


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a man in a red robe and white collar, holding a book. Above him is a golden crown with a cross on top. To the left and right are golden lions rampant. Below the central figure is a shield with a white background and a blue border, containing a red and white pattern. The shield is set against a green landscape with a white path. The entire seal is surrounded by a grey border with the Latin text "ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CETEM" in gold letters.

**“EFECTO DE TRES MÉTODOS DE APLICACIÓN DE LA CEPA BbET DEL HONGO
Beauveria bassiana EN PUPA DE LA MOSCA DEL MEDITERRÁNEO (*Ceratitis
capitata* Wiedemann), BAJO CONDICIONES CONTROLADAS”**

JOSÉ DANIEL LÓPEZ MONRROY

Guatemala, enero 2014

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

**“EFECTO DE TRES MÉTODOS DE APLICACIÓN DE LA CEPA BbET DEL HONGO
Beauveria bassiana EN PUPA DE LA MOSCA DEL MEDITERRÁNEO (*Ceratitis
capitata* Wiedemann), BAJO CONDICIONES CONTROLADAS”**

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

JOSÉ DANIEL LÓPEZ MONRROY

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO**

Guatemala, enero 2014

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr.	Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL I	Dr.	Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL II	Ing. Agr. MSc.	Marino Barrientos García
VOCAL III	Ing. Agr. MSc.	Oscar René Leiva Ruano
VOCAL IV	P. For.	Sindi Benita Simón Mendoza
VOCAL V	Br.	Sergio Alexander Soto Estrada
SECRETARIO	Ing. Agr.	Carlos Roberto Echeverría Escobedo

Guatemala, enero 2014

Guatemala, enero de 2014

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el **TRABAJO DE GRADUACIÓN: DIAGNÓSTICO DE LAS ACTIVIDADES DE CAMPO PROYECTO “*Beauveria bassiana*”, PROGRAMA MOSCAMED, REGIÓN ALTIPLANO CENTRAL, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, “EFECTO DE TRES MÉTODOS DE APLICACIÓN DE LA CEPA BbET DEL HONGO *Beauveria bassiana* EN PUPA DE LA MOSCA DEL MEDITERRÁNEO (*Ceratitis capitata* Wiedemann), BAJO CONDICIONES CONTROLADAS Y SERVICIOS REALIZADOS;** como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

José Daniel López M.

JOSÉ DANIEL LÓPEZ MONRROY

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Por darme la vida y dejarme compartir con las personas que hacen feliz mi existir, mi familia, mis amigos y brindarme este momento tan especial. Es para Ti.

MARIA AUXILIADORA

Porque yo sé que en todos los momentos guía mi caminar.

SAN JUAN DON BOSCO

Padre y maestro de la juventud .

MIS PADRES

Migdaly López

Sara Monrroy

Gracias por su amor, su lucha y sobre todo su perseverancia en mi desarrollo hasta es te momento, ustedes son las personas que más amo en la vida.

MIS HERMANOS

Flor, José Carlos. Por brindarme su cariño; los llevo siempre presentes.

MI HERMANA Y CUÑANO

Gabriela, Cristian. Porque son mi ejemplo de vida.

MI SOBRINO

AL PROFE

Jorge Lossley. Gracias por compartir y luchar conmigo parte de mis sueños.

TRABAJO DE GRADUACION QUE DEDICO

A:

MI FAMILIA

Abuelos, tíos, primos. Por brindarme el calor de familia que Dios deseo para mí.

MIS AMIGOS

Anita, Brisly, Ruth, Raúl, Miguel, Vicky por la amistad que me brindaron, amistad sincera; y el apoyo que fueron y quiero mantener para toda mi vida.

MI PAÍS

Guatemala, gloriosa patria que nos comparte sin límite sus recursos y tiene en nosotros la esperanza de un futuro mejor.

USAC

Porque sigue siendo grande entre las del mundo.

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Que me brindo un espacio dentro de sus aulas y la formación académica de calidad para poder afrontar las exigencias dentro del ámbito profesional.

AGRADECIMIENTOS

A:

MIS CATEDRÁTICOS

Por brindarme su conocimiento dentro y fuera de los salones de estudio.

MIS AMIGOS

David Icó, José Vásquez y Antonio Mayorga, por su apoyo, tiempo y buenos momentos compartidos juntos en el EPS.

MI SUPERVISOR

Ing. Agr. MC. José Luis Alvarado por su apoyo incomparable en la supervisión y asesoría en todas las actividades del EPS, Dios lo bendiga.

MI ASESOR

Dr. David Monterroso por aportar y compartir su conocimiento para realizar este documento.

A

- Los Ing. Álvaro Valle, Antonio Villaseñor, y al Biol. Salvador Flores de la Codirección Moscamed México por brindarnos su apoyo, amistad y confianza en las actividades desarrolladas dentro del Programa Moscamed.
- Al Programa Moscamed Región Altiplano Central por acogernos como parte del personal de trabajo en el tiempo de EPS.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN	vii
1 CAPÍTULO I	1
DIAGNÓSTICO DE LAS ACTIVIDADES DE CAMPO	
PROYECTO “ <i>Beauveria bassiana</i> ”, PROGRAMA MOSCAMED, REGIÓN	
ALTIPLANO CENTRAL, CHIMALTENANGO, GUATEMALA.....	1
1.1 PRESENTACIÓN.....	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 General.....	3
1.2.2 Específicos	3
1.3 METODOLOGÍA	4
1.4 RESULTADOS.....	5
1.4.1 Localización y Accesibilidad	5
1.4.2 Sitios de trapeo y muestreo	6
1.4.3 Instalación y revisión de trampas.....	7
1.4.4 Instalación, revisión e inoculación de dispositivos diseminadores.....	7
1.4.5 Liberación de moscas estériles inoculadas	8
1.4.6 Recursos disponibles.....	8
1.4.7 Priorización de problemas	8
1.5 CONCLUSIONES.....	9
1.6 RECOMENDACIONES	10
1.7 BIBLIOGRAFÍA	10
2 CAPÍTULO II.....	11
“EFECTO DE TRES MÉTODOS DE APLICACIÓN DE LA CEPA BbET DEL HONGO	
<i>Beauveria bassiana</i> EN PUPA DE LA MOSCA DEL MEDITERRÁNEO (<i>Ceratitis</i>	
<i>capitata</i> Wiedemann), BAJO CONDICIONES CONTROLADAS”.....	11
2.1 INTRODUCCIÓN	12
2.2 MARCO TEÓRICO.....	14

CONTENIDO	PÁGINA
2.2.1 Mosca del Mediterráneo	14
2.2.2 Biología.....	15
2.2.3 Mosca del Mediterráneo en Guatemala.....	15
2.2.4 Hospedantes.....	16
2.2.5 Programa de erradicación de la mosca del Mediterráneo	17
2.2.6 Métodos de Control de la mosca del Mediterráneo	17
2.2.6.1 Control químico.....	17
2.2.6.2 Control mecánico.....	18
2.2.6.3 Control legal.....	18
2.2.6.4 Control Autocida o Técnica del insecto Estéril.....	18
2.2.6.5 Control biológico.....	19
2.2.7 Uso del hongo <i>Beauveria bassiana</i> para el control de plagas.....	21
2.3 MARCO REFERENCIAL.....	23
2.3.1 Localización y descripción del area de trabajo	23
2.3.2 Ubicación geográfica	23
2.3.3 Antecedentes.....	23
2.3.4 Influencia de los factores ambientales sobre <i>Beauveria bassiana</i>	24
2.3.4.1 Temperatura	24
2.3.4.1 Humedad.....	24
2.3.4.1 Luz solar.....	24
2.4 OBJETIVOS.....	25
2.4.1 Objetivo general.....	25
2.4.2 Objetivos específicos.....	25
2.5 HIPÓTESIS	26
2.5.1 H ₀ :	26
2.5.2 H _A :	26
2.6 METODOLOGÍA	27
2.6.1 Metodología experimental	27
2.6.1.1 Diseño experimental.....	27
2.6.1.2 Distribución del experimento.....	28

