

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EFFECTIVIDAD DE INSECTICIDAS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS CONTRA
Plagiohammus maculosus EN CUATRO ZONAS CAFETALERAS DEL MUNICIPIO
DE CATACAMAS**

POR:

KELVIN ESAU MEJIA CHACON

TESIS



CATACAMAS OLANCHO

HONDURAS, C. A.

JUNIO 2016

**EFFECTO DE INSECTICIDAS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS CONTRA
Plagiohammus maculosus EN CUATRO ZONAS CAFETALERAS DEL MUNICIPIO
DE CATACAMAS OLANCHO**

POR:

KELVIN ESAU MEJIA CHACON

ROY DONALD MENJIVAR. Ph. D.

Asesor principal

TESIS

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C. A.

JUNIO 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE
PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA**

Reunidos en el Departamento Académico de Producción Vegetal de la Universidad Nacional de Agricultura: **Ph. D. ROY DONALD MENJIVAR, M. Sc. ADÁN ALVARADO RAMÍREZ, M. Sc. RAÚL ISAÍAS MUÑOZ** Miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

El estudiante **KELVIN ESAU MEJIA CHACON** del IV Año de la Carrera de Ingeniería Agronómica presentó su informe.

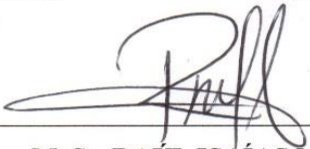
**“EFECTIVIDAD DE INSECTICIDAS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS CONTRA
Plagiohammus maculosus EN CUATRO ZONAS CAFETALERAS DEL MUNICIPIO DE
CATACAMAS”**

El cual, a criterio de los examinadores, aprobó este requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los tres días del mes de junio del año dos mil dieciséis.


Ph. D. ROY DONALD MENJIVAR
Consejero Principal


M. Sc. ADÁN ALVARADO RAMÍREZ
Examinador


M. Sc. RAÚL ISAÍAS MUÑOZ
Examinador

DEDICATORIA

A DIOS mi padre celestial por darme la oportunidad de poder culminar mis estudios académicos que es un esfuerzo que no se logra sin la voluntad ni la ayuda divina que solo el proporciona, gracias padre por brindarme sabiduría, inteligencia, amor, paciencia, protección y bendiciones que nada hubiese sido posible.

A MIS PADRES TERRENALES QUE LOS APRECIO CON TODO MI CORAZÓN RAMÓN ESAU MEJIA Y DORIS YOLANDA CHACON PADILLA por darme su apoyo incondicional y por enseñarme el valor del estudio, gracias por el amor y la paciencia que me brindaron para poder culminado mis estudios universitarios

A MI HERMANA JANNERLY NOELIA MEJIA CHACON por su amor y ese apoyo que me brido luchado todos juntos con todas las dificultades que se presentaron pero todo se hizo posible gracias.

AGRADECIMIENTO

A DIOS por estar presente en todo momento y brindarme sabiduría para la ejecución de este trabajo.

A MIS PADRES Y HERMANA por su apoyo incondicional, espiritual, moral, su cariño y económicamente que han hecho posible el logro de esta meta.

A MI FAMILIA por sus consejos y el deseo de verme superado académicamente.

A KEIDY CALLEJA por su amor, aprecio y comprensión en el transcurso de este tiempo que me ha brindado su compañía.

A MARTA PIEDAD MOYA Y ÓSCAR MOYA por brindarme su ayuda en toda circunstancia en el transcurso de la ejecución de este trabajo y por sus valiosos consejos.

A MIS COMPAÑEROS DE LA CLASE JETZODIAM en especial a mis compañeros de clases y modulo y a mis compañeros de cuarto Álvaro escamilla, Luis Alva, Erick Aguilar, Buena ventura, Manuel Torres, José Mejia y Olman Gómez por acompañarme en las buenos y malos momentos por su amistad y comprensión en todos los momentos

A mis asesores **Ph. D. Roy Donald Menjivar, M. Sc Adán Ramírez, M. Sc Raúl Isaias Muñoz**, por brindarme todo el conocimiento necesario y apoyo en la ejecución de este trabajo.

A la **Universidad Nacional de Agricultura** por brindarme todo el conocimiento que me ha formado para poder ser un profesional de las ciencias agrícolas

CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
LISTA DE CUADROS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN	x
I INTRODUCCION.....	1
II OBJETIVOS.....	2
2.1. General.....	2
2.2. Específicos	2
III REVISION DE LITERATURA	3
3.1 Historia de la caficultura en Hondureña	3
3.2 Generalidades del cultivo de café	4
3.3.1 Clasificación taxonómica	4
3.3.2 Especies y variedades de café	4
3.3.3 Principales variedades de <i>Coffea arabica</i>	5
3.4. Plagas del cultivo de café.....	6
3.4.1 Minador de la hoja.....	6
3.4.2 Broca de café.....	6
3.4.3 Picudo de la hoja de café.....	7
3.4.4 Cochinilla de la raíz.....	7
3.5 <i>Plagiohammus maculosus</i> Gusano barrenador del tallo de café	7
3.5.2 Características de <i>P. maculosus</i>	8
3.5.3 Daños producidos	8
3.5.4 Ciclo biológico	10
3.5.5 Métodos de control.....	10
3.6 Productos químicos.....	11
3.6.1 Clorpirifos	11

3.6.2 Deltametrina e imidacloprid.....	11
3.6.3 Gamma cyhalotrina	12
3.6.4 Spinetoram	12
3.6.5. Thiacloprid y Beta-Cyfluthrina	13
3.7 Hongos Entomopatógenos	13
3.7.1 Generalidades	13
3.7.2 Mecanismos de infección de los hongos entomopatógenos	15
3.7.3 Factores que afectan el desarrollo de los hongos entomopatógenos	18
Factores ambientales	18
3.8 <i>Beauveria bassiana</i>	19
3.8.1 Ciclo de vida de <i>B. bassiana</i>	20
3.8.2 Toxinas de <i>B. bassiana</i>	21
3.8.2 Dosis utilizadas	21
3.9 <i>Metarhizium. anisopliae</i>	21
3.9.1 Ciclo de vida de <i>M. anisopliae</i>	22
3.9.2. Dosis aplicadas.....	23
IV METODOLOGIA	24
4.1. Ubicación del experimento	24
4.2. Materiales y equipo.....	24
4.3 Descripción de los tratamientos	25
4.4 Preparación de los tratamientos	26
4.4.1 Manejo del experimento.....	27
4.5 Caracterización del lugar.....	28
4.6 Identificación y Aleatorización de las unidades experimentales	28
4.7 Aplicación de los tratamientos.....	29
4.8 Variable evaluada	30
4.8.1 Mortalidad de la larva	30
4.9 Diseño del experimento	30
4.9.1. Modelo estadístico utilizado.....	31
4.10. Análisis de resultados	31
V RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	32
5.1 Mortalidad de la larva del barrenador del café	32

5.2 Mortalidad en el primer ensayo	32
5.2.1 Comparación entre químicos y biológicos en el primer ensayo.....	34
5.2.2 Comparación entre biológico en el primer ensayo.....	34
5.2.3 Comparación de mortalidad entre químico en el primer ensayo.....	36
5.3 Mortalidad en el segundo ensayo.....	37
5.3.1 Comparación entre químicos y biológicos en el segundo ensayo	38
5.3.2 Comparación de los biológicos en el segundo ensayo	39
5.3.3 Comparación del mejor químico en el segundo ensayo	39
5.4. Comparación entre los dos ensayos	40
VI CONCLUSIONES	43
VII RECOMENDACIONES	44
VIII BIBLIOGRAFIA	45
ANEXOS	50

LISTA DE CUADROS

1	Descripción y dosificación de los tratamientos	Pág. 25
----------	--	-------------------

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 Mortalidad porcentual de todos los tratamientos ocasionados a los siete días después de la aplicación en el primer ensayo.	33
2 Mortalidad porcentual de todos los tratamientos obtenidos a los siete días después de la aplicación en el segundo ensayo.	38
3 Diferenciación de los Porcentajes de la mortalidad de la larva de <i>P. maculosus</i> ocasionados en los dos distintos lotes experimentales.	41

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
1 Presupuesto de gastos.....	51
2 Cronograma de actividades	52
3 Registró de mortalidades de los tratamientos.....	53
4 Tabla de ANAVAS y comparación de medias de todos los tratamientos del primer ensayo para la variable mortalidad de larvas de <i>P. maculosus</i>	55
5 Tabla de ANAVAS y comparación de medias de todos los tratamientos del segundo ensayo para la variable mortalidad de larvas de <i>P. maculosus</i>	56

Mejía Chacón, KE. 2016 Efectividad de insecticidas químicos y biológicos contra *Plagiohammus maculosus* en cuatro zonas cafetaleras del municipio de Catacamas. Tesis Ing. Agrónomo Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras. 68p.

Resumen

Con el fin de encontrar una respuesta al manejo de *P. maculosus* en el cultivo de café se evaluó el efecto de cinco cepas de dos hongos entomopatógenos y cinco insecticidas químicos y un testigo, componiéndose de ocho repeticiones cada una, utilizando un diseño completamente al azar. Los insecticidas biológicos evaluados fueron *B. bassiana* cepas (h3, h4, h25, *Rhissomatus*) y *M. anisopliae*, en las cinco cepas se usó la dosis de 10 ml de producto aplicada por árbol en concentración de 2.5×10^8 conidios/ml, con viabilidad del 92%, y los químicos utilizados fueron: Deltametrina e imidacloprid, Thiacloprid, Clorpirifos, Spinetoram y Gamma cyhalotrina con dosis de 10 ml de caldo insecticida en concentraciones de ingrediente activo de 87, 14, 72, 9 y 56 mg/orificio respectivamente, se utilizó un testigo en donde se inyectó agua. Se efectuaron dos ensayos en distintas zonas, realizando la lectura de los tratamientos a los siete días después de la aplicación. La variable evaluada fue mortalidad de la larva de *P. maculosus*. En el muestreo del primer ensayo se encontraron diferencias estadísticas ($\alpha \leq 0.05$) de todos los tratamientos en relación al testigo a excepción de *B. bassiana* h25 y *Metarhizium anisople*, los mayores números de mortalidad los obtuvieron los tratamientos químicos con un 100% y los biológicos que se destacaron fueron *B. bassiana* cepas (*Rhissomatus*, h3 y h4) presentaron una mortalidad de 62.5%, 50% y 50%. Respectivamente los datos obtenidos en el segundo ensayo se diferenciaron estadísticamente ($\alpha \leq 0.05$) del testigo a diferencia de *B. bassiana* h25 y *Metarhizium* los que no mostraron diferencias entre sí, la mayor mortalidad que se logró fue de un 100% de todos los tratamientos químicos y para los productos biológicos se alcanzó un porcentaje del 75% para *B. bassiana* cepa (*Rhissomatus*) y un 62.5% para *B. bassiana* cepas (h3 y h4).

Palabras claves: *P. maculosus*, , *B. bassiana* h3, h4, h25, *Rhissomatus*, químicos, aplicación.

I INTRODUCCION

La caficultura Hondureña es uno de los rubros más importantes del sector agrícola. El reporte de cosecha del IHCAFE durante el periodo 2013, presenta bajos rendimientos debido al ataque de la roya ya que destruyo las fincas de café reportando una variación relativa decreciente de -21% en comparación a la producción 2011-2012. La producción se cero con 5.8 millones de quítales que reporto divisas en concepto de exportación de 795, 176, 202.70 millones de dólares, esta cifra tubo participación en el 25.1% en total de ingresos por exportación de los productos agrícolas (IHCAFE, 2014).

El productor ha venido enfrentando muchos problemas en cuanto al manejo de su plantación, debido a diversas plagas y enfermedades de esta planta para su consumo y desarrollo. Por esta situación es que las instituciones asociadas a este rubro realizan alternativas junto con la Universidad Nacional de Agricultura para dar solución a las dificultades que, el caficultor se enfrenta.

Actualmente las cosechas se han visto disminuidas por el aparecimiento de altas poblaciones de *P. maculosus* (gusano barrenador del tallo de café), que está destruyendo las plantaciones en forma alarmante, causando daños tanto agronómico como económico a los caficultores de las regiones. (Ávila, 2005)

El trabajo realizado tuvo como objetivo el estudio del manejo de *P. maculosus* utilizando cinco insecticidas químicos y cinco distintas cepas de hongos como alternativa de prueba para su intervención, con el propósito de obtener resultados positivos para brindarle al caficultor soluciones frente a esta plaga en su fincas y así poder contribuir al mejoramiento de la producción nacional

II OBJETIVOS

2.1. General

Evaluar prácticas de manejo integrado de plagas para la reducción de *P. maculosus* en el cultivo *Coffea arabica*.