CONTENIDO	PÁGINA
2.6.2 Desarrollo del experimento	29
2.6.2.1 Obtención del material biológico fértil.....	29
2.6.2.2 Obtención de la cepa de <i>Beauveria bassiana</i>	29
2.6.3 Tratamientos y su descripción	30
2.6.4 Descripción de las variables respuestas.....	32
2.6.4.1 Emergencia de adultos.....	32
2.6.4.2 Mortalidad de adultos por <i>Beauveria bassiana</i>	32
2.6.4.3 Presencia de <i>Beauveria bassiana</i> en pupas.....	33
2.6.5 Análisis de la información	33
2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
2.7.1 Emergencia de adultos	34
2.7.2 Mortalidad de moscas adultas por <i>Beauveria bassiana</i>	37
2.7.3 Presencia de <i>Beauveria bassiana</i> en pupas.....	41
2.8 CONCLUSIONES.....	45
2.9 RECOMENDACIONES	46
2.10 BIBLIOGRAFÍA	47
3 CAPÍTULO III.....	49
INFORME DE SERVICIOS PRESTADOS EN LOS PROYECTOS “ <i>Beauveria</i> <i>bassiana</i> ” Y “ <i>ECOLOGIA DE POBLACIONES</i> ” DEL PROGRAMA MOSCAMED.....	49
3.1 PRESENTACIÓN.....	50
3.2 ÁREA DE INFLUENCIA	50
3.3 OBJETIVO GENERAL	51
3.4 SERVICIOS PRESTADOS.....	52
3.4.1 Desarrollo de las actividades de campo del proyecto “ <i>Beauveria bassiana</i> ” en fincas cafetaleras de los municipios de San Miguel Dueñas y Alotenango, Sacatepéquez	52
3.4.1.1 Definición del problema.....	52
3.4.1.2 Objetivo específico.....	52
3.4.1.3 Metodología.....	52

CONTENIDO	PÁGINA
3.4.1.4 Características de los materiales utilizados.....	53
3.4.1.5 Resultados.....	57
3.4.1.6 Conclusiones.....	62
3.4.2 Apoyo a las actividades del Proyecto “Ecología de Poblaciones” en los departamentos de Santa Rosa y Jalapa.....	63
3.4.2.1 Definición del problema.....	63
3.4.2.2 Objetivo específico.....	63
3.4.2.3 Metodología.....	64
3.4.2.4 Resultados.....	65
3.4.2.5 Conclusiones.....	71
3.4.2.6 Bibliografía.....	71

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁGINA
Cuadro 1. Datos de moscas emergidas, no emergidas y porcentaje de emergencia.....	34
Cuadro 2. Análisis de la Varianza para % de emergencia (SC tipo III)	35
Cuadro 3. Contrastes ortogonales utilizados para la prueba de medias	35
Cuadro 4. Prueba de medias utilizando contrastes ortogonales	36
Cuadro 5. Prueba de normalidad del error Shapiro–Wilk	37
Cuadro 6. Datos de moscas adultas con presencia de <i>Beauveria bassiana</i> en tratamientos.....	38
Cuadro 7. Análisis de varianza para % de mortalidad de moscas adultas por <i>Beauveria bassiana</i>	39
Cuadro 8. Comparación de medias, % de mortalidad en moscas adultas por <i>Beauveria bassiana</i> por medio del método Scott & Knott.....	39
Cuadro 9. Prueba de normalidad del error Shapiro–Wilk para % de mortalidad en moscas adultas por <i>Beauveria bassiana</i>	40
Cuadro 10. Datos de pupas con presencia de <i>Beauveria bassiana</i>	41
Cuadro 11. Resultados análisis de la varianza para % de pupas con <i>Beauveria bassiana</i>	42
Cuadro 12. Prueba de normalidad del error Shapiro–Wilk para % de pupas con <i>Beauveria bassiana</i>	42
Cuadro 13. Comparación de medias por el método de Scott & Knott para % de pupas con presencia de <i>Beauveria bassiana</i>	43
Cuadro 14. Cronograma semanal actividades de campo proyecto “ <i>Beauveria bassiana</i> ” .	57
Cuadro 15. Distribución de cargos Proyecto “ <i>Beauveria bassiana</i> ”	60
Cuadro 16. Cronograma de actividades semanal estrato 4.	66

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Mapa de las áreas de estudio del Proyecto “ <i>Beauveria bassiana</i> ”	6
Figura 2. Unidad experimental utilizada	27
Figura 3. Distribución de pupas en tratamiento (tratamiento 1: Inoculación de <i>Beauveria bassiana</i> en suspensión al 1% aplicado a pupa).....	28
Figura 4. Distribución del experimento	29
Figura 5. Conidios del hongo <i>Beauveria bassiana</i> (BbET).....	30
Figura 6. Trampa plástica tipo Fase IV.....	53
Figura 7. Dispositivo diseminador tipo bote.....	54
Figura 8. Dispositivo diseminador tipo panel.....	55
Figura 9. Conidios del hongo <i>Beauveria bassiana</i> (BbET).....	55
Figura 10. Pupas irradiadas utilizadas	56
Figura 11. Cajas PARC utilizadas para colocar pupas	56
Figura 12. Mapa de distribución de parcelas proyecto “ <i>Beauveria bassiana</i> ”	58
Figura 13. Revisión de trampas y recolección de laminillas	58
Figura 14. Inoculación de telas utilizadas en diseminadores	59
Figura 15. Inoculación de moscas utilizadas como vectores.....	60
Figura 16. Liberación de moscas	61
Figura 17. Boleta de muestreo	61
Figura 18. Boleta de colocación de trampas estrato 4	65
Figura 19. Monitoreo de bandolas de café “Evaluación Fenología de Café”	67
Figura 20. Colocación de frutos en bandejas de laboratorio	67
Figura 21. Jaula de campo en finca Concepción, Mataquezcuintla.....	68
Figura 22. Identificación de larvas y pupas colocadas en jaula de campo	68
Figura 23. Atrayentes utilizados en la” Evaluación de la eficiencia de BioLure en presentación componentes individuales y Unipak”.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Posición taxonómica de la mosca del Mediterráneo	14
Tabla 2. Clasificación taxonómica de <i>Beauveria bassiana</i>	20

“Efecto de tres métodos de aplicación de la cepa BbET del hongo *Beauveria bassiana* en pupa de la mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), bajo condiciones controladas”

RESUMEN

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) asignado en el Programa Moscamed, se realizó el diagnóstico de la situación actual de las actividades de campo del proyecto “*Beauveria bassiana*”. El diagnóstico se realizó de acuerdo a la información de la experiencia propia en la ejecución de las actividades en el inicio del proyecto y la información recopilada del personal contratado como apoyo, describiendo las actividades de campo desarrolladas, muestreo, trampeo, control e inoculación de diseminadores y liberación de moscas; determinando la disponibilidad de recursos y considerando como principales problemas: la destrucción de trampas y dispositivos diseminadores por parte de las personas contratadas para la corta de café en las fincas y la falta de identificación visual del personal de campo.

El control que realiza actualmente el programa Moscamed ha reducido la población de la plaga en Guatemala; sin embargo, el control está dirigido al estado adulto por medio del control químico y a larvas por medio del control mecánico; este se ha convertido en el sistema tradicional obteniendo resultados que demuestran más del 75% de control. Con base en lo anterior se desarrolló una investigación, con el propósito de evaluar el efecto de tres métodos de aplicación de la cepa BbET del hongo *Beauveria bassiana* en pupa de la mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), bajo condiciones controladas, como un aporte en el desarrollo del control biológico dentro del Programa Moscamed.

La investigación se realizó en el Programa Moscamed, Región Altiplano Central, Chimaltenango. La cepa de *Beauveria bassiana* evaluada fue la BbET seleccionada por el laboratorio de Organismos Benéficos en formulación en polvo célite 400 en presentaciones de 100g, y se utilizaron pupas de moscas fértiles con 1 a 2 días de edad. Para el efecto, se evaluaron tres tratamientos: el primero, la inoculación de *Beauveria bassiana* en suspensión al 1% a la pupa; el segundo, la aplicación de conidios de *Beauveria bassiana* al sustrato estéril; el tercero, la aplicación de *Beauveria bassiana* en suspensión al 1% al sustrato; y, finalmente dos testigos.

El tamaño de cada unidad experimental (cajas de Petri) fue de 8.8 centímetros de diámetro. Se utilizaron cajas de Petri de plástico transparente, las cuales poseían en las tapas un orificio sellado con malla para facilitar la entrada de oxígeno y evitar el escape de

moscas. El experimento consistió de cinco tratamientos incluyendo los testigos y cinco repeticiones, distribuidas en un diseño completamente al azar.

Para determinar el efecto de los tratamiento sobre las pupas de *Ceratitis capitata*, se midieron las variables: emergencia de adultos, mortalidad de adultos y la presencia de *Beauveria bassiana* en pupas. Una vez obtenido los datos fueron sometidos a procesos estadísticos.

Los resultados obtenidos bajo las condiciones que fue realizada la investigación demostraron patogenicidad de la cepa BbET de *Beauveria bassiana* a pupas de *Ceratitis capitata*, la disminución en el porcentaje de emergencia de hasta un 11% sin observarse diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, indicando que aunque el hongo disminuye la emergencia, no estuvo influenciada por los métodos de inoculación evaluados; y la transmisión horizontal del hongo por efecto de la aplicación de esporas mediante las tres formas de inoculaciones realizadas a las pupas.

Durante el período del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de febrero a noviembre de 2012, se realizaron dos servicios requeridos por el Programa Moscamed, ambos fueron solicitados para cumplir con las necesidades y metodologías de las actividades de campo y laboratorio, brindando el apoyo profesional, técnico y operativo en las actividades asignadas. Los servicios fueron los siguientes:

- a) Desarrollo de las actividades de campo del proyecto “*Beauveria bassiana*” en fincas cafetaleras de los municipios de San Miguel Dueñas y Alotenango, Sacatepéquez, que tuvo como finalidad evaluar el impacto del uso de diseminadores de esporas de *Beauveria bassiana* en el control de poblaciones silvestres de la mosca del Mediterráneo.
- b) Apoyo a las actividades del Proyecto “Ecología de Poblaciones” en los departamentos de Santa Rosa y Jalapa, que tuvo como fin evaluar la supervivencia y fecundidad residual de adultos silvestres, duración del ciclo biológico bajos diferentes condiciones ambientales (demografía) y el efecto de factores ambientales sobre la dinámica poblacional de *Ceratitis capitata*.



1 CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO DE LAS ACTIVIDADES DE CAMPO
PROYECTO “*Beauveria bassiana*”, PROGRAMA MOSCAMED, REGIÓN
ALTIPLANO CENTRAL, CHIMALTENANGO, GUATEMALA**

1.1 PRESENTACIÓN

Dentro del Programa MOSCAMED se llevan a cabo proyectos con el fin de evaluar nuevas alternativas de control contra la plaga de la mosca del Mediterráneo.

En la actualidad por parte de la Co-Dirección de México dentro del Programa Moscamed se ejecutó la segunda fase del Proyecto denominado "*Beauveria bassiana*", que tuvo como fin la evaluación de diseminadores de esporas del entomopatógeno para el manejo de poblaciones silvestres de *Ceratitis capitata*, dentro de las zonas cafetaleras del departamento de Sacatepéquez, Guatemala.

Con el fin de conocer la situación actual del proyecto, el presente documento describe el diagnóstico situacional de las actividades que se realizaron en el área de campo en el Proyecto "*Beauveria bassiana*". Para elaborar el diagnóstico, se obtuvo la información de la experiencia propia en la ejecución de las actividades en el inicio del proyecto (febrero 2012), y por parte del personal contratado como apoyo de las actividades. El proyecto fue dividido en dos etapas de trabajo, área de campo y área de laboratorio. La etapa de campo se realizó por medio de una serie de actividades dentro del área delimitada como área de estudio, que fueron esenciales para poder continuar con la fase de laboratorio.

Con la realización del diagnóstico se trata de dar información con respecto al desarrollo de las actividades de campo, muestreo, trapeo y control e inoculación de diseminadores; que sirva como base para la implementación de nuevas metodologías o mejorar las ya utilizadas en las actividades de campo del Proyecto "*Beauveria bassiana*".

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General

- Diagnosticar las actividades de campo realizadas en el Proyecto “*Beauveria bassiana*” en las zonas cafetaleras de los municipios San Miguel Dueñas y Alotenango, Sacatepéquez.

1.2.2 Específicos

- Describir la actividad de trampeo dentro del Proyecto *Beauveria bassiana*.
- Describir la revisión e inoculación de diseminadores de esporas del hongo *Beauveria bassiana* dentro del Proyecto.
- Describir la liberación de moscas estériles inoculadas, dentro del Proyecto “*Beauveria bassiana*”.
- Identificar los principales problemas dentro de las actividades de campo realizadas en el Proyecto “*Beauveria bassiana*”.

1.3 METODOLOGÍA

La fase inicial de gabinete inicio con la recopilación de la información de las diferentes actividades que se realizan dentro del Programa Moscamed Región Altiplano Central, Chimaltenango.

La información bibliográfica se obtuvo por medio de los encargados o jefes de las actividades y por parte de los encargados del Proyecto "*Beauveria bassiana*".

La información primaria se obtuvo por medio de visitas de campo a las actividades, acompañados de técnicos encargados, con el fin de conocer las metodologías, materiales y equipos utilizados en la realización de las diferentes actividades tanto de campo como de laboratorio en el Programa Moscamed Región Altiplano Central, Chimaltenango.

En la fase de campo se verificaron las metodologías utilizadas dentro del proyecto "*Beauveria bassiana*" para el trampeo, muestreo, revisión e inoculación de diseminadores, con el fin de determinar los principales problemas, por medio de la supervisión a los técnicos encargados de las actividades y revisión de materiales utilizados.

En la fase final de gabinete se analizó toda la información recopilada y generada, con el objeto de determinar los problemas y la situación actual del proyecto, así como la priorización de estos problemas.

1.4 RESULTADOS

1.4.1 Localización y Accesibilidad

El proyecto “*Beauveria bassiana*” tiene sus instalaciones en el Programa Moscamed, Región Altiplano Central, kilómetro 58 carretera Interamericana aldea Buena Vista, Chimaltenango, Guatemala.

Los estudios que se están llevando a cabo como parte la segunda fase de la evaluación de dispositivos-diseminadores de *Beauveria bassiana* para supresión de poblaciones silvestres de la mosca del Mediterráneo, están siendo realizados en las zonas cafetaleras del departamento de Sacatepéquez, Guatemala, en donde se encuentra presente la plaga, con una altura entre los 1300 y 1500 msnm, con temperaturas máximas de 22 °C, media de 18 °C, mínima de 8 °C y una precipitación pluvial promedio anual entre 970-1777 mm (ANACAFE, 2012).

Las fincas en las que se ubicaron los tratamientos son: Finca Urías, Finca Cuxinales, Finca Tempixque, Finca Las Nubes, Finca Bethel, Finca San Sebastián que se encuentran en el municipio de San Miguel Dueñas; Finca Capetillo y Finca El Valle en el municipio de Alotenango.

El acceso a las áreas de estudios desde las instalaciones del Proyecto en Chimaltenango, hasta las áreas de interés en los municipios de San Miguel Dueñas y Alotenango, es por la carretera RN-14.



Figura 1. Mapa de las áreas de estudio del Proyecto “*Beauveria bassiana*”

1.4.2 Sitios de trapeo y muestreo

Se delimitaron 12 parcelas geo referenciadas de 1 Km² de área específicamente para el Proyecto “*Beauveria bassiana*”, dentro de las áreas seleccionadas y que presentaban infestación de mosca del Mediterráneo.

En las parcelas de estudio se aplica integralmente la Técnica del Insecto estéril y medidas de supresión de la plaga por aspersiones terrestres de cebo GF-120 NF Naturalyte® Fruit Fly Bait (Dow AgroSciences, Indianapolis, IN) e instalación de estaciones cebo (Spinosad 120 SC), por parte del Programa Moscamed.