2.2. Específicos

Determinar la eficiencia de cinco insecticidas químicos en el manejo de *P. maculosus*.

Efectividad de hongos entomopatógenos sobre larvas de *P. maculosus*, como una alternativa de control.

Determinar que táctica del manejo integrado de plagas (químico y biológico) demostraron ser más efectivo y rentable en el control de larvas del barrenador del tallo del café.

III REVISION DE LITERATURA

3.1 Historia de la caficultura en Hondureña

En Honduras uno de los principales productos de exportación es el café esto de acuerdo a su adaptación a las áreas cultivadas del país, el IHCAFE dio a conocer que la producción nacional de café correspondió para los años 2011 y 2012 una cosecha de 7.2 millones de quintales exportados, esta producción aportó un ingreso de 1,440 millones de dólares en divisas. Para el territorio nacional la fecha 2011-2012 fueron las que reportaron numerosas ganancias por su alta producción. Los países primordiales, compradores del café Hondureño son en primer lugar tenemos a Alemania luego a Bélgica y Estados Unidos. (IHCAFE 2013)

La caficultura Hondureña se desarrolla en 13 de los 18 departamentos del país las cuales son: las principales áreas de producción se encuentran en, El Paraíso, Santa Bárbara, Olancho, Copan, La Paz y Lempira. Continuando en importancia, Cortes, Ocotepeque, Yoro, Francisco Morazán e Intibucá. Por ultimo esta Choluteca y Atlántida. La mayoría de estas fincas están localizadas en zonas montañosas, en terrenos de laderas. (IHCAFE 2013).

La expansión de este cultivo en el territorio nacional se debe a las condiciones climáticas y edáficas ideales que se presentan para el crecimiento y desarrollo óptimo de esta planta. La superficie de producción es de 280,000 hectáreas, de donde más de 112,000 familias se benefician directamente de la explotación de este rubro, generando aproximadamente un millón de empleos directos e indirectos, en los diferentes eslabones de la cadena. El café representa el 5% del PIB nacional y el 38.7% del PIB agrícola. (IHCAFE 2013).

3.2 Generalidades del cultivo de café

Las fincas de café se establecen a una altura de 600 y 1500 msnm presentando mejores rendimientos, en alturas por debajo de los 600 msnm se muestran mayores costos de producción debido a la incidencia de plagas y enfermedades, así como una baja calidad de taza. (IHCAFE, 2011).

En cuanto a condiciones climáticas de temperaturas se deben de reportar anualmente entre 17 y 23°C, la precipitación entre 1600 y 2800 mm, con una distribución anual mínima entre 145 y 245 días (ICAFÉ 1998). El suelo debe presentar un buen drenaje, son preferibles suelos con profundidades no menos de un metro, de color oscuro, rico en nutrientes especialmente potasio y materia orgánica con textura franca. (Fischersworrning y Robkamp 2001).

3.3.1 Clasificación taxonómica

La planta de café pertenece al reino Plantae, división Magnoliophyta, clase Dicotyledónea, sub-clase Asteridae, orden Rubiales, familia Rubiaceae, genero *coffea*, y especie *arabica*. (Carlos, 1753)

3.3.2 Especies y variedades de café

Las especies de café más importantes comercialmente son *C. arabica*, *C. canephora*, llamada normalmente como Arábigos y Robustas. *C. arabica* es la especie que, aporta el 65% de la producción mundial, produce el grano de mejor calidad principalmente en América. La especie *C. canephora*, produce alrededor del 35% del grano mundial proporcionando un café de menor calidad que procede en su mayoría del continente africano. (IICA 2003).

En la región centroamericana existen diferentes variedades de *C. arabica*, se ha prestado especialmente atención aquellas de alta calidad y productividad. (Fischersworing y Robkamp 2001)

3.3.3 Principales variedades de *Coffea arabica*

Variedad típica: esta es llamada también criolla o arábigo, esta planta es de porte alto, el grano es relativamente grande, presenta una resistencia a baja fertilidad y sequía, también tiene una mayor firmeza y flexibilidad de sus ramas en la cosecha. Esta variedad tiene una calidad superior al momento de su consumo en taza. (IICA 2003, IHCAFE 2011)

Variedad Borbón: estas plantas presentan porte medio, sus ramas y entrenudos largos, es más precoz que la variedad típica y su tamaño de grano es más pequeño. (IICA 2003, IHCAFE 2011)

Variedad Catuai: planta de porte bajo, presenta numerosas ramas y entrenudos cortos, comparado con el caturra es más desarrollado, es menos denso y muestra alta producción, esta variedad es producto del cruce de la variedad caturra con mulato. (IICA 2003, IHCAFE 2011)

Catimores: esta variedad está constituida por el cruzamiento de la V. caturra rojo con el híbrido de Timor, este presenta genes resistentes a la roya (*Hemileia vastatrix*), dentro de este cruce están las variedades lempira y IHCAFE 90. (IICA 2003, IHCAFE 2011)

Variedad Lempira: también conocida como catimor T8667, presenta tolerancia a *H. vastatrix* debido a que posee un porcentaje de infección por debajo del 15% según (Moreno y Alvarado 2000) de la enfermedad, esta planta produce granos de tamaño pequeños. (IICA 2003, IHCAFE 2011)

Variedad IHCAFE 90: catimor T5175, esta planta manifiesta uniformidad en el porte bajo de las plantas, presenta ramas largas con hojas anchas y entrenudos cortos, es precoz en producción (IICA 2003, IHCAFE 2011), según Moreno y Alvarado (2000) esta variedad presenta tolerancia a *H. vastatrix* en un porcentaje por arriba del 85%.

3.4. Plagas del cultivo de café

3.4.1 Minador de la hoja

Estas son larvas de la especie de *Leucoptera coffeella*, pertenece a la familia Lyonetiidae, del orden Lepidóptera, sus características son: el adulto mide 3mm de largo con una coloración plateada, alas anteriores largas con sus extremos de color gris, esta plaga es muy importante porque ataca preferiblemente extractos bajos y medios del follaje, la larva se introduce entre las dos epidermis, alimentándose de la porción media de la hoja. (Muñoz, 2001).

3.4.2 Broca de café

La broca del café, *Hypothenemus hampei*, coloniza los frutos durante su maduración y destruye una gran parte de la cosecha en un tiempo corto. El control de la broca se realiza mediante un programa de manejo integrado (MIP) que comprende varias actividades y opciones de control, el control cultural; incluye la cosecha sanitaria (pepena y repela), el registro de floraciones, el corte de frutos prematuros y el manejo agronómico (PROMECAFE 2007).

Con respecto al control biológico se ha usado hongos entomopatógenos, en particular *B. bassiana* que ha presentado un buen resultado que los parasitoides, el éxito se ha logrado debido a su facilidad de propagación, formulación y aplicación en campo, según estudios se

define que *B. bassiana* en estado natural puede controlar hasta un 80% de broca adulta cuando atacan los frutos jóvenes (CABI 2003).

3.4.3 Picudo de la hoja de café

Epicaerus capetillensis, perteneciente a la familia Curculionidae del orden Coleóptera, mide de 9-14 mm de largo y es de color grisáceo, café claro o negro y presenta un pico pronunciado. Los daños son causados por los adultos al alimentarse de las hojas de café (Muñoz 2001).

3.4.4 Cochinilla de la raíz

Dimyococcu ssp y *Planococcu ssp*, son insectos de color rosado envueltos en una lana blanca, viven asociadas con hormigas que los transportan de una planta a otra. Es una plaga que ataca las raíces del cafeto a nivel del cuello, y se alimenta de la savia, debilitando la planta, disminuyendo su producción y finalmente ocasionando la muerte del árbol (CEPICAFE 1999).

3.5 *Plagiohammus maculosus* Gusano barrenador del tallo de café

P. maculosus se ha reportado atacando plantas de café en países como Costa Rica, Nicaragua, El Salvador, Guatemala, Honduras y México. *P. maculosus*, se reconoce como plaga desde el año de 1935, con niveles de infección de 5%.(Avila, 2005)

3.5.1 Clasificación taxonómica

Phyllum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Cerambycidae

Género: *Plagiohammus*

Especie: *maculosus*

3.5.2 Características de *P. maculosus*

Este insecto presenta metamorfosis completa, es decir, durante su desarrollo pasa por los estados de huevo, larva, pupa y adulto. El adulto es de cuerpo delgado con dimensiones de 1 cm de largo por 8 mm de ancho, su color es café claro con manchas blancas irregulares en sus dos élitros, sus dos antenas bastantes largas, el doble del largo del cuerpo, esta es una característica típica de la familia. La larva es de color blanco, cuerpo carnosos de 4.5 cm de largo, no presentan patas pero tiene rugosidades o anillos que le permiten su locomoción dentro de la galería, la cabeza presenta color café oscuro y está compuesta por dos fuertes mandíbulas que le permite morder el tejido duro del árbol. Cuando la larva ha alcanzado su desarrollo, inicia el período de formación de la pupa con el apareamiento de los órganos externos del insecto. Las pupas son de color crema y su tamaño es similar al adulto. (Ávila, 2005)

3.5.3 Daños producidos

El daño a la planta según Ávila, 2005, lo realiza la larva del insecto, atacando planta adultas y jóvenes de 18 meses en adelante. Según Milla 2015, el ataque de la larva se da cuando el tallo de la planta presenta un centímetro de diámetro, Sin importar si ella se encuentra en estado de estrés o con un vigor excesivo, no presenta preferencia en cuanto a variedades de café y puede adaptarse a alturas desde los 600 a 1500 msnm.

Las larvas destruyen la parte central del tallo a una altura de 15- 30 centímetros desde el suelo hasta la punta de la raíz pivotante, ocasionando el corte de los haces vasculares impidiendo el transporte de las sustancias minerales y orgánicas a la parte superior de la planta. Esto provoca en las plantas deficiencias nutricionales y déficit hídrico, por lo cual se produce un

amarillamiento, caída de hojas y decaimiento hasta provocar la muerte de la planta. (Ávila, 2005)

Según Milla 2015, la galería que la larva forma puede tener una longitud desde los 10 a 40 cm de longitud, el tamaño de la galería depende de la edad de la larva, se localiza ya sea barrenando hacia la parte apical o en dirección del sistema radicular. La galería es cubierta con el aserrín y excrementos, formando un material duro muy compacto que dificulta realizar medidas de control

Siempre la hembra ovoposita sus huevos a favor de la pendiente, y algo particular del proceso de ovoposición es que casi siempre se encuentran plantas barrenadas formando un triángulo, el punto clave de observación para realizar muestreos es si se encuentra la primera planta dañada, buscar picos que formen triángulo en referencia a la primera planta encontradas. Es muy común encontrar casos de dos ataques, uno actual y otro de años anteriores esto se da más en plantaciones viejas, (Milla 2015)

En cuanto a variedades no hay ninguna que reporte alguna resistencia a este insecto, al menos las variedades Lempira, IHCAFE 90, Catimore, Catuai y Pacas que son las predominantes en esta zonas, en todas ellas se encontraron daños provocados por esta plaga, también se encontró incidencia en árboles sombras del café como es la guama, (Milla 2015)

Los reportes de daños reportados según (Ávila, 2005) por *P. maculatus* en el municipio de Santa Cruz Naranjo en el departamento de Santa Rosa en Guatemala, reporta un 15.5% de incidencia del daño provocado en todas las aldeas muestreadas.

Milla 2015 reporta daños en la región cafetalera del municipio de Catacamas Olancho, daños muy considerables por el barrenador del tallo del café, estudio cuatro zonas de este municipio, obteniendo 1.61% de daño en la comunidad de Pinabetal, 9.21% de daño en el Murmullo, 14.61% de daño en Piedra Blanca y 18.69% de daño en el Copete. También

realizó una comparación entre sistemas de producción, reportándose 11.48% en el sistema de producción orgánica y 10.96% de daño en el sistema de producción convencional, obteniendo un mínimo de diferencia del 0.52% entre los dos sistemas.