La actividad de muestreo se realizaron al mismo tiempo que la revisión de trampas, en las áreas donde se encontraron frutos de café maduros y que presentaban signos de la plaga, para esta actividad se utilizó una boleta donde se colocaban los datos en relación al lugar, coordenadas, variedad de café, etc., donde se realizó el muestreo.

Para la ubicación de los sitios de trapeo y muestreo se contó con la autorización de los propietarios y administradores de las Fincas que a continuación se nombran: Pedro Cheverría de El Capetillo, Cuxinales y Las Nubes; Cristina González de El Valle; Estuardo

Fallas de El Tempisque; Carlos García de San Sebastián y Edmundo Castellanos de Urías.

1.4.3 Instalación y revisión de trampas

La actividad de instalación al igual que la revisión de las trampas se realizó por el personal de campo del proyecto, integrado por cuatro técnicos y dos encargados de actividades (Epesistas), y cada uno de los miembros del personal conto con un GPS map 62s (Garmin International, Olathe, KS), para facilitar la ubicación de las trampas.

En cada parcela fueron instaladas 25 trampas Fase IV cebadas con el atrayente BioLure Unipack distribuidas uniformemente en el área. El cambio del atrayente de las trampas se realizó cada 6 meses.

Considerando que en algunas parcelas se hizo imposible la instalación de trampas debido al alto riesgo de accidentes por condiciones de clima y relieve, se instalaron 263 trampas sobre un total de 300 trampas propuestas para el proyecto.

La revisión de las trampas se realizó a los 7 días, se cambió la laminilla y la misma fue llevada al laboratorio de adultos para realizar su análisis. El trampeo semanal se realizó de acuerdo a rutas establecidas por los encargados de las actividades de campo.

1.4.4 Instalación, revisión e inoculación de dispositivos diseminadores

La instalación de dispositivos diseminadores de conidios de hongo *Beauveria bassiana* se realizó en 6 parcelas de las 12 ubicadas dentro del Proyecto. Se instalaron tres parcelas con un diseminador de tipo panel y tres parcelas con el diseminador de tipo bote.

En cada parcela se ubicaron 100 diseminadores, distribuidos uniformemente a una distancia de 100 metros entre cada dispositivo, cada 15 días se remplazaron las telas afelpadas de color amarilla que utilizan los diseminadores, con una tela recién inoculada con 2 gramos de espora de *Beauveria bassiana*. La inoculación de las telas fue realizada en el campo. La revisión de dispositivos diseminadores se realizó conforme a rutas de operación trazadas por los técnicos de campo y evaluadas por los responsables de actividades.

1.4.5 Liberación de moscas estériles inoculadas

La liberación de moscas estériles inoculadas se realizó en 3 parcelas ubicadas, dos dentro de la finca San Sebastián en el municipio de San Miguel Dueñas y la otra ubicada en la finca Capetillo en el municipio de Alotenango.

Dentro de cada parcela se ubicaron 12 puntos de liberación, liberándose un aproximado de 40,000 moscas por parcela. La actividad se realizó con una frecuencia de 7 días, los días jueves en horario de 7 a 10 de la mañana.

La inoculación de las moscas se realizó en la sala de emergencia en las instalaciones del programa Moscame, utilizando conidios del hongo *Beauveria bassiana* en un medio de talco, y por medio de una bomba manual aspersora de polvos se inocularon las moscas con 3 gramos del inóculo.

1.4.6 Recursos disponibles

El personal de campo con el que se contó para la realización de las actividades fue de 6 personas, que vivían en lugares cercanos al área de estudio, con el objetivo de poder contar con el conocimiento de los lugares, vías de acceso y condiciones de las áreas delimitadas.

Los vehículos con los que contó el área de campo fueron dos, que facilitaron el movimiento del personal hacia el área de estudio, así como el movimiento dentro de las parcelas en las fincas.

Cada uno de los 6 miembros del personal de campo contó con un GPS, para facilitar la búsqueda y ubicación de las trampas, diseminadores y el muestreo.

1.4.7 Priorización de problemas

Tomando en cuenta la información recopilada y generada, se hizo un análisis de los problemas encontrados y relacionados con las actividades de campo del proyecto "*Beauveria bassiana*", de esta forma se priorizaron los siguientes problemas:

- A. Destrucción de los dispositivos diseminadores y trampas por parte de las personas que cortan café en las fincas.
- B. Falta de identificación visual del personal de campo.

1.5 CONCLUSIONES

- El total de trampas que se encuentran distribuidas entre las 12 parcelas de estudio seleccionadas es de 263 unidades, lo que equivale al 87.66% del total de trampas propuestas para el proyecto.
- Dentro del reporte realizado por los técnicos semanalmente, la pérdida de diseminadores es debido al robo y al deterioro producido por el ambiente y animales, pero no existe un reporte del total de diseminadores en uso.
- La actividad de liberación en campo de moscas estériles inoculadas se realizó con una frecuencia de 7 días, los días jueves en horario de 7 a 10 de la mañana, para evitar la dormancia de las moscas dentro de las cajas de emergencia o cajas Parc.
- Se identifican como principales problemas en las actividades de campo del proyecto "*Beauveria bassiana*" los siguientes problemas: Destrucción de los dispositivos diseminadores y trampas por parte de las personas que cortan café en las fincas y la falta de identificación visual del personal de campo contratado.

1.6 RECOMENDACIONES

- Identificar visualmente al personal de campo para evitar problemas con la seguridad dentro de las fincas donde se ubican parcelas de estudio.
- Llevar registros de las actividades que se realizan en las áreas donde fueron ubicadas las parcelas de estudio, con el fin de determinar indicadores de la presencia de la plaga dentro de las áreas.
- Proveer al personal de campo con materiales de protección en temporada de invierno, para realizar las actividades de trampeo e inoculación de diseminadores de forma normal en el tiempo establecido semanalmente.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 2012. Estaciones meteorológicas en Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 23 mayo 2012. Disponible en <http://meteorologia.anacafe.org/estaciones/>



2 CAPÍTULO II

“EFECTO DE TRES MÉTODOS DE APLICACIÓN DE LA CEPA BbET DEL HONGO *Beauveria bassiana* EN PUPA DE LA MOSCA DEL MEDITERRÁNEO (*Ceratitis capitata* Wiedemann), BAJO CONDICIONES CONTROLADAS”

2.1 INTRODUCCIÓN

La mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), es una de las plagas con mayor distribución presentándose en áreas templadas, tropicales y subtropicales del planeta. Su amplio rango de adaptabilidad hace que esta se haya reportado en más de 250 hospedantes a nivel mundial que van de especies de frutas y hortalizas hasta plantas silvestres. El daño causado por esta plaga va más allá de las pérdidas directas ocasionadas a la producción, afectando la economía a países productores, dependientes de las exportaciones de productos frutícolas y hortícolas.

El control que realiza actualmente el programa Moscamed ha reducido la población de la plaga en Guatemala; sin embargo, el control está dirigido al estado adulto por medio del control químico y a larvas por medio del control mecánico; este se ha convertido en el sistema tradicional obteniendo resultados que demuestran más del 75% de control.

La utilización de hongos entomopatógenos para el control de plagas, se hace parte de las nuevas alternativas, utilizables con las ya existentes dentro de un gran marco de manejo integrado de plagas, alternativas tan necesarias para causar el menor impacto sobre el ambiente.

Con el objeto de evaluar el efecto de *Beauveria bassiana* sobre la pupa de *Ceratitis capitata*, la investigación se realizó utilizando la cepa de *Beauveria bassiana* BbET seleccionada por el laboratorio de Organismos Benéficos en formulación en polvo célite 400 en presentaciones de 100 gramos en pupas de moscas fértiles con 1 a 2 días de edad. Para el efecto, se evaluaron tres tratamientos: el primero, la inoculación de *Beauveria bassiana* en suspensión al 1% a la pupa; el segundo, la aplicación de conidios de *Beauveria bassiana* al sustrato estéril; el tercero, la aplicación de *Beauveria bassiana* en suspensión al 1% al sustrato; y, finalmente dos testigos

Se consideró importante realizar la investigación, ya que en la actualidad no existe ningún método de control contra el estado de pupa de la mosca del Mediterráneo, lo que hace que el ciclo de vida del insecto se complete y se mantengan las poblaciones a niveles considerables. Investigaciones realizadas en diferentes países con el hongo *Beauveria bassiana*, demuestran la susceptibilidad de larvas, pupas y adultos de muchos insectos plagas. Sin embargo, la falta de estudios en nuestro medio es una limitante para su adopción en el control de la mosca del Mediterráneo.

Para determinar el efecto de los tratamientos sobre las pupas de *Ceratitis capitata*, se midieron las variables: emergencia de adultos, mortalidad de adultos y la presencia de *Beauveria bassiana* en pupas.

Los resultados obtenidos bajo las condiciones que fue realizada la investigación demostraron patogenicidad de la cepa BbET de *Beauveria bassiana* a pupas de *Ceratitis capitata*, la disminución en el porcentaje de emergencia de hasta un 11% sin observarse diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, indicando que aunque el hongo disminuye la emergencia, no estuvo influenciada por los métodos de inoculación evaluados; y la transmisión horizontal del hongo por efecto de la aplicación de esporas mediante las tres formas de inoculaciones realizadas a las pupas.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Mosca del Mediterráneo

La mosca del Mediterráneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), es una de las plagas más perjudiciales que se conocen para la agricultura. Afecta a una gran variedad de cultivos, concretamente más de 250 especies de frutas y hortalizas. Este hecho, unido a su alto potencial de reproducción y a su adaptabilidad a diferentes ambientes, ha favorecido para que tenga una amplia distribución en el mundo, principalmente en altitudes tropicales y templadas, donde las temperaturas invernales raramente descienden de los 2°C (Enkerlin y Mumford, citado por Moya, 2003).

Como todo organismo, la mosca del Mediterráneo está sujeta a las presiones físicas y biológicas del ambiente en el que vive y estos factores, unidos a sus caracteres genéticos, determinan su abundancia (Programa MOSCAMED, GT. 2012).

Se ha observado una mayor actividad y desplazamiento en días cálidos y secos o después de noches sin rocío. Este hecho indica que un factor climático que estimula a la mosca a dispersarse es la baja humedad ya que se ve obligada a reponer el agua perdida (Programa MOSCAMED, GT. 2012).

Clase	Insecta
Orden	Díptera
Familia	Tephritidae

Tabla 1. Posición taxonómica de la mosca del Mediterráneo
Fuente: Programa Moscamed

Entre los factores generales que contribuyen a la dispersión de los Tephritidos están:

- a. Cuando finaliza el período de fructificación de los hospedantes.
- b. El establecimiento de condiciones estacionales más favorables.
- c. Cuando los adultos emergen del suelo (Programa MOSCAMED, GT. 2012).

Los factores ecológicos que más influyen en el desarrollo de la mosca del Mediterráneo en una región son:

- a. El Clima
- b. Asociaciones de hospedantes cuya maduración de frutos es en forma escalonada durante todo o gran parte del año.

- c. Sustancias alimenticias requeridas para la fertilidad y maduración de los huevecillos (Programa MOSCAMED, GT.2012).

2.2.2 Biología

La mosca de la fruta o del Mediterráneo completa su ciclo de vida atravesando por cuatro estados o etapas diferenciadas, los cuales se describen a continuación:

- A. Huevo:** El período de incubación es de 2 a 7 días en verano y de 20 a 30 días en invierno en Guatemala se han reportado períodos de 2 a 3 días.
- B. Larva:** Pasa por tres periodos larvales que en ocasiones también se les llama 1°,2° a 3° instar, completando sus tres periodos de 6 a 11 días en condiciones de temperatura de 24 a 26°C.
- C. Pupa:** El tamaño de la pupa es de 3 a 10 mm x 1.25 a 3.25 mm, con 11 segmentos. El período pupal es de 9 a 11 días a 24.4° C.
- D. Mosca adulta:** En estado adulto es vivamente coloreada (amarillo, blanco y negro) (Programa MOSCAMED, GT.2012).
- **Hembra:** Alcanza su madurez sexual entre los 4 y 5 días, iniciando la ovipostura entre los 7 y 9 días después de la emergencia con temperatura entre los 24° a 27° C. Generalmente pone de 4 a 10 huevecillos por ovipostura hasta 20 huevecillos al día.
 - **Macho:** Maduran sexualmente a los 3 ó 4 días y su característica principal es la formación del "Lek" para atraer a las hembras para copular. Se caracteriza por tener las setas orbitales superiores modificadas en forma de rombo, lo que lo diferencia de la hembra (Programa MOSCAMED, GT.2012).

2.2.3 Mosca del Mediterráneo en Guatemala

El efecto de la mosca de la fruta consiste en que además de que daña el interior de las frutas por la actividad de las larvas, también el ovipositar predispone a la fruta al ataque de otros organismos, como bacterias y hongos que aceleran la descomposición antes o después de ser cosechada. En lo que respecta al efecto sobre la producción, se dice que la presencia de mosca de la fruta en un país, limita el número de mercados y las perspectivas de expansión de estos (Echeverría Escobedo, C. 1978).

Las condiciones climáticas de Guatemala favorecen la diversidad de especies hortícolas y frutícolas que son hospedantes de dicha plaga aunada a la abundancia de pequeños fruticultores que siembran una mezcla de especies frutícolas, la poca zonificación de cultivos y la poca asistencia técnica a los agricultores, dificultan el combate de la plaga.

Por tal motivo Guatemala se encuentra bajo medidas cuarentenarias, lo cual limita la comercialización de frutas y hortalizas a los países libres de esta plaga, exceptuando la producción que se tiene en el Área del Petén que es considerada libre de la plaga (Programa MOSCAMED, GT.2012).

2.2.4 Hospedantes

Es extensa la variedad de especies que son afectadas por esta plaga.

Dentro de la actividad horto-fruticultura nacional la plaga referida ha causado grandes daños a la producción y pérdidas en la economía, disminuyendo los mercados internacionales de exportación

Los hospedantes de mayor importancia en Guatemala son: café (*Coffea arábica*), guayaba (*Psidium guajava*), naranja agria (*Citrus aurantium*), mango (*Mangúífera índica*), naranja dulce (*Citrus sinensis*), durazno (*Prunus pérsica*), mandarina (*Citrus nobilis*).

El cultivo del café es considerado como uno de los productos más importantes para la economía guatemalteca ya que una extensa área es dedicada a este cultivo y el grano posee un alto valor en el mercado internacional.

Enkerlin y Reyes, citado por Portilla et al. (1995) reportan para Guatemala que las larvas de la mosca del Mediterráneo atacan las cerezas del café sin afectar el color, la calidad, la acidez, la consistencia ni el aroma; sin embargo, en pruebas realizadas para reducir la caída prematura de la cereza por daño de la mosca, indicaron que un promedio de 2.8% de las cerezas atacadas por la plaga cae prematuramente.

En este mismo contexto en un estudio realizado en Colombia se determinó el daño que produce *Ceratitís capitata* al cultivo del café y demostraron que la presencia de la plaga puede ocasionar una caída prematura del 5.2% del fruto del café, una pérdida de peso de 15.32% en grano seco y baja calidad de la bebida (Portilla et al.1995). Por lo que el ataque de la plaga no solo se limita a la pudrición del fruto, sino también a las cualidades del grano.

2.2.5 Programa de erradicación de la mosca del Mediterráneo

Desde el comienzo del Programa de erradicación de la mosca del Mediterráneo (Programa Moscamed) en Guatemala hacia el año de 1975, las actividades han estado orientadas hacia su erradicación. Las actividades que se llevan a cabo para cumplir con el objetivo principal son la detección y el control.

Dentro de las actividades de detección se encuentran el trampeo. Los objetivos del uso de trampas cebadas con atrayente son: determinar si está presente en un área (detección); determinar los límites del área considerada como infestada o libre de la plaga (delimitación) y verificar de manera continua las características de una población plaga, incluyendo la fluctuación estacional de la población, la abundancia relativa, la secuencia de huéspedes y otras características (monitoreo) (OIEA, 2005) (Guzmán-Plazola, R. 2010).