3.5.4 Ciclo biológico

Los adultos aparecen después de las primeras lluvias de abril – junio, y ponen sus huevos en las grietas de la corteza del tallo a una altura de 30 cm del suelo hacia arriba. Según Milla WP 2015 la hembra ovoposita en cualquier época del año esto lo comprueba con los distintos tamaños de larvas encontradas en el muestreo. Después de tres días los huevos eclosionan y las larvas penetran el tallo, su etapa larval presenta el periodo más largo con un tiempo máximo de dos años, cuando termina su estado larval pasa a su etapa de pupa el cual dura dos semanas y por ultimo emerge el adulto teniendo un periodo de vida variado. La duración del ciclo de vida de este insecto depende de factores climáticos que pueden alargar o disminuir el periodo del ciclo. (Ávila, 2005)

3.5.5 Métodos de control

Control cultural

Este control constituye varias técnicas para la reducción de *P. maculosus*, las cuales consisten en efectuar podas sanitarias de la planta afectadas, mantener una adecuada fertilización de la plantación y realizar buenas practicas de control de malezas. (Barrera, et al, 2004)

Control químico

Este método consiste en inyectar con una jeringa el producto recomendado en los arboles dañados, la Aguja se introduce por el orificio de entrada del insecto, otra técnica es introduciendo una bolita de algodón impregnada del producto dentro de la galería por el

orificio de ingreso de la larva, luego con barro u otro material tapamos el orificio para evitar que la larva se escape y tener una mejor eficiencia en la mortalidad de la misma. (Barrera, et al, 2004)

3.6 Productos químicos

3.6.1 Clorpirifos

Es un insecticida órgano fosforado que actúa por contacto, ingestión e inhalación, recomendado para el control de insectos chupadores y masticadores. Está compuesto por clorpirifos ingrediente activo del producto (Dow Agrosciences, s.f.)

Dosis

La dosis recomendada para este producto es de 1lt/ha de producto comercial, aplicando 480 g de I.A. /ha, utilizando 650 lt de agua por hectárea (Dow Agrosciences, s.f.)

3.6.2 Deltametrina e imidacloprid

Este producto es de amplio espectro que está compuesto de dos ingredientes activos los cuales son: deltametrina e imidacloprid, su acción es de contacto e ingestión con una residualidad de 21 días (BAYER, s.f.).

Dosis aplicada

La dosis utilizada de aplicación es de 65 litros de agua / ha, con una concentración de 200 a 300 cc del producto comercial por hectárea presentando 570 g de I.A. /ha (BAYER, s.f.).

3.6.3 Gamma cyhalotrina

Este producto es un insecticida piretroide sintético, su ingrediente activo está compuesto de Gamma cyhalotrina recomendando su uso en áreas de exteriores para el control de insectos en áreas públicas como basureros, mercados y el control de insectos vectores transmisores de enfermedades como mosquitos y zancudos. (QUIMIX, s.f.)

Dosis aplicada

Las dosis recomendadas es de 5 10 ml de producto comercial en un litro de agua, aplicando 112.5 gr de I.A. /lt de producto comercial. Las frecuencias de aplicación son de 15 a 21 días después de la primera aplicación si la población es aguda (QUIMIX, s.f.)

3.6.4 Spinetoram

Insecticida que actúa por contacto e ingestión. Una vez que el ingrediente activo (spinetoram) entra en contacto con el insecto, este deja inmediatamente de alimentarse y muere en pocas horas. EXALT* 6 SC se acopla (a través de un sistema de proteínas) a los receptores nicotínicos de acetilcolina, activándolos y permitiendo el flujo del ion sodio al interior de la célula pos-sináptica. Las neuronas se depolariza e hiperactiva, activando el sistema muscular, produciendo síntomas como extensión de las patas, contracciones y temblores involuntarios, lo que lleva a todo el sistema a una fatiga neuromuscular, parálisis y finalmente a la muerte del insecto (Dow Agrosiences, s.f.)

Dosis aplicada

Se recomienda aplicar de 200 a 300 ml/ha de producto comercial en 200 l/ha de agua, administrando 18 gr de I.A. /ha. Antes de utilizar consulte con el técnico para su recomendación (Dow Agrosiences, s.f.)

3.6.5. Thiacloprid y Beta-Cyfluthrina

Producto de cinta amarilla compuesto por el ingrediente activo Thiacloprid y pertenece al grupo de los Cloronicotilinos y Beta-Cyfluthrina al de los Piretroides. Este presenta una acción sistemática y de contacto, con un largo periodo de residual de 30 días, y un tiempo de ingreso al área tratada de 24 horas (BAYER, s.f.).

Dosis aplicada

La dosis recomendadas es de 1lt/ha de producto comercial, aplicando 112.5 gr/ha de I.A. en una solución de 800 litros de agua, realizar máximo dos aplicaciones por temporada (BAYER, s.f.).

3.7 Hongos Entomopatógenos

3.7.1 Generalidades

Los hongos entomopatógenos son los que han recibido mayor atención por la gran variedad de especies y amplio rango de hospedantes así como por su crecimiento microscópico sobre la superficie de su huésped. (Cañedo, 2004.)

Ciertos hongos poseen características muy especiales que les permiten sobrevivir en forma parasítica sobre los insectos y en forma saprofita sobre material vegetal en descomposición. El crecimiento saprofita puede dar como resultado la producción de conidióforos, conidios y desarrollo miceliano, esta característica permite que el hongo pueda ser cultivado en el laboratorio utilizando técnicas de producción en masa de bajo costo. Los hongos tienen un gran potencial para ser empleados como biocontroladores. Entre los principales hongos que presentan estas características están: *Beauveria*, *Metarhizium* y *Paecilomyces*. (Cañedo, 2004.)

Según Castrillo 2005, los hongos difieren de los otros patógenos para causar infección, pues no necesita ser ingerido por el insecto. Los hongos tienen la capacidad de invadir al huésped penetrando su cutícula, una vez el hongo ha llegado al huésped potencial se inician una serie de pasos que pueden llevar a una reacción compatible o incompatible, cuando la reacción es compatible es porque ha habido un reconocimiento entre hongo y la cutícula del insecto y se presenta una adhesión al tegumento, luego la germinación del conidio, seguido por la penetración dentro de la cutícula y la colonización del hemocele.

Cuando el hongo esta colonizado en el hemocele el insecto presentara disminución de los nutrientes o inanición y el hospedero muere. Cuando el hongo penetra el tegumento hace uso de hifas filamentosas, pero en el hemocele estas se presentan en hifas como levaduras o protoplastos que se prolifera, y luego el hongo cambia a la fase filamentosa e invade tejidos y órganos, posteriormente el hongo sale a través de la cutícula y el insecto es cubierto por el micelio. En condiciones que no son favorables de humedad y temperatura, el hongo podría formar estructuras de descanso dentro del cadáver (Castrillo, 2005).

Los hongos, también, producen metabolitos secundarios, derivados de varios pasos en la formación de los metabolitos primarios, de los cuales algunos poseen propiedades insecticidas. Los hongos que los poseen producen la muerte más rápidamente que los que no lo poseen. El grupo más importante de hongos entomopatógenos son los *Hyphomycetes*, en el cual se encuentran los géneros más importantes como *Beauveria*, *Verticilium*, *Metarhizium*, *Hirsutella* y *Paecilomyces* (Fernández-Larrea, 2002).

Ventajas de los entomopatógenos

Presentan grados variables de especificidad, pueden ser específicos a nivel de familia o especies muy relacionadas, en el caso de las cepas, pueden ser específicas a nivel de especie, sin afectar a los enemigos naturales. (Cañedo, 2004.)

Si el entomopatógeno encuentra las condiciones adecuadas para introducirse y colonizar un ecosistema, se reproduce y renueva en forma continua, es decir, se vuelve persistente, haciendo innecesarias nuevas aplicaciones. (Cañedo, 2004.)

Se pueden aplicar mezclas de hongos entomopatógenos con dosis sub letales de insecticidas para lograr efectos sinérgicos superiores a los logrados con aplicaciones de cada producto por separado y además no contaminan el medio ambiente ni afectan al hombre u otros animales superiores. (Cañedo, 2004.)

Cuando el hongo no llega a causar la muerte directamente, se presentan efectos secundarios que alteran el normal desarrollo del ciclo de vida del insecto. (Cañedo, 2004.)

Desventajas de los entomopatógenos

Sensibilidad a la variación de las condiciones climáticas como temperaturas extremas, desecación y luz ultravioleta. (Cañedo, 2004.)

Requieren de condiciones de almacenamiento más exigentes que las moléculas inorgánicas, para evitar que pierdan su patogenicidad. (Cañedo, 2004.)

En general, los insecticidas biológicos no matan instantáneamente. Alcanzan buenos niveles de control entre una y tres semanas después de la aplicación, dependiendo de la plaga y del ambiente. Sin embargo, el insecto deja de ser plaga al ser parasitado por el hongo, deja de alimentarse mucho antes de morir, disminuyendo el daño. (Cañedo, 2004.)

3.7.2 Mecanismos de infección de los hongos entomopatógenos

La enfermedad producida por hongos se llama micosis. Tanada y Kaya (1993) mencionan que el desarrollo de la micosis puede ser separado en tres fases:

Adhesión y germinación de las esporas en la cutícula de los insectos

El proceso de adhesión consiste en el primer contacto que tienen los conidios con la superficie cuticular del hospedero, mientras que la etapa de germinación, las esporas forman un tubo germinativo el cual funciona como una hifa de penetración de la cutícula en los puntos de contacto o simplemente es una transición hacia la formación del pico o estaquilla de penetración de la parte exterior. (Carballo y Guharay, 2004).

Penetración dentro del hemocele

La penetración por parte de la hifa es el resultado de la degradación enzimática de la cutícula principalmente por las partes frágiles y la participación de la presión mecánica ejercida por el tubo germinativo. Además, depende de las propiedades de la cutícula, grosor, esclerotización, presencia de sustancias nutricionales y antifungosas y estado de desarrollo del insecto (Carreño, 2003)

Esta etapa presenta diversas enzimas para la penetración del integumento del insecto las cuales son: proteasas, aminopeptidasas, lipasas, esterases y quitinasas, que actúan en un orden lógico. Primeramente actúan en la porción cerosa de la epicutícula y luego sobre la matriz de proteínas y quitina. Cuando las hifas han alcanzado al hemocele, el insecto produce fagocitosis, encapsulación celular y forma compuestos antimicrobianos como las lisozimas, aglutininas, melanización, para contrarrestar al cuerpo extraño, en pocas palabras el patógeno debe vencer el sistema inmunológico del hospedero, (Tanada y Kaya 1993).

Fase de colonización interna y muerte del insecto

Después de la penetración, la hifa se ensancha y ramifica dentro del tejido del insecto, colonizando completamente la cavidad del cuerpo del insecto. A partir de la colonización se

forman pequeñas colonias y estructuras del hongo, lo que corresponde a la fase final de la enfermedad del insecto (Monzón, 2002).

Cuando el hongo ha llegado al hemocele puede evitar las defensas inmunes del insecto produciendo células parecidas a levaduras, llamadas blastosporas, que se multiplican y dispersan rápidamente, desarrollando protoplastos, elementos discretos como ameboideos, sin pared celular que no son reconocidos por los hemocitos del hospedante y produciendo micotoxinas (Pérez 2004). La hifa que penetra sufre un engrosamiento y se ramifica, inicialmente en el tegumento del insecto y posteriormente en la cavidad del cuerpo. A partir de ese momento se forman pequeñas colonias del hongo y otros cuerpos hifales. (Tanada y Kaya 1993).

La colonización de los órganos presenta la siguiente secuencia: cuerpos grasos, sistema digestivo, tubos de malpighi, sistema nervioso, músculos y tráquea, mitocondrias, hemocitos, retículo endoplásmico y membrana nuclear (Pucheta Diaz et al., 2006).

Después del crecimiento del hongo en el hemocele, se producen los síntomas fisiológicos del insecto afectado como convulsiones, carencia de coordinación, deja de alimentarse, reduce su movimiento, entra en un estado letárgico y finalmente muere, lo que puede ocurrir relativamente rápido o en unos cuantos días.(Tanada y Kaya 1993).

Con la muerte del insecto termina el desarrollo parasítico del hongo y empieza la fase saprofítica: el hongo crece en el hemocele formando masas micelianas que salen al exterior fundamentalmente por las regiones, sobre el cadáver y produciendo inóculo para infectar a otros insectos y por las aberturas naturales (espiráculos, boca y ano). La gran dependencia de la humedad es el mayor factor limitante que presentan los hongos, ya que para que se produzca la germinación y esporulación fuera del hospedante se requieren valores de humedad relativa superiores a 90% (Cañedo. 2004)

Según Vilcinskas *et al.* 1999, describe que se presentan doce etapas en las cuales se lleva el proceso de parasitación de los hemocelos, los cuales se presentan a continuación:

- 1) Adhesión de la espora a la cutícula del insecto.
- 2) Germinación y formación del apresorio.
- 3) Penetración de la cutícula.
- 4) Crecimiento lateral y penetración en la epidermis.
- 5) Agregación de los hemocitos en lugar de penetración funica.
- 6) Fagocitosis de cuerpos hifales por células fagócitas del insecto.
- 7) Transformación a cuerpos levaduriformes.
- 8) Evasión del sistema inmune.
- 9) Propagación del hemocele.
- 10) Transformación a cuerpo hifal.
- 11) Esporulación y germinación atravesando la cutícula del insecto.
- 12) Diseminación de las esporas.

3.7.3 Factores que afectan el desarrollo de los hongos entomopatógenos

Factores ambientales

La temperatura es uno de los principales factores limitantes para los hongos entomopatogenos. Estudios demuestran que el rango óptimo de temperatura para que ocurra la infección, el crecimiento y desarrollo en la mayoría de los entomopatogenos varía entre 10 y 30°C, en este rango no se afectan la estabilidad de los hongos, pero temperaturas superiores a 35°C y debajo de 10°C inhiben su crecimiento y desarrollo (De la Rosa y Alatorre 2008).

La humedad relativa (H.R) alta es necesaria para la germinación de las conidias de *B. bassianay* en consecuencia las humedades atmosféricas altas (más del 90%) son

indispensables para favorecer el desarrollo de epizootias en condiciones naturales (De la Rosa y Alatorre 2008).

La radiación solar, es el principal factor que afecta la persistencia de los hongos y los inactiva directa o indirectamente (De la Rosa y Alatorre 2008). Posiblemente el espectro ultravioleta, es letal para las conidios de *B. bassiana*, pudiendo ser el factor limitante en los intentos de control microbiológico.

3.8 *Beauveria bassiana*

Según NCBI 2008, es un hongo entomopatógeno que fue descubierto en 1835 y es ampliamente utilizado para el control de insectos. Este microorganismo fue registrado en el año de 1999 como Mycotrol, por la Environmental Protección Agency en Estados Unidos, para el control de saltamontes, mosca blanca, trips, áfidos, y muchos otros insectos plagas. (Wraight, Jackson y Kock., 2001)

El hongo *B. bassiana* presenta un micelio de aspecto algodonoso de color blanco y tiene una esporulación abundante de color crema con textura de talco. El micelio se ramifica formando conidióforos simples e irregulares que terminan en vértices en forma de racimo, el conidióforo es abundante en su base, surgiendo un adelgazamiento en el área donde se insertaran los conidios. Este patógeno se desarrolla adecuadamente en humedades relativa de 92.5% o más y a temperaturas de 28 °C. (Nava, 2006)

B. bassiana está relacionado con alrededor de 200 especies de insectos hospederos, entre estos hospederos se encuentran especies de coleóptera, lepidóptera, isóptera, hemíptera y díptera (Dubois *et al.*, 2004)

Clasificación taxonómica de *B. bassiana*

Reino: Fungi

División: Mycota

Subdivisión: Eumycota

Clase: Deuteromycetes

Subclase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Moniliaceae

Género: *Beauveria*

Especie: *bassiana*

(Bálsamo, 1912)

3.8.1 Ciclo de vida de *B. bassiana*

El ciclo de este organismo se comprende de dos fases: una patogénica y la otra es la infectiva. La fase patogénica involucra cuatro pasos: Adhesión, germinación, diferenciación y penetración, mientras que en la fase de infectiva ocurre en la germinación y esporulación fuera del hospedante. El proceso de infección se inicia con la unión de los conidios del hongo a la cutícula del insecto. (Carballo y Guharay 2004).

Otros autores mencionan que el desarrollo de los hongos entomopatógenos, en especial los Deuteromycetes se dividen en diez etapas como patógeno en el hospedero, las cuales son: adhesión al tegumento, la germinación de los conidios, la penetración a través de la cutícula, multiplicación en hemocele, producción de toxinas de algunos hongos, seguidamente se da la muerte del insecto por y el hongo coloniza todo el interior, salida del micelio hacia el exterior, la esporulación sobre la superficie del cadáver y por último la diseminación al medio. (Inglis *et al.*, 2001)

3.8.2 Toxinas de *B. bassiana*

B. bassiana produce varias toxinas, Entre las principales toxinas producidas por los hongos entomopatógenos se destacan la beauvericina, beauverolides, bassianolides, isarolides, ácido oxálico, destruxinas a, b, c y d (Ferrera, 2011)

3.8.2 Dosis utilizadas

Estudios realizados en Colombia, para evaluar la virulencia, mortalidad y tiempo letal medio del hongo *B. bassiana* en concentraciones de 1×10^6 , 1×10^7 , 1×10^8 y 1×10^9 conidias/ml sobre el gorgojo menor de los granos almacenados *Sitophilus zeamais*, encontraron que las concentraciones evaluadas ocasionaron una mortalidad promedio del gorgojo del 98,37% (Suárez s.f.).

En Chiapas, México estudiante enviado de la Universidad Nacional de Agricultura probó distintas cepas de *B. bassiana* con el fin de determinar la patogenicidad y virulencia sobre la broca del café, las cepas fueron *Bb* h3 y *Bb* h4 de Honduras y *Bb* h25, *Bb* Cryss y *Rhissomatus* de México en concentraciones de 1×10^6 conidios en agua destilada, los datos obtenidos a los diez días después de la inoculación mostro que las cepas *Bb* h3 de Honduras, *Rhissomatus* y *Bb* Cryss de México, fueron los que tuvieron el mayor porcentaje de mortalidad por arriba del 50%. (Ferrera, 2011)

3.9 *Metarhizium. anisopliae*

La especie *M. anisopliae*, es un entomopatógenos que afecta más de 200 especies de insectos en siete órdenes, se caracteriza por la formación de varios conidios encima del esterigma. En esta especie con frecuencia ocurre la heterocariosis, cuyo resultado es la diferencia en cuanto a las virulencias de las cepas, producen quitinasa, lipasa y proteasa para la penetración en la cutícula, invade al huésped a través de la cutícula bucal. Los insectos mueren por la pérdida

de nutrientes y por las toxinas que son de dos tipos: destruxina A y destruxina B (Monzón, 2001). Los insectos afectados por este entomopatógeno son cubiertos completamente por micelio, el cual inicialmente es de color blanco pero a medida el insecto muere el hongo esporula y este se torna de color verde. (Sandino, 2003)

Clasificación taxonómica

Reino: Fungi

División: Mycota

Subdivisión: Eumycota

Clase: Deuteromycetes

Subclase: Hyphomycetes

Orden: Hypocreales

Familia: Clavicipitaceae

Género: *Metarhizium*

Especie: *anisopliae*

3.9.1 Ciclo de vida de *M. anisopliae*

En general los hongos desarrollan las siguientes fases sobre su hospedante las cuales son, germinación (formación de apresorios), formación de estructuras de penetración, colonización y reproducción. El proceso se inicia cuando las esporas se adhieren a la cutícula del insecto, luego se forma un tubo germinativo que nos permita la penetración al interior del cuerpo del hospedante, la germinación tiene como promedio de 12 horas después de la inoculación y la penetración de 12 a 18 horas de pues de la germinación. (Vicentini y Magalhaes, 1996).

3.9.2. Dosis aplicadas

En general, los conidios de hongos entomopatógenos se aplican en rangos de 2×10^9 conidios/ml en dos o tres litros de formulado/ha lo que equivale a aplicar 4.6×10^{12} conidios/ha, si el hongo es óptimo y de calidad (Jenkins y Grzywacs 2000).

Frazzon et al. (2000), evaluaron 12 aislamientos del hongo *M. anisopliae*, donde el aislamiento más patógeno generó 100% de mortalidad a una concentración de 107 conidiosporas x ml⁻¹; los aislamientos reactivados a partir de garrapatas fueron más patógenos que los cultivados en medio sintético.

Estudios realizados por Bautista y González (2005), utilizaron tres dosis de *M. anisopliae* sobre *Aeneolamia* spp. En caña de azúcar, evaluando 5×10^{11} conidios ha⁻¹, 1×10^{12} conidios ha⁻¹ y $1,5 \times 10^{12}$ conidios ha⁻¹, obteniendo mortalidades de 80,8 %, 96,4 % y 98,7 % respectivamente.

IV METODOLOGIA

4.1. Ubicación del experimento

La investigación se estableció en las fincas productoras, de las comunidades del Murmullo, El copete, Piedra Blanca y Pinabetal, localizadas en la sierra de Agalta, en el municipio de Catacamas, Olancho, presentando alturas de 1000 a 1400 msnm en el Murmullo, en el Copete se reportó de 1400 msnm, 1000 a 1200 msnm en Piedra Blanca y en Pinabetal 1300 msnm, registrándose temperaturas de 26°C en promedio anual, con una precipitación 1700 mm anuales. El trabajo se llevó cabo entre los meses de octubre, noviembre, y diciembre con el apoyo logístico y financiero de la Cooperativa Cafetalera de Olancho Limitada (COCAOL) y el departamento de producción vegetal de la Universidad Nacional de Agricultura.

4.2. Materiales y equipo

En la realización del proyecto se necesitó cinta plástica de color amarilla, rótulos, marcadores, lápiz tinta y grafito, tablero de apuntes, hojas de papel blancas, hojas de lectura de los tratamientos, cinta de pegar (masking tape), un paquete de bolsas plasticas transparentes de numeración 4*7, libreta de apunte. Los productos utilizados son: sepas de *B. bassiana* (h3, h4, h25), sepas de *M. anisopliae* y *Rhissomatus* (entomopatógenos provenientes de la micoteca del laboratorio de entomopatógenos del departamento de producción vegetal), Inex al 0.001 %, agua purificada, Clorpirifos, Deltametrina e imidacloprid, Gamma cyhalotrina, Spinetoram y Thiacloprid e Beta-Cyfluthrina. (Productos químicos).

Cinta métrica, jeringa de 20 ml y aguja calibre 16 gruesa, cinco botes plástico de 1000 ml, cinco recipientes de 100 ml, un agitador, un termo plástico, guantes, mascarilla protectora, bisturí o navaja, cámara fotográfica, GPS, machete o cola de zorro, piocha, pala, pinzas, placas Petri.

4.3 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron: cepas de *B.bassiana* h3, h4, h25, cepas de *M. anisopliae* y *Rhissomatus* los cuales conformaron los productos biológicos, y los productos químicos fueron los siguientes: Clorpirifos, Deltametrina e imidacloprid, Gamma cyhalotrina, Spinetoram y Thiachloprid e Beta-Cyfluthrina, también se estableció un testigo absoluto utilizando agua para su reacción. Estos se aplicaron en una forma más específica, debido a que la dosis utilizada fue unitariamente por cada árbol inyectándolos.

Cuadro 2 Descripción y dosificación de los tratamientos

Productos entomopatógenos						
Tratamientos	Nombre del producto			Dosis en ml		
	P.C.	I.A.	Viabilidad de conidias	Numero de conidias/ 80 ml de agua	Dosis/orificio en ml	conidios/orificio
T1	Agua	Agua	-----	-----	10 ml	-----
T2	<i>Bb.</i> H3	bauberisina	92.0%	2x10 ⁹	10 ml	2.5x10 ⁸
T3	<i>Bb.</i> H4	bauberisina	92.0%	2x10 ⁹	10 ml	2.5x10 ⁸
T4	<i>Bb.</i> H25	bauberisina	92.0%	2x10 ⁹	10 ml	2.5x10 ⁸
T5	<i>Rhissomatu</i>	bauberisina	92.0%	2x10 ⁹	10 ml	2.5x10 ⁸
T6	<i>M. anisopliae</i>	<i>M. anisopliae</i>	92.0%	2x10 ⁹	10 ml	2.5x10 ⁸
Productos químicos						
	I.A.	Cantidad de I.A.	ml P.C./l de agua	I.A. del caldo	Dosis/orificion	I.A./ orificio
T7	Deltametrina ** y Imidacloprid *	Delt. = 150 g Imid.= 40 g	46 ml	Delt.= 5.83 g Imid.= 2.91 g	10 ml	Delt.=58.3mg Imid.=29.1 mg
T8	Thiachloprid* y Beta-cyfluthrin**	Thiac.= 99 g Bet.= 12.4 g	12.5 ml	Thiac.= 1.29g Bet.= 0.11g	10 ml	Thiac.=12.9mg Bet.=1.1mg
T9	Clorpirifos *	480 g	15 ml	7.2 g	10 ml	72 mg
T10	spinetoram *	60 g	15 ml	0.9 g	10 ml	9 mg
T11	Gamma cyhalotrina	112.5 g	50 ml	5.6 g	10 ml	56 mg

4.4 Preparación de los tratamientos

Productos químicos

Para establecer la dosis adecuada de los productos utilizados se calculó de la siguiente manera.

$$\text{Dosis} = \frac{P.C. \text{ en ml}}{S. \text{ en l}} * 10$$

P.C.= cantidad de producto comercial.