En cuanto a las actividades de control se refiere, se utiliza un enfoque integral que incluye las aspersiones, control mecánico, control legal, y el uso de la Técnica del Macho Estéril (TIE).

2.2.6 Métodos de Control de la mosca del Mediterráneo

2.2.6.1 Control químico

El control químico se realiza por aspersiones terrestres y aéreas.

El producto utilizado actualmente como cebo en las aspersiones se conoce comercialmente como GF-120 NF NATURALYTE 0.02 C.B. que es un compuesto de un insecticida de origen natural, que se produce a partir de fermentación de proteínas y azúcares, por medio de la bacteria conocida como *Sacharopolyspora spinosa*, al cual se le adicionan atrayentes alimenticios específicos para atraer adultos de las moscas de la fruta, por lo que este producto no afecta a los insectos benéficos tales como abejas y parasitoides; los cuales son repelidos debido a la alta concentración de acetato de amonio en dicho producto. Por su formulación el efecto insecticida es por ingestión, actúa sobre el sistema nervioso central de la mosca del Mediterráneo, hiperactiva las neuronas motoras, excita los músculos por lo que se desemboca en una fatiga neuromuscular y provoca parálisis hasta llegar a la muerte. El GF-120 NF NATURALYTE 0.02 CB, se encuentra en el listado de productos permitidos para su uso en cultivos orgánicos por las entidades: Certificadora Maya de Productos Ecológicos de Guatemala, MAYACERT, Certificación NOP-USDA, JAS Japón, CEE, 2092/91; BCS OKO Garantía GMBH de Alemania,

Certificadora de la Unión Europea; Instituto de Evaluación de Materiales Orgánicos, OMRI, Programa Nacional Orgánico del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos NOP/USDA (Guzmán-Plazola, R. 2010).

2.2.6.2 Control mecánico

Este comprende actividades como la recolección y destrucción de fruta infestadas por la mosca del Mediterráneo. La fruta se entierra para que la larva no pueda salir y así evitar que pueda completar su ciclo biológico.

2.2.6.3 Control legal

Este control comprende todas las medidas de tipo de orden cuarentenario interno contra la mosca del Mediterráneo en Guatemala. Las acciones que desarrolla el Programa Moscamed. Está conformado por 7 puestos de Cuarentenas e inspección ubicados en puntos estratégicos dentro del territorio guatemalteco.

Estos puestos de cuarentena forman un cordón fitosanitario, que constituye la primera barrera para impedir el avance o la dispersión de la mosca del Mediterráneo hacia las áreas libres, baja prevalencia de la plaga y las áreas de avance del Programa Moscamed (Guzmán-Plazola, R. 2010).

Las actividades que se desarrollan tienen legalidad jurídica porque están amparadas en el Decreto Ley 36-98 del Congreso de la República de Guatemala, (Ley de Sanidad Vegetal y Animal), el Acuerdo Gubernativo 945-99, Reglamento de la Ley anterior, y el Acuerdo Ministerial 191-2007, en este acuerdo se describen los procedimientos a seguir en dichos puestos de cuarentena (Guzmán-Plazola, R. 2010).

2.2.6.4 Control Autocida o Técnica del Insecto Estéril (TIE)

Consiste en utilizar a la Mosca del Mediterráneo para combatir a su propia especie aprovechando los encuentros (cópulas), entre hembras y machos. Al liberar una mayor cantidad de mosca macho estéril producidos en relación a la cantidad de plaga de esta especie existe en las áreas de campo bajo control se produce como resultado una reducción de la probabilidad de encuentros entre machos y hembras silvestres. La Técnica del Insecto Estéril de esta plaga consiste que la mosca macho estéril producidos en la planta se aparean con hembras silvestres y se produce como resultado de este cruce

huevecillos infértiles, reduciendo de esta manera la población de la plaga en su siguiente generación y por lo tanto se evita el daño producido por las larvas o gusanos en las frutas de consumo humano.

La planta de producción de mosca estéril “El Pino”, situada en el departamento de Santa Rosa produce masivamente este insecto. El proceso de esterilización es llevado a las pupas macho se seleccionan cuando faltan 48 horas para su emergencia como adulto, entonces son marcadas con colorante fluorescente son codificadas e identificadas con una calcomanía (filmína), éstas se colocan dentro de irradiadores con fuerte sellado y almacenamiento en seco que irradian rayos gama y son seguros para los técnicos que los operan pues se encuentran dentro de una cápsula de plomo, cuando la calcomanía (filmína) cambia su color a negro debido al efecto de la dosis de radiación, indica que ha pasado por este proceso de irradiación y están listas para ser empacadas y enviadas a su destino final (Guzmán-Plazola, R. 2010).

2.2.6.5 Control biológico

La Organización Internacional de Lucha Biológica (OILB) define el termino control biológico como: "La utilización de organismos vivos, o bien de sus productos, para evitar o reducir las pérdidas o daños causados por los organismos nocivos". Este busca la preservación de los insectos benéficos, permitiendo un control selectivo y la limpieza del medio ambiente.

El control biológico tiene las siguientes ventajas (Aluja 1993):

1. Es barato una vez establecido.
2. Es permanente.
3. No produce efectos desfavorables en el ecosistema.
4. Normalmente no se tienen problemas de resistencia.
5. No afecta a otras especies.

Sin embargo se contraponen las siguientes desventajas:

1. No es tan flexible como el control químico.
2. Para subsistir necesita que exista la plaga.
3. Antes de implementar el control hay que efectuar una serie de investigaciones: dinámica de la población, identificación de la entomofauna, evaluación de laboratorio y campo.

Los hongos entomopatógenos constituyen agentes prometedores para el control biológico de la mosca del Mediterráneo. Actualmente hay más de 800 especies identificadas, dentro de las cuales *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* componen la base de la mayoría de los productos comerciales (Aluja 1993).

2.2.7 Uso del hongo *Beauveria bassiana* para el control de plagas

El desproporcionado uso de insecticidas ha causado irreparables daños al ambiente; con esto, surge una serie de problemas económicos y sociales cuando es aplicado en grandes extensiones agrícolas; por lo que la búsqueda de alternativas de control con menor impacto hacia el ambiente está tomando cada vez mayor importancia, tal es el caso del uso de organismos benéficos como es el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*

Beauveria bassiana es uno de los entomopatógenos más usados a nivel mundial para el control de insectos plagas agrícolas y forestales. Esto obedece a su amplio rango de acción, así como el alto grado de conocimiento ente la interacción hospedero-patógeno y la eficiencia en los sistemas de producción.

Las células conidiógenas son voluminosas hacia la base, densamente agrupadas, en espiral o solitarias y sin color. Se extienden repetidamente y hacia el ápice en zig-zag, o bien, de manera ramificada con distancias cortas justo debajo de los conidios que se van formando en la punta (Alves; Humbert, citado por Porrás Reyes 2007).

El hongo *Beauveria bassiana* fue descubierto causando una enfermedad conocida como “muscardina blanca” en el gusano de seda. Se encuentra de forma natural en suelos e interactúa sobre diversos órdenes de insectos (coleópteros, dípteros, heterópteros, homópteros, lepidópteros, tisanópteros) así como sobre ácaros tetraníquidos (Santamaría et al. 1998).

Samsom y Evans (1982), describen de la siguiente manera la clasificación taxonómica:

Reino	Fungi
División	Amastigomycotina
Subdivisión	Deuteromycotina
Clase	Deuteromycetes
Subclase	Hyphomycetes
Orden	Moniliales
Familia	Moniliaceae
Género	<i>Beauveria</i>
Especie	<i>Beauveria bassiana</i>

Tabla 2. Clasificación taxonómica de *Beauveria bassiana*

2.2.7.1 Mecanismo de infección

El modo de acción de *Beauveria bassiana* sobre sus hospederos se divide en nueve etapas: 1. Adhesión del conidio a la epicutícula del insecto; 2. Germinación de la unidad infectiva sobre la cutícula; 3. Penetración en la cutícula del insecto por el tubo germinativo; 4. Producción de metabolitos tóxicos; 5. Muerte del huésped; 6. Multiplicación en fase de levadura o cuerpos hifales en el homocelo; 7. Crecimiento de la fase micelial con invasión en todos los órganos del huésped; 8. Penetración de la hifa desde el interior hacia el exterior del insecto; y 9. Producción de unidades infectivas sobre el cuerpo del insecto (Roberts, citado por Hernández y Berlanga 1999).