S= la cantidad de agua recomendada para la solución.

10= incremento diez veces la dosis calculada.

Productos biológicos

Numero de conidios

Primeramente con las sepas ya sembradas y bien desarrolladas en el laboratorio se realizaron una serie de pruebas como ser el número de conidios de cada uno de los distintos entomopatogenós que consiste en tener el conocimiento de la cantidad de conidios que están presentes en la solución madre y envase a estos se determina el número de conidios aplicados, a mayor presencia de conidios mejor cera su reacción contra su huésped. La metodología para determinar el número de conidios es la siguiente.

El primer paso se realizó una solución madre del hongo ya desarrollado, para obtener esta mezcla se colocó 10 ml de agua destilada y 1 ml de inx al 0.001% dentro de la placa y luego con un agitador se obtuvo una homogenización de la solución, luego en cuatro tubos de ensayo se colocaron 9 ml de agua destilada en cada uno de ellos, próximamente se tomó un ml de la solución madre y se homogenizo en un tubo y se obtuvo otra mezcla y de la misma se tomó un ml y se colocó en otro tubo repitiendo la misma practica en los cuatro tubos, próximamente se tomó un ml del ultimo tubo de ensayo y se colocó en la cámara de neubaver

para su respectivo conteo en un microscopio, obteniendo cinco conteos del número de conidios presentes y luego se calculó una media entre todas las lecturas.

Seguidamente ya teniendo el promedio del número de conidios presentes en el área de la cámara de Neubauer (área 0.1 mm^3), se calculó el número de conidios presentes en las placas Petri (1000 mm^3) con la ayuda de la regla de tres, esto para el conocimiento de la cantidad de conidios presentes en las placas y próximamente se calculó el número de placas utilizadas en todo el experimento para todas sus repeticiones.

La viabilidad

Para la prueba de viabilidad se realizaron cuatro siembras normales de nuevas placas Petri con las sepas de los hongos de las placas ya desarrolladas luego ya sembradas las placas se expusieron a la luz solar en un determinado tiempo los cuales correspondían a 30 minutos, 60 minutos, 90 minutos y 120 minutos esto para probar cuantos conidios sobreviven a determinado tiempo en condiciones de temperatura, luego al cumplir el tiempo de exposición solar se colocaron en condiciones ambientales favorables y se esperaron 24 horas para la lecturas en el microscopio.

4.4.1 Manejo del experimento

El trabajo de investigación se realizó en cuatro distintas zonas productoras de café donde se establecieron dos ensayos, el primero se localizó en la comunidad de piedra blanca y el segundo en las comunidades del murmullo, el copete y pinabetal. Siguiendo con la metodología del trabajo se tomó referencia del diagnóstico de incidencia de las distintas comunidades realizado en la primera etapa del estudio del barrenador ejecutado por (Milla, 2016) seguidamente se seleccionaron las fincas con un alto promedio de plantas afectadas por el barrenador y se hizo la distribución de todos los tratamientos y sus respectivas repeticiones teniendo en cuenta en el segundo ensayo, que se compuso de tres distintas

comunidades, y se aplicaron todos los tratamientos y algunas repeticiones para tener uniformidad entre tratamientos/repeticiones/zonas.

Siguiendo con el protocolo de actividades en el primer ensayo se seleccionaron siete fincas para la aplicación de los tratamientos. En el segundo ensayo en la comunidad del murmullo se aplicaron en cinco fincas, en el copete una finca y en pinabetal una finca teniendo en total siete fincas visitadas y aplicado todos los tratamientos con el mismo número de repeticiones por comunidad.

4.5 Caracterización del lugar

En los apuntes que se tomaron se registraron una serie de datos de la zona donde se instalaron los ensayos como referencia del experimento, los datos son: el dueño de la finca, el nombre de la comunidad, la lectura del nivel del mar, el área de las fincas y el número de plantas tratadas con los tratamientos.

4.6 Identificación y Aleatorización de las unidades experimentales

Identificación de árboles utilizados

Esta actividad se realizó mediante la observación de los síntomas visibles como ser volcancitos de aserrín fresco de color blanco amarillento al pie de tallo, marchites de las hojas que presenta la planta al estar atacada por el barrenador. Para la identificación, se utilizó una cinta de color amarilla localizada en la parte superior de la planta.

Aleatorización de los tratamientos

Con las fincas y los arboles ya identificados se procedió a realizar una distribución aleatorio de los tratamientos con sus respectivas repeticiones en todos los cafetales seleccionados de

las cuatro zonas muestreadas, seguidamente se colocó una cinta plástica de color, esto para la respectiva rotulación del tratamiento y el número de repetición que representaba la planta.

Limpieza del área

Con el uso de las herramientas respectivas se realizó una limpieza alrededor de los árboles, esto para mostrar un área de trabajo con mejor claridad y movilidad para el momento de la aplicación de los tratamientos y lecturas de los mismos.

4.7 Aplicación de los tratamientos

Como primera actividad se procedió al reconocimiento del equipo de trabajo y se realizó la respectiva rotulación donde se identificó con el nombre del producto, dando a conocer que cada tratamiento tenían sus respectivos materiales de aplicación, esto para evitar una contaminación o inhibir la reacción de los productos. Siguiendo con la práctica de campo se procedió a la preparación y medición de los productos con las jeringas de 20 ml se tomó la dosis identificada en el cuadro N° 1 y se diluyó en un litro de agua obteniendo un caldo insecticida.

Seguidamente con los caldos de todos los tratamientos ya preparados y con la búsqueda minuciosa del agujero de entrada del barrenador, se extrajeron diez ml de caldo usando su respectiva jeringa, luego se procedió a introducir la aguja calibre 16 dentro del tallo en dirección hacia abajo o intermedia del orificio ya identificado y se inyectó el caldo en la parte interna de la planta para su respectivo control. Después de haber inyectado todas las repeticiones se retiró el equipo y no se volvió a usar. Las aplicaciones solo se realizaron una sola vez por cada árbol tratado.

4.8 Variable evaluada

4.8.1 Mortalidad de la larva

La lectura de los datos de todos los tratamientos se realizó a los siete días después de la aplicación de los productos en las planta. Con el equipo necesario se realizó una excavación alrededor del tallo para descubrir completamente la raíz, luego con el uso de un machete se abrió cuidadosamente el tallo en dos cortes donde se buscó la galería y la larva y se procedió a la lectura de la mortalidad de esta, tomando en cuenta si se observó viva o muerta, se apuntó el resultado de cada tratamiento de todas sus repeticiones en los registros de lecturas, ubicado en anexos cuadro N° 3.

Para presentar confiabilidad de la mortalidad de las larvas tratadas con los productos biológicos se trasladaron al laboratorio de entomopatogenos en la universidad nacional de agricultura, y se realizaron una serie de pruebas, las cuales se observaron en el estereoscopio y se colocaron en cámaras húmedas para su desarrollo y poder utilizarlas para una serie de reproducción de las cepas y obtener un producto más eficaz en la mortalidad del gusano barrenador del tallo del café.

4.9 Diseño del experimento

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA), el cual estuvo compuesto de once tratamientos con ocho repeticiones cada producto. Estos corresponden a cepas de *B. bassiana* (h3, h4, h25, *Rhyssomatus*) y una cepa de *M. anisopliae* y cinco productos químicos, Clorpirifos, Deltametrina e imidacloprid, Gamma cyhalotrina, Spinetoram, Thiacloprid e Beta-Cyfluthrina y agua utilizándola como testigo.

4.9.1. Modelo estadístico utilizado

El modelo estadístico fue el siguiente: $Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$.

Donde:

Y_{ij} = variable del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

μ = media general

T_i = efecto del i-ésimo tratamiento o efecto no aleatorio del tratamiento i.

E_{ij} = efecto del error experimental del i-ésimo tratamiento, j-ésimo repetición.

4.10. Análisis de resultados

Para determinar si presentaban diferencias estadísticamente entre todos los tratamientos evaluados se realizó ANAVAS en el programa de estadística InfoStat, al encontrarse diferencias significativas en la ANAVA, se practicó una prueba de medias de Fisher LSD con un nivel de significancia del 0.05%.

V RESULTADOS Y DISCUSION

Previo a la instalación del ensayo en las zonas, se seleccionaron fincas que presentaron incidencia de 5% en adelante, reportadas por el diagnóstico realizado por Milla 2016, lo que nos indicaba el ataque del barrenador. Las condiciones climáticas que se presentaron durante el tiempo de la aplicación de los tratamientos fue de 3.5 mm de precipitación, registrándose un promedio de temperatura de 26 °C en la sierra de Agalta, donde están ubicadas las cuatro distintas zonas donde se desarrolló el estudio.

Se establecieron dos ensayos en cuatro distintas zonas de la sierra de Agalta, usando la metodología en todo el trascurso de la investigación en los dos lotes de investigación. El primer ensayo se estableció en la comunidad de Piedra blanca y el segundo en el Murmullo, Copete y Pinabetal.

5.1 Mortalidad de la larva del barrenador del café

Los resultados obtenidos de la variable mortalidad de la larva en los dos ensayos fueron analizados por separado para facilitar la comprensión de los datos resultantes de las pruebas de medias y sus relaciones entre tratamientos.

5.2 Mortalidad en el primer ensayo

Los datos obtenidos a los siete días en el primer ensayo, presentaron diferencias significativas ($\alpha \leq 0.05$), entre las media de los tratamientos, con respecto a la relación productos químicos y biológicos contra el testigo. (Figura 1)

Según la comparación de Fisher ($\alpha \leq 0.05$), a los siete días después de la aplicación de los tratamientos, existe diferencias estadísticas sobre la mortalidad de la larva del barrenador entre el testigo y los tratamientos *Bb h3*, *Bb h4*, *Rhissomatus* y todos los productos químicos aplicados. Así mismo se obtuvo que los productos *Bb h25* y *Metharizium* con el testigo no presentan diferencias estadísticas significativas. (Figura 1, Anexo 4)

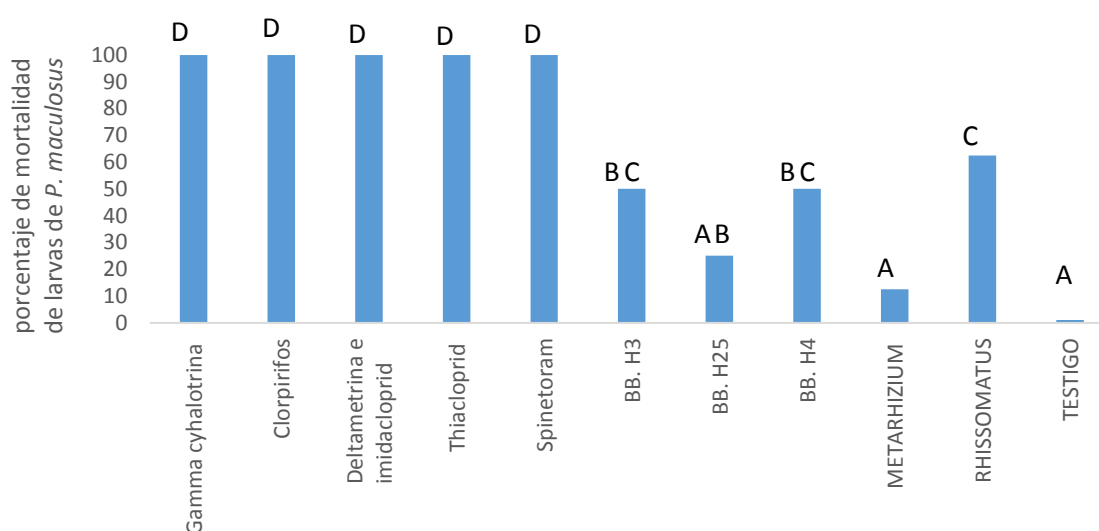


Figura 1 Mortalidad porcentual de todos los tratamientos ocasionados a los siete días después de la aplicación en el primer ensayo.