La adhesión de los conidios de deuteromycetes se debe a que éstas poseen fascículos o surcos superficiales organizados, los cuales permiten la unión por hidrofobicidad con la cutícula del insecto. La germinación del conidio sobre la cutícula está condicionada a factores climáticos especialmente la temperatura y humedad.

La penetración de la hifa a través del integumento incluye factores mecánicos y enzimáticos. El integumento de los insectos está esencialmente formado por proteínas y quitina asociados con lípidos y compuestos fenólicos, la capa más externa o epicutícula contiene lípidos (ácidos grasos y parafinas) los cuales tienen actividades antifungales, pero se ha demostrado que algunos hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* posee enzimas lipolíticas que los degradan. Después de cruzar la barrera del integumento el hongo se desarrolla en el homocelo en presencia de las reacciones defensivas celulares y los plasmocitos que normalmente están dispersos en la hemolinfa, se acumulan alrededor del micelio formando un pseudotejido granuloma (Hernández y Berlanga 1999).

En el caso de patógenos como *Beauveria bassiana* producen toxinas las cuales erosionan la granuloma y permiten a las blastosporas invadir el homocelo, la fagocitosis también ha sido observada como reacción defensiva del huésped; los cuerpos hifales proliferan solamente después de la muerte del huésped, así que el papel de las toxinas entomógenas es de particular importancia para el proceso de infección (Hernández y Berlanga 1999).

Las toxinas producidas por *Beauveria bassiana* son: beauvericina, beauverolides, bassianolide, isarolides, ácido oxálico y pigmentos tenellin y bassianin (Roberts, citado por Hernández y Berlanga 1999).

La muerte del insecto marca el fin de la fase parasítica del hongo, pero el resultado letal de la enfermedad es solamente un aspecto de la infección, ya que se han observado

disturbios secundarios en fecundidad, sobrevivencia en diapausa y resistencia a frío en insectos que sobreviven a la infección (Ferrón, citado por Hernández y Berlanga 1999).

Cuando el insecto muere, *Beauveria bassiana* continúa creciendo saprofiticamente y se dispersa virtualmente a través de todos los tejidos del insecto en competencia con la flora bacteriana intestinal produciendo oosporein, un pigmento antibiótico rojo que le da una coloración característica al cadáver, frenando el crecimiento de bacterias, asimismo se han identificado los pigmentos amarillos bassianin y tenellin.

2.3 MARCO REFERENCIAL

2.3.1 Localización y descripción del area de trabajo

La investigación se realizó en el área de manejo de material biológico de las instalaciones del Programa Moscamed, Centro de Operaciones Altiplano Central, kilómetro 58 carretera Interamericana Aldea Buena Vista, Chimaltenango, Guatemala.

2.3.2 Ubicación geográfica

Se encuentra ubicado en las coordenadas latitud norte 14.6684°, longitud oeste 90.85°; a 1,800 msnm, con una precipitación promedio anual de 970.4mm - 1272.7 mm y temperatura promedio de 14.9 – 28.3°C (INSIVUMEH 2011).

2.3.3 Antecedentes

El Programa Moscamed, Centro de Operaciones Altiplano Central en el año 2012 desarrolló la segunda fase de la evaluación de dispositivos-diseminadores de *Beauveria bassiana* para supresión de poblaciones silvestres de la mosca del Mediterráneo dentro de la zona cafetalera con infestaciones del Departamento de Sacatepéquez, Guatemala, donde se aplica integralmente la herramienta tradicional de la Técnica del Insecto estéril, por liberaciones aéreas de moscas estériles y en forma paralela medidas focalizadas de supresión de la plaga por aspersiones terrestres de cebo GF-120 y estaciones cebo. La cepa de *Beauveria bassiana* empleada fue la BbET, seleccionada por el Laboratorio de Organismo Benéficos, con 95% de patogenicidad y un TL₅₀ de 4.50 (4.38 - 4.63) días en una concentración de 5×10^{11} esporas/g.

La susceptibilidad de adultos y pupas de *Ceratitis capitata* a hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*, en condiciones de laboratorio, ha sido reportada en algunas investigaciones. Cuando la larva de la mosca deja el fruto y cae al suelo, estas se tornan vulnerables a la acción de estos microorganismos, tal como se ha observado en otros insectos (Mochi et al.; Quesada et al., citado por Porras, L.; Lecuona, R. 2008). Por lo tanto, el control microbiano con hongos entomopatógenos debe estar dirigido a adultos, larvas próximas a pupar o pupas en el suelo (Porras, L.; Lecuona, R. 2008).

2.3.4 Influencia de los factores ambientales sobre *Beauveria bassiana*

La efectividad de los hongos entomopatógenos está influenciada por una serie de factores bióticos y abióticos. En los factores bióticos, se incluyen a los agentes microbianos que se encuentran presentes en el tegumento del hospedero, en las superficies de las hojas y en el suelo, condiciones fisiológicas incluyendo reacciones inmunes de la célula, edad y cepa del hongo (Roberts y Cambel, citado por Wilson-López 2010).

Los factores ambientales como la temperatura, humedad y radiación solar, determinan si la infección con entomopatógenos es exitosa o no; por lo tanto, cada especie de hongo tiene un rango óptimo (Farges et al., citado por Wilson-López 2010).

2.3.4.1 Temperatura

Los procesos dependientes de la temperatura que directamente afectan la penetración del conidio y el desarrollo de la enfermedad, tienen una relación con el desarrollo de los insectos, el desarrollo del entomopatógeno dentro del hospedero y la producción de conidios (Carruthers y Hural, citado por Wilson-López 2010).

2.3.4.2 Humedad

La humedad relativa elevada es indispensable en los hongos entomopatógenos para una buena germinación de conidios y la formación de las estructuras reproductoras fuera del hospedero. Las condiciones de humedad relativa óptima para que en 3 días se establezcan epizootias de los hongos entomopthorales, generalmente son de 90% por un tiempo de 8 a 10 horas (Fargues et al., citado por Wilson-López 2010).

2.3.4.3 Luz solar

Este es el factor ambiental más adverso sobre la actividad biológica de los hongos. El efecto directo de la luz solar sobre los entomopatógenos ocasiona rupturas de bandas y formación de sitios lábiles en la cadena de ADN (Ignoffo y Boucias, citado por Wilson-López 2010).

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 Objetivo general

- Establecer el efecto de la aplicación de la cepa BbET del hongo *Beauveria bassiana* en la pupa de *Ceratitis capitata* (Wiedmann) a través de tres métodos de inoculación, en condiciones controladas, como aporte en el desarrollo del control biológico dentro del Programa Moscamed.

2.4.2 Objetivos específicos

- Comprobar la patogenicidad de la cepa BbET del hongo *Beauveria bassiana* seleccionada por el Laboratorio de Organismo Benéficos, en la pupa de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* (Wiedmann).
- Determinar el porcentaje de reducción en la emergencia de pupas a mosca adultas de *Ceratitis capitata* (Wiedmann) tratadas con la cepa BbET de *Beauveria bassiana* a través de tres métodos de inoculación.
- Identificar si existe transmisión de la cepa BbET de *Beauveria bassiana* en moscas adultas recién emergidas, tras los tres métodos de aplicación en pupas de *Ceratitis capitata* (Wiedemann).

2.5 HIPÓTESIS

2.5.1 H₀:

Ninguno de los métodos de aplicación evaluados de la cepa BbET de *Beauveria bassiana* es eficaz para infectar pupas de *Ceratitis capitata* (wiedemann).

2.5.2 H_A:

Se espera que el método de inoculación de *Beauveria bassiana* en suspensión al 1 % sea eficaz para infectar pupas de *Ceratitis capitata* (wiedemann), disminuyendo la emergencia a moscas adultas.