Las columnas representan los distintos porcentajes de mortalidad de larvas de *P. maculosus*, los valores que se representan con las mismas letras no presentan diferencias significativas de acuerdo a las pruebas de Fisher ($\alpha \leq 0.05$).

Este efecto se dio por la posición en la que se encontró la larva dentro del tallo, esto de acuerdo a lo encontrado en los tratamientos, las larvas que se encontraban en la parte superior de la galería presentaban intacto su cuerpo debido a que los productos biológicos debe de tener un contacto directo con su hospedero según (Carballo y Guharay 2004) el proceso de adhesión consiste en el primer contacto que tienen los conidios con la superficie cuticular del hospedero y dependiendo de esta etapa es que se presentan las siguientes fases que actúan

dentro del insecto, los factores climáticos también son indicadores que influyeron en todo el proceso de aplicación y desarrollo del patógeno.

Para los productos químicos según la (BAYER, Dow Agrosiences, QUIMIX, sf) estos insecticidas están compuestos de ingredientes que funcionan por contacto, ingestión e inhalación, debido a esto es que los tratamientos utilizados no presentaban una complicación según en la posición que se encontrara la larva dentro del tallo, siempre presentaba control debido a que moría por una mejor exposición del químico a la larva.

5.2.1 Comparación entre químicos y biológicos en el primer ensayo

En cuanto al análisis de Fisher ($\alpha \leq 0.05$), de las pruebas de medias para los tratamientos químicos con relación a los tratamientos biológicos si existe diferencias significativas para la variable mortalidad (Anexo 4), en la lectura de los tratamientos Clorpirifos, Deltametrina e imidacloprid, Gamma cyhalotrina, Spinetoram y Thiacloprid e Beta-Cyfluthrina se obtuvo un 100% de mortalidad en todas sus repeticiones y para los productos biológicos se obtuvo una variación por lo tanto los tratamientos químicos presentan más eficiencia al control de la larva de *P. maculatus*. (Figura 1)

Los resultados obtenidos es porque los productos químicos no dependen de factores climáticos para su reacción, teniendo el conocimiento de que estas son sustancias piretroides a base de ingredientes inertes tóxicos para organismos vivos con funciones específicas o variadas para su control, en comparación a los biológicos presentan diferencias de manejos y condiciones climáticas.

5.2.2 Comparación entre biológico en el primer ensayo

En el análisis de Fisher ($\alpha \leq 0.05$), se define que entre los tratamientos biológicos si presenta diferencias entre ellos de acuerdo a las lecturas de los datos obtenidos con respecto a la variable mortalidad *Rhissomatus* presentó el mayor porcentaje de mortalidad de larvas,

siguiendo *Bb* h3 y *Bb* h4 que presentaron una igualdad de mortalidad en el primer ensayo y con respecto a *Metarhizium* difiere con todos los demás a comparación con *Bb* h25 que presentan similitudes, y de acuerdo a *Bb* h25 presenta aproximaciones a *Bb* h3 y *Bb* h4, *Bb* h3 y *Bb* h4 presentan similitudes a *Rhissomatus* (Figura 1, Anexo 4).

Las variaciones en cuanto a la mortalidad de los tratamientos biológicos se presentó por distintos factores que pudieron ser un obstáculo para sus desarrollo en su hospedero según (Samson, *et al*, 1988) el éxito de la germinación y penetración no dependen necesariamente del porcentaje de germinación sino del tiempo de duración de la germinación, modo de germinación, agresividad del hongo, tipo de espora y susceptibilidad del hospedante.

Según Ferrera (2011), probó seis cepas de *B. bassiana* en *H. hampei*, las cuales fueron *Bb* h3, *Bb* Rhyss, *Bb* Cryss, *Bb* Com, *Bb* 25 y *Bb* h4, donde *Bb* h3 y *Bb* h4 fueron extraídas de Catacamas Olancho Honduras y trasladadas hacia México y las demás provenientes de Tapachula México lugar donde se realizó la investigación.

Los resultados obtenidos a los diez días después de la inoculación, nos muestra que las cepas *Bb* h3, *Bb* Rhyss, *Bb* Cryss y *Bb* Com fueron las que tuvieron los mayores porcentajes de mortalidad por arriba del 50%, con el 60.6, 60.0, 53.2 y 51.8 % respectivamente. En tanto que las cepas que no alcanzaron el 50% de mortalidad sobre las brocas fueron la *Bb* 25 y *Bb* h4, así como el testigo, los que obtuvieron una mortalidad de, 47.8, 31.4 y 9% en orden descendiente (Ferrera, 2011),

En comparación con los porcentajes de mortalidad obtenidos de *Bb* h3, *Bb* h4, *Bb* Rhyss y *Bb* 25 en el control de larvas de *P. maculosus*, en el primer ensayo, *Bb* Rhyss presentó un 62.5%, *Bb* h3 con un 50%, *Bb* h4 50% y *Bb* 25 un 25% en comparación al control de *H. hampei* las cepas de *Bb* Rhyss, *BbHond3*, *BbHond4* no presentan diferencias entre las mismas cepas utilizadas en control de *H. hampei* y con respecto a *Bb* 25 si presenta diferencias debido a que es más virulenta en *H. hampei* que en *P. maculosus*.

5.2.3 Comparación de mortalidad entre químico en el primer ensayo

En la comparación entre los tratamientos químicos se obtuvo en el análisis de Fisher ($\alpha \leq 0.05$) que no presentan diferencias estadísticas entre ellos, observando igualdad con respecto a la variable mortalidad, esto debido a que todas las repeticiones de todos los tratamientos presentaron un 100% en el control de la larva del barrenador. (Figura 1, anexo 4)

Con respecto a la acción de los productos químicos estos son soluciones altamente y ligeramente tóxicas y con un alto periodo de residualidad en el ambiente ya que se componen de los siguientes ingredientes activos Clorpirifos, Deltametrina e imidacloprid, Gamma cihalotrina, Spinetoram y Thiacloprid según (BAYER, s.f.) estas sustancias actúan de forma sistémicos, de contacto e inhalación, una vez que el ingrediente activo entra en contacto con la superficie externa del cuerpo del insecto las neuronas se despolarizan activando el sistema muscular, produciendo síntomas como extensión de las patas, contracciones y temblores involuntarios, bate sus alas, postración, lo que lleva a todo el sistema a una fatiga neuromuscular, parálisis y finalmente la muerte.

Según Villeda (2012) evaluó el efecto de tres dosis de cuatro productos químicos para el control de *H. hampei*. Los siguientes productos evaluados fueron: Lufenuron + profenofos (Curyom 55CE), Clorpirifos metil (Lorsban 48 EC), Imidacloprid + Deltametrina (Muralla Delta 190 OD), Endosulfan (Thiodan 35 EC).

Los resultados que obtuvo en los distintos tratamientos los que mayor representaron la mortalidad de *H. hampei* fueron Endosulfan quien en promedio de las tres dosis presentó un 74%, mientras que Clorpirifos metil fue de 58.3% en las tres dosis, y seguidamente de Lufenuron + profenofos con un 24%, Imidacloprid + Deltametrina 23.3%. En las tres dosis evaluadas de Lufenuron + profenofos e Imidacloprid + Deltametrina no tuvo diferencias estadísticas del testigo, por ello concluyó que estos productos no son buenos para el control de *H. hampei*. (Villeda 2012), en comparación con la evaluación de Clorpirifos y Imidacloprid + Deltametrina en el control de larvas de *P. maculosus*, los porcentajes de

mortalidad obtenidos fueron del 100% presentan diferencia a los porcentajes que obtiene en el control de *H. hampei*, teniendo una diferencia del 26% para Clorpirifos en cuanto a la mortalidad que ocasiona en *P. maculosus* y 41.8% para Imidacloprid + Deltametrina.

5.3 Mortalidad en el segundo ensayo

En el análisis de varianza realizado a los porcentajes de la mortalidad obtenido a los siete días nos indica que existe diferencias estadísticas entre los tratamientos en comparación al testigo, y en las pruebas de Fisher ($\alpha \leq 0.05$), nos muestra que los mejores tratamientos fueron las sepas de *Rhissomatus*, *Bb h3*, *Bb h4* y los productos: Clorpirifos, Deltametrina e imidacloprid, Gamma cyhalotrina, Spinetoram y Thiacloprid, comparados con el testigo, *Bb h25* y *Mehatrizium* difieren entre todos y estos presentan igualdad con el testigo en cuanto a la variable mortalidad. (Figura 2, Anexo 5)

Los resultados obtenidos en el segundo ensayo muestran una variación en todos los tratamientos, esto respecto a que los productos químicos según la (BAYER sf.) están formados por ingredientes tóxicos para organismos vivos que provocan la muerte instantáneamente o en un tiempo de horas o minutos. Por la parte de los biológicos se encuentra una diferencia debido a que estos son organismos vivos que dependen de factores climáticos, manejo y manipulación para que expresen su patogenicidad en su hospedero.

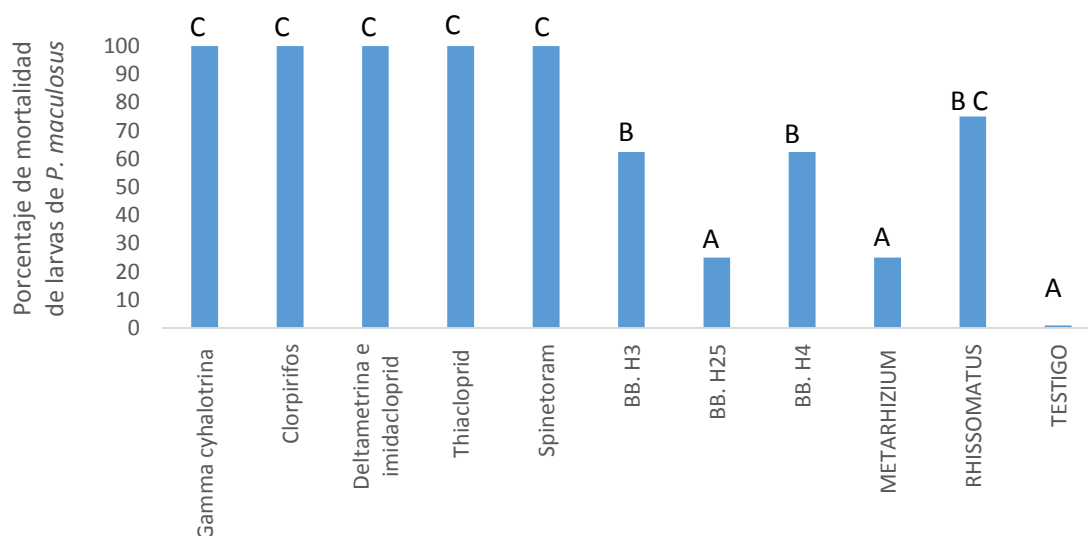


Figura 2 Mortalidad porcentual de todos los tratamientos obtenidos a los siete días después de la aplicación en el segundo ensayo.

Las columnas representan los valores porcentuales a los que cada tratamiento logro en la mortalidad de *P. maculosus*, y las letras repetidas en las distintas columnas nos indican que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos.

5.3.1 Comparación entre químicos y biológicos en el segundo ensayo

Para los porcentajes de mortalidad obtenidos en los tratamientos químicos en relación al valor adquirido en los biológicos en el segundo ensayo presentaron diferencias estadísticas en el análisis de varianza dando a conocer que los productos químicos presentan un alto valor porcentual de mortalidad de *P. macualosus*, y con respecto a la prueba de Fisher ($\alpha \leq 0.05$), se obtuvo que las sepas de *Bb h3*, *Bb h4*, *Bb h25* y *Metarhizium* difieren de todos los productos químicos, mientras que *Rhissomatus* presenta similitudes a Clorpirifos, Deltametrina e imidacloprid, Gamma cyhalotrina, Spinetoram y Thiacloprid. (Figura 2, Anexo 5)

5.3.2 Comparación de los biológicos en el segundo ensayo

Los datos obtenidos para los tratamientos biológicos a los siete días después de la inoculación en el segundo ensayo mostraron que las sepas de *Rhissomatus*, *Bb* h3 y *Bb* h4 fueron las que mejor se desarrollaron presentando valores mayores al 50% de mortalidad, con el 75%, 62.5% y 62.5% respectivamente, y las sepas que no alcanzaron el 50% de mortalidad de larva fueron *Bb* h25 y *Metarhizium* los que presentaron una igualdad de la mortalidad del 25%. (Figura 2)

Según la interpretación del análisis de Fisher ($\alpha \leq 0.05$), para los datos obtenidos en los tratamientos biológicos se encontró que *Bb* h25 y *Metarhizium* difieren de *Bb* h3, *Bb* h4 y *Rhissomatus* y en cuantos a las sepas de *Bb* h3, *Bb* h4 y *Rhissomatus* presentan una similitud con respecto a la variable mortalidad de *P. maculosus*. (Anexo 5)

5.3.3 Comparación del mejor químico en el segundo ensayo

En los datos recolectados en campo de los tratamientos químicos en relación al mejor tratamiento con la comparación del análisis de Fisher ($\alpha \leq 0.05$), no presentaron diferencias estadísticas con respecto a sus medias esto se debe a que todas sus repeticiones demostraron un porcentaje del 100% en la mortalidad de *P. maculosus*. (Figura 2, Anexo 5)

En comparación con otros estudios ejecutados con productos químicos en distintas plagas los productos no logran un control del 100% en la finca, esto debido a que la aspersión del producto una parte se volatiliza en el ambiente y otra no llega directamente a la plaga, mientras que este método de control utilizado y experimentado presenta una mayor eficiencia esto porque el producto va directamente al insecto y no presenta pérdidas de producto. Otra de las razones por las que tuvo un éxito en cuanto a la mortalidad fue por el aumento de la dosis que se aplicó en la fórmula.

5.4. Comparación entre los dos ensayos

En los porcentajes de mortalidad entre los dos ensayos aplicados se obtuvo una mínima variación entre los tratamientos biológicos, teniendo como resultado tratamientos superiores o igual al 50% de control, entre los que mejor actuaron en el primero y el segundo ensayo fueron *Bb* h3, *Bb* h4 y *Rhissomatus*, presentando un porcentaje del 62.5% de mortalidad la obtuvo *Rhissomatus* en el primer ensayo y en el segundo ensayo reporto un 75% lo que nos indica que el segundo ensayo muestra una diferencia de 12.5% más de mortalidad que en el primer lote experimental. (Figura 3)

Para *Bb* h3 y *Bb* h4 presentaron en el primer ensayo una igualdad en el porcentaje de mortalidad del 50% y para el segundo ensayo se obtuvieron un 62.5% igualando nuevamente, a diferencia del primer lote experimental se adquirió una diferencia del 12.5% más en el control de la larva de *P. maculatus*. (Figura 3)

Con respecto a los tratamientos *Bb* h25 y *Metarhizium* fueron los que presentaron porcentaje de mortalidad por debajo del 50%, en el primer ensayo reportaron una proporción del 25% y el 12.5% y en el segundo lote experimental para *Bb* h25 presento una igualdad del 25% al resultado del primer ensayo y con respecto al segundo ensayo para *Metarhizium* reporto una mortalidad del 25% igualando a *Bb* h25 y superando por el 12.5% a los datos obtenidos en el primer ensayo. (Figura 3)

Estas diferencias en cuanto a la mortalidad de las larvas del barrenador se dieron por las variación de alturas sobre el nivel del mar, esto debido a que el segundo lote experimental se instaló en fincas que reportaban alturas desde 900 a 1200 msnm y el primero presentaba un rango de 500 a 1000 msnm, esto nos indica que en el segundo lote presentaba mejores condiciones climáticas para que el hongo presentara su máxima expresión en su ciclo de desarrollo. Según De la Rosa y Alatorre (2008) ellos define que la temperatura es uno de los factores limitantes para los hongos entomopatógenos, estudios realizados en el laboratorio les demuestra que el rango óptimo de temperatura para que ocurra la infección, el crecimiento

y desarrollo varía entre 10°C y 30°C y para la humedad relativa es necesaria que se presente por arriba del 90% ya que es necesaria para la germinación de los conidios, en cuanto a la radiación solar se constituye el principal factor que afecta la persistencia de los hongos y los inactiva directa o indirectamente. Tomando el respaldo de la teoría, De la Rosa y Alatorre (2008) los porcentajes de mortalidad obtenidos en el segundo ensayo se presentan más altos esto debido a que las zonas donde se estableció los tratamientos presentaban las condiciones para el desarrollo del entomopatógeno en un rango de altura sobre el nivel del mar de 1000 a 1200 msnm.

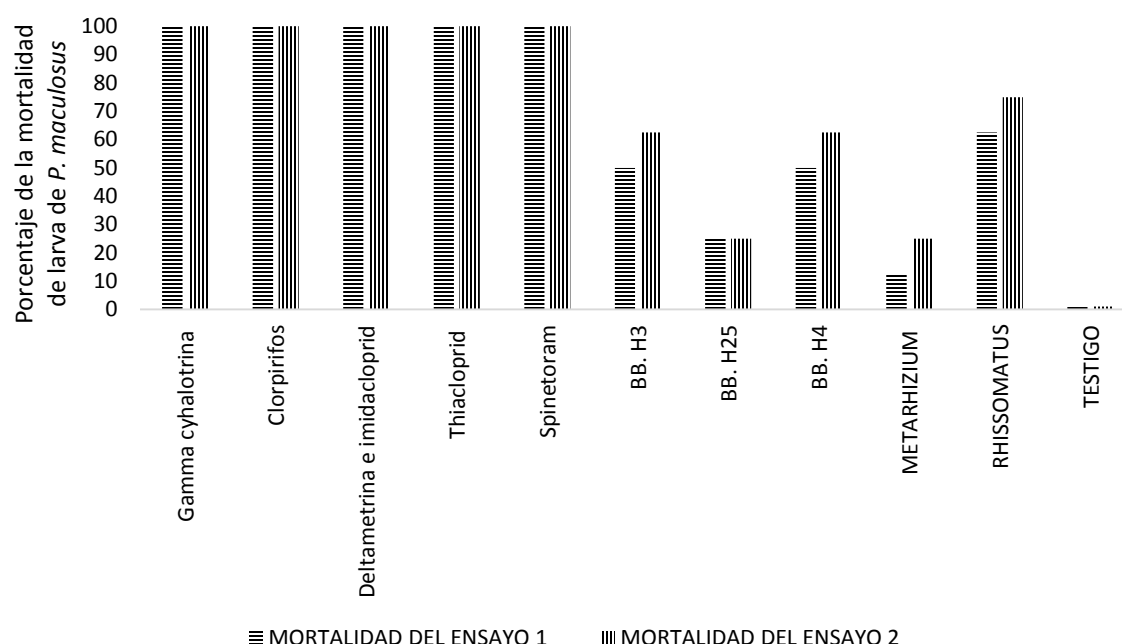


Figura 3 Diferenciación de los Porcentajes de la mortalidad de la larva de *P. maculosus* ocasionados en los dos distintos lotes experimentales.

Para la diferenciación las columnas con rayas horizontales son datos obtenidos en el primer ensayo y las verticales representan el segundo ensayo

Con respecto al comportamiento de los tratamientos químicos en los dos distintos lotes experimentales no presentaron variaciones en cuanto a la mortalidad, adquiriendo el porcentaje más alto de un 100% en todos sus tratamientos. (Figura 3) por estos resultados se

comprueba nuevamente que para estos productos no dependen de rangos de temperatura, humedad relativa, radiación solar, para que puedan actuar sobre su hospedero.

VI CONCLUSIONES

Entre las cepas de *B. bassiana* utilizadas, *Rhissomatus*, *Bb* h3 y *Bb* h4 fueron las que demostraron patogenicidad sobre *P. maculosus* logrando mortalidades del 50% en adelante en todas sus repeticiones en los dos lotes experimentales.

El hongo que demostró una mayor patogenicidad sobre la larva de *P. maculosus* fue *B. bassiana* cepa (*Rhissomatus*) logrando un 75 % en el segundo ensayo y en el primer un 62.5 %, obteniendo un promedio de 68.7 en los dos lotes experimentales lo que nos indica un buen control.

Los insecticidas químicos Clorpirifos, Deltametrina e imidacloprid, Gamma cyhalotrina, Spinetoram y Thiacloprid en dosis de (72, 87, 56, 9, 14) mg/orificio todos presentaron igualdad en la mortalidad de *P. macualosus*, demostrado una efectividad del 100% de control.

Al analizar el impacto ambiental el control ejercido y el costo, se considera que los insecticidas químicos Gamma cyhalotrina y Spinetoram, son los mejores debido a que presentan menor residualidad en el ambiente, y son ligeramente tóxicos porque tiene banda de color azul, y en cuanto al costo son relativamente económico.

VII RECOMENDACIONES

Darle seguimiento al estudio del control del barrenador del tallo del café no solo en estado larval sino también en su estado adulto para obtener más efectividad en el control de la plaga.

En cuanto a los productos biológicos se recomienda realizar por lo menos dos aplicaciones por agujero para asegurar la inoculación de la larva, después de la aplicación se recomienda realizar recolectas de muestras a los siete días, esto para la verificación de la mortalidad de la larva y reconocer la acción del hongo.

Para un mejor establecimiento de los productos biológicos se recomienda aplicarlos en la época lluviosa ya que le permite al hongo un mayor desarrollo esto debido a que las condiciones ambientales son favorables para el microorganismo.

Se recomienda recolectar muestras de larvas muertas en campo por el hongo y realizar multiplicación de las sepas en medio de cultivos esto para aumentar la virulencia del hongo hacia larvas de *P. maculosus*.

Realizar investigaciones de todos los productos biológicos experimentados en todas las distintas regiones cafetaleras del país.

Poner en práctica todas las especificaciones propuestas en este documento y expandir la información a todos y cada uno de los productores cafetaleros del país.

Para el control con productos químicos se recomienda utilizar Gamma cyhalotrina y Spinetoram con dosis de 56 y 9 mg/orificio esto debido a su baja toxicidad.

VIII BIBLIOGRAFIA

Ávila Santos L.A. 2005. Tesis Impacto agronómico del daño causado por el gusano barrenador del tallo del cafeto (*plagiohammus maculosus*) en el municipio de santa cruz naranjo del departamento de Santa Rosa. Consultado el 26 de julio del 2015. Páginas 9 a la 13. Disponible en Universidad De San Carlos De Guatemala.

Bálsamo Crivelli, 1912. Taxonomía de *Beauveria bassiana*. Consultado el 29 de agosto del 2015. Disponible en <http://microilustres.blogspot.com/2008/01/bassi-agostino-1773-1856.htm>.

Bautista, A. y González, C. 2005. Tres dosis de *Metarhizium anisopliae* sobre la mosca pinta (*Aeneolamia* spp.) en caña de azúcar en la región de Los Ríos, estado de Tabasco México. Universidad y Ciencia. V. 21 No. 41. 37-40 pp.

BAYER. Ficha técnica de Monarca 11.25 SE, por BAYER. Consultado el 13 de agosto del 2015. Disponible en <http://www.bayercropscience-ca.com>. Páginas 1,4.

BAYER. Ficha técnica de muralla delta 190 OD. Consultado el 10 de agosto del 2015. Disponible en www.bayercropscience-ca.com. Páginas 1,2.

Carlos Linneo, 1753. La taxonomía del café. Consultado el 29 de agosto del 2015. Disponible en microilustres.blogspot.com

Castrillo, LA.; Roberts, DW. y Vandenberg, JD. The fungal past, present, and future: germination, ramification and reproduction. *Journal of Invertebrate Pathology*, vol. 89, p. 46-56.

Carballo M; Guharay, F. 2004. Control Biológico de Plagas Agrícolas. Primera ed. Managua. CATIE, 2004.232p.

CABI Bioscience 2003. Coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*). (En línea). Consultado 10 de abril 2016. Disponible en: <http://pest.cabweb.org/Archive/Pestofmonth/Cbb.htm#10>

CARREÑO, 2003 I. Evaluación de la patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus sociales* Bondar (Homoptera: Aleyrodidae) bajo condiciones de invernadero. 2003. 107f. Trabajo de grado (Microbióloga Agrícola y Veterinaria) - Facultad de Ciencias Básicas, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2003.

Cañedo V., Ames T. 2004. Manual de Laboratorio para el Manejo de Hongos Entomopatógenos. Lima, Perú; Centro Internacional de la Papa (CIP). Consultado el 6 de mayo del 2016. Disponible en www.cipotato.org. Pag. 10.

CEPICAFE (Central piurana de cafetaleros) 1999. Manejo fitosanitario en el cultivo de café. Enfermedades del café. (En línea). Consultado el 18 de mayo de 2013. Disponible en: [http://api.ning.com/files//Manejo Fitosanitario en el cultivo de Café .pdf](http://api.ning.com/files//Manejo_Fitosanitario_en_el_cultivo_de_Café.pdf).

De la Rosa, W. y Alatorre, R. 2008. Insecticidas microbianos en el manejo integrado de plagas. In. Toledo, J; Infante, F. Manejo integrado de plagas. Editorial Trillas. México. pag 105-124.

Dow Agrosciences. Ficha técnica de Lorsban 48 EC. Consultado el 17 de septiembre del 2015. Disponible en www.adama.com. Páginas 1,2,3.

Dow Agrosciences. Ficha técnica de EXALT* 6 SC. Consultado el 9 de agosto del 2015. Disponible en http://www.agrosiembra.com/nc=EXALT*_6_SC-232. Páginas 2,3.

Dubois, T.; Hajek, AE.; Jiafu, H., LI, Z. 2004. Evaluating the efficiency of entomopathogenic fungi against the Asian longhorned beetle, *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae), by using cages in the field. *Environmental Entomology*, vol. 33, no 1, p. 62-74.

FRAZZON, A. P. G.; VAZ JUNIOR, I. D. S.; MASUDA, A.; SCHRANK, A.; VAINSTEIN, M. H. In vitro assessment of *Metarhizium anisopliae* isolates to control the cattle tick *Boophilus microplus*. **Veterinary Parasitology**, v. 94, n. 1/2, p. 117-125, 2000. [http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4017\(00\)00368-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4017(00)00368-X)

Fernández-Larrea, O. 2002. Principales grupos de microorganismos entomopatógenos y antagonistas: mecanismos de acción. In *Producción y uso de agentes microbianos para el control de plagas en agricultura ecológica*. Turrialba (CR) : CATIE. p. 29-37.

Ferrera Gomez, 2011. Patogenicidad y virulencia de seis cepas de *beauveria bassiana* sobre la broca del café, *hypothenemus hampei* (Ferrari), en chiapas, Mexico. Consultado el 28 de junio del 2015. Disponible en la Universidad nacional de Agricultura. Pag. 16.

Fischersworring B; Roskamp R. 2001. Guía para la caficultura ecológica. Disponible www.cafeecologico.com. Pag. 153

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura). 2003. Cadena de comercialización del café. Managua Nicaragua. 169 p.

IHCAFE (Instituto Hondureño del Café). 2014. Informe estadístico anual cosecha 2012-2013. Consultado el 29 de septiembre del 2015. Disponible en www.ihcafecosecha2013.com. Pag. 24.

IHCAFE (Instituto Hondureño del Café). 2011. Historia del café en Honduras. (en línea). Consultado el 21 de julio del 2015: Disponible en: www.ihcafe.hn/.

IHCAFE (Instituto Hondureño del Café). 2013. La caficultura Hondureña (en línea). Consultado el 21 de julio del 2015: Disponible en: www.ihcafe.hn/.

IHCAFE 2011. Guía variedades de café. (En línea). Consultado 19 de septiembre de 2015. Disponible en www.ihcafe.hn.

ICAFE (Instituto Del Café De Costa Rica). 1998. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. 1ª. ed. Heredia Costa Rica. Disponible en www.icafe.com. Pag 193.

Inglis, GD. Johnson, D.L., Cheng, K.J., Goettel, M.S. 2001. Use of pathogen combination to overcome constraints of temperature on entomopathogenic Hyphomycetes against grasshoppers. *Biological control*, 8: 143-152. 1997b.

Jenkins N. E. y Grzywacz. D. 2000. Quality control of fungal and viral biocontrol agents assurance of product performance. *Biocontrol Science and Technology*, 10, 753-777.

Barrera, Juan F J, Herrera, J. Villalobos, B. Gómez, 2004. Barrenador del tallo y la raíz del café proyecto manejo integrado de plagas folleto técnico N° 9, abril 2004. Consultado 15 de mayo del 2015. Disponible en www.ecosur.com. Pag. 1,2,3.

Milla WP 2015. Diagnostico Incidencia de barrenador del tallo del café (*P. maculosus*) en zonas cafetaleras de municipio de Catacamas. Consultado 6 de mayo del 2016. Disponible en la biblioteca de la Universidad Nacional de Agricultura. Pag. 27

Monzón A. 2001. Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. En Manejo Integrado de Plagas, CATIE, Costa Rica. No. 63. p. 95-103.

Moreno, R. G. y Alvarado, A. G. 2000. La Variedad Colombia 20 años de adopción y comportamiento frente a nuevas razas de la roya del cafeto. Cenicafé. Boletín técnico (22): 1-32.

Muñoz RI. 2001. Plagas insectiles del cafeto. In manual de caficultura, IHCAFE. Tegucigalpa, MDC, HN. Cap. 10. Pag. 115-142.

Nava G. S. B. 2006. Evaluacion de hongos entomopatógenos para el control de broca de café (*Hypothenemus hampei* Coleoptera: Scolytidae), y propuesta de un plan para su manejo integrado. Tesis maestria. CIBA-IPN TepetitlaTlax., 2006.

NCBI (National Center for Biotechnology Information, US). 2008. *Beauveria bassiana*. Consultado el 6 de mayo del 2016. Disponible en www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi. Pag. 24.

Pérez, CN. 2004. Manejo Ecológico de Plagas. Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural CEDAR. 296 p.

Promecafé (programa regional de calidad de café)-IICA. 2007. Manejo integrado de la broca de café diseñado con tres componentes. Consultado 22 julio 2015. Disponible en: <http://martinurbinac.files.wordpress.com/2011/08/unidad-vi-cafe-trampa-broca-conttt.pdf>

PUCHETA DIAZ, M.; FLORES MACIAS, A.; RODRIGUEZ NAVARRO, S.; DE LA TORRE, M. Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos. INCI, v. 31, n. 12,

p. 856-860, 2006.

QUIMIX. Ficha técnica de Connect SC. Consultado el 12 de agosto del 2015. Disponible en www.quimix.com.mx. Pagi. 1.

Sandino D., V.M. 2003. Manejo integrado de la salivita de la caña de azúcar. Nicaragua. Funica/Una/Catie, 26p.

Suarez H. s.f. Patogenicidad de *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleóptera: Curculionidae) Plaga de Maíz almacenado. Universidad de Magdalena, Santa Marta, Colombia.

Tanada Y., Kaya H. 1993. Insect Pathology. AcademicPress. Inc. disponible en www.controlbiologico.com y en San Diego California. pag. 318-336.

Villeda Orellana, NI. 2012. Tesis Efecto de cuatro insecticidas químicos con tres dosificaciones para el control de la broca del café (*H. hampei Ferrari*). Consultado el 5 de mayo del 2016. Disponible en la biblioteca de la Universidad Nacional de Agricultura. Pag 23.

Vicentini S., Magalhaes B.P. 1996. Infection of the grasshopper, *Rhammatocerus schistocercoides* Rehn by the entomopathogenic fungus, *Metarhizium flavoviride* Gams & Rozsypal. Anais dasocieda daentomologica do Brasil 25(2): 309-314.

Vilcinskas *et al.* 1999. Mycopesticide production by fermentation: potential and challenges. Crit. Rev. Microbiol, v. 25, n. 3, 229-243p. Consultado 6 mayo 2016. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1080/10408419991299220>.

Wraight, S. P; Jackson, M. A. and Kock, S. L. 2001. Production, stabilization and formulation of fungal biocontrol agents. In Butt, T. M; Jackson, C. and Magan, N. (eds) Fungi as Biological Control Agent: Progress, Problems and Potential. CABI International. Fungi as BiocontrolAgents

ANEXOS

Anexo 1. Presupuesto de los distintos gastos obtenidos en la implementación de los ensayos

Materiales	Cantidades	Unidades	Precio	Sub total
Muralla delta 19 OD	250	ml	370 Lp	370.00
Exalt 6 SC	125	ml	470 Lp	470.00
Connect 11.25 SC	1000	ml	950 Lp	950.00
Monarca 11.25 SE	100	ml	115 Lp	115.00
Lorsban 48 EC	1000	ml	240 Lp	240.00
Productos Biologicos		g	5,000 Lp	5000.00
Agua	1	galon	28 Lp	28.00
Jeringas	12	unitaria	120 Lp	120.00
Agujas	12	unitaria	180 Lp	180.00
Equipo de proteccion	-----	-----	50 Lp	50
Transporte	-----	-----	5,000 Lp	5000.00
Material didactico	unitario	unitario	2,000 Lp	2000.00
Imprebistos			1,000 Lp	1,000
Jornal	7	Dias	5,000 Lp	5000.00
Total				20,523.00 Lp

Anexo 2 Cronograma de actividades

N°	Actividad	Octubre				Noviembre				Diciembre	
1	Aplicación del diagnóstico										
2	Ubicar el lote más afectado										
3	Limpieza del lugar										
4	Establecer el ensayo										
5	Aleatorización de los tratamientos										
6	Registrar con el color de cinta el árbol										
7	Aplicación de los productos										
8	Recolectar datos de los productos químicos										
9	Recolectar datos de los productos biológicos										
10	Recopilación de bibliográfica para realizar el informe final de tesis										
11	Segunda aplicación si se necesita										

Anexo 3 Registró de mortalidades de los tratamientos

Muestreador: _____ Comunidad: _____ Fecha: _____

Clave	Lectura de los tratamientos		observaciones
	Larvas muertas	Larvas vivas	
T1R1			
T1R2			
T1R3			
T1R4			
T1R5			
TOTAL			
T2R1			
T2R2			
T2R3			
T2R4			
T2R5			
TOTAL			
T3R1			
T3R2			
T3R3			
T3R4			
T3R5			
TOTAL			
T4R1			
T4R2			
T4R3			
T4R4			
T4R5			
TOTAL			
T5R1			
T5R2			
T5R3			
T5R4			
T5R5			
TOTAL			
T6R1			
T6R2			
T6R3			

T6R4			
T6R5			
TOTAL			
T7R1			
T7R2			
T7R3			
T7R4			
T7R5			
TOTAL			

Anexo 4 Tabla de ANAVAS y comparación de medias de todos los tratamientos del primer ensayo para la variable mortalidad de larvas de *P. maculosus*.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MORTALIDAD	88	0.59	0.54	90.01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12.11	10	1.21	11.31	<0.0001
TRATAMIENTO	12.11	10	1.21	11.31	<0.0001
Error	8.25	77	0.11		
Total	20.36	87			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.32590

Error: 0.1071 gl: 77

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
TESTIGO	1.00	8	0.12	A
METARHIZIUM	0.88	8	0.12	A
BBH25	0.75	8	0.12	A B
BBH3	0.50	8	0.12	B C
BBH4	0.50	8	0.12	B C
RHISSOMATUS	0.38	8	0.12	C
Thiacloprid	0.00	8	0.12	D
Spinetoram	0.00	8	0.12	D
Clorpirifos	0.00	8	0.12	D
Gamma cyhalotrina	0.00	8	0.12	D
Deltametrina e imidacloprid	0.00	8	0.12	D

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

Anexo 5 Tabla de ANAVAS y comparación de medias de todos los tratamientos del segundo ensayo para la variable mortalidad de larvas de *P. maculosus*.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mortalidad	88	0,57	0,51	102,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10,84	10	1,08	10,12	<0,0001
Tratamientos	10,84	10	1,08	10,12	<0,0001
Error	8,25	77	0,11		
Total	19,09	87			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,32590

Error: 0,1071 gl: 77

TRATAMIENTOS	Medias n		E.E.		
Testigo	1,00	8	0,12	A	
<i>B. bassiana</i> H25	0,75	8	0,12	A	
<i>Metarhizium</i>	0,75	8	0,12	A	
<i>B. bassiana</i> H4	0,38	8	0,12		B
<i>B. bassiana</i> H3	0,38	8	0,12		B
<i>Rhissomatus</i>	0,25	8	0,12		B C
Spinetoram	0,00	8	0,12		C
Deltametrina e imidacloprid	0,00	8	0,12		C
Clorpirifos	0,00	8	0,12		C
Gamma cyhalotrina	0,00	8	0,12		C
Thiacloprid	0,00	8	0,12		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 6 Método empleado para la aplicación de los distintos tratamientos para el control de *P.maculosus*.



Anexo 7 Larva colonizada de *B. basiana* h3 resultado obtenidos a los siete días después de la inoculación.