2.6 METODOLOGÍA

2.6.1 Metodología experimental

2.6.1.1 Diseño experimental

En el estudio se evaluaron cinco tratamientos incluyendo los testigos; cada tratamiento consistió de cinco repeticiones, obteniendo un total 25 unidades experimentales, distribuidas en un diseño completamente al azar.

Los tratamientos evaluados fueron:

- a) Inoculación de *Beauveria bassiana* en suspensión al 1% a la pupa de *Ceratitis capitata* (Wiedemann)
- b) Aplicación de 0.5 gramos de conidio de *Beauveria bassiana* al sustrato
- c) Aplicación de *Beauveria bassiana* en suspensión al 1% al sustrato
- d) Testigo en sustrato; y
- e) Testigo sin sustrato

Las variables evaluadas fueron: emergencia de adultos, mortalidad de adultos por *Beauveria bassiana*, y presencia de *Beauveria bassiana* en pupas.

El tamaño de cada unidad experimental (cajas de Petri) fue de 8.8 centímetros de diámetro. Se utilizaron cajas de Petri de plástico transparente, las cuales poseían en las tapas un orificio sellado con malla para facilitar la entrada de oxígeno y evitar el escape de moscas (figura 2).



Figura 2. Unidad experimental utilizada

Se colocaron 10 pupas por unidad experimental, en cada tratamiento se realizó cinco réplicas teniendo un total de 50 moscas por tratamiento (figura 3).



Figura 3. Distribución de pupas en tratamiento (tratamiento 1: Inoculación de *Beauveria bassiana* en suspensión al 1% aplicado a pupa)

2.6.1.2 Distribución del experimento

Si bien el diseño a utilizar en el manejo de la información fue de un diseño completamente al azar; por las condiciones en las que se desarrolló la evaluación (condiciones estables), el arreglo de la distribución espacial del experimento se llevó a cabo de forma sistemática, con el que se mejoró el manejo y el desarrollo del mismo (figura 4).

Dado que el objetivo principal fue determinar el efecto de 3 métodos de aplicación del hongo *Beauveria bassiana* sobre la pupa de la mosca del Mediterráneo en el mismo tiempo y condiciones, el lugar donde se llevó a cabo fue en el área de manejo de material biológico del Programa Moscamed, Centro de Operaciones Altiplano Central, Chimaltenango. Éste mantuvo una temperatura en el rango de 23 °C y 27 °C, óptimas para el desarrollo del material biológico utilizado.

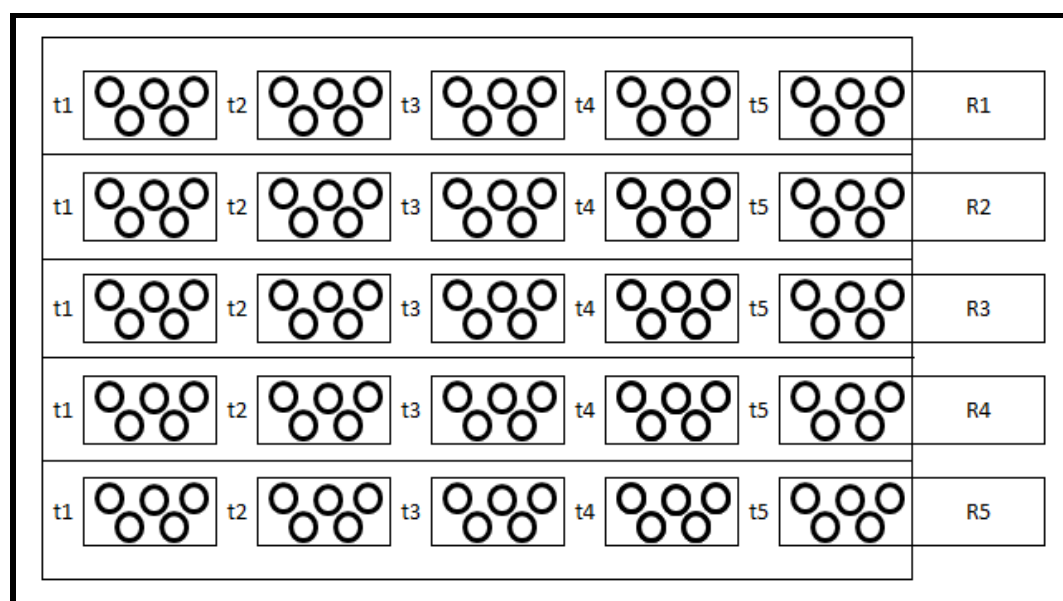


Figura 4. Distribución del experimento

2.6.2 Desarrollo del experimento

2.6.2.1 Obtención del material biológico fértil

Con el objetivo de evaluar el efecto de *Beauveria bassiana* se utilizaron pupas de moscas fértiles con uno a dos días de edad, proporcionadas de la colonia de Moscas fértiles establecida dentro del Centro de Operaciones Altiplano Central, con un porcentaje de emergencia del 70%. Cada lote de pupa de la edad previamente indicada se utilizó en el mismo día que fue proporcionada por el centro.

2.6.2.2 Obtención de la cepa de *Beauveria bassiana*

La cepa utilizada fue la BbET seleccionada por el Laboratorio de Organismo Benéficos, Talismán, Chiapas, en formulación en polvo célite 400 en presentaciones de 100g, con 95% de patogenicidad y 5×10^{11} esporas/g de concentración, un TL_{50} de 4.50(4.38 - 4.63) días aplicada sobre machos estériles de mosca del Mediterráneo a una concentración de $1.75\text{-}2.3 \times 10^8$ conidios/g, aprobada por el MAGA para los proyectos de investigación con mosca del Mediterráneo (figura 5).

Los conidios fueron proporcionados por la Co-Dirección del Programa Moscamed de México en Guatemala.



Figura 5. Conidios del hongo *Beauveria bassiana* (BbET)

2.6.3 Tratamientos y su descripción

A. Inoculación de *Beauveria bassiana* en suspensión al 1% a la pupa de *Ceratitis capitata* (Wiedemann)

Para la elaboración de la suspensión fungosa, se pesaron 0.5 gramos de conidios de *Beauveria bassiana* los cuales fueron agregaron sobre 50 ml de agua destilada.

Se tomaron 50 pupas de la mosca del Mediterráneo y se inocularon con 3 ml de la suspensión al 1%. Las pupas fueron colocadas y distribuidas de la forma descrita anteriormente en cinco cajas de Petri adaptadas y utilizadas como unidad experimental, conteniendo en el fondo papel absorbente. Las cajas fueron previamente desinfectadas con alcohol etílico al 70% para evitar la contaminación de agentes biológicos. Finalmente las cajas fueron colocadas de acuerdo a la distribución establecida.

Las pupas fueron revisadas todos los días para observar la actividad del hongo sobre las mismas, durante un tiempo de 12 días, de acuerdo al tiempo en estado de pupa (según literatura consultada), hasta su posible emergencia como moscas adultas. Las cajas fueron humedecidas cada dos días durante el periodo de exposición con el fin de aportar condiciones para el desarrollo del hongo.

Luego del periodo de exposición de las pupas al tratamiento, se contabilizaron las moscas que emergieron y pupas no emergidas, donde se evaluó el grado de infección del hongo en moscas y pupas por medio de la observación al estereoscopio. Las pupas no emergidas fueron colocadas en cámaras húmeda (cajas de Petrí provistas de papel filtro húmedo) por un tiempo máximo de 10 días, para estimular el crecimiento de los micelios del hongo y verificar si la muerte ocurrió por infección del patógeno.

B. Aplicación de conidios de *Beauveria bassiana* al sustrato estéril

El sustrato utilizado para la aplicación de conidios de *Beauveria bassiana* fue el utilizado en el laboratorio del programa Moscamed Centro de Operaciones Altiplano Central, el cual consiste de arena de mar esterilizada por medio del lavado con agua hirviendo.

Se pesaron 20 gramos de sustrato por unidad experimental (5 cajas), obteniendo un total de 100 gramos. Posteriormente fueron colocados los 100 gramos de suelo en un recipiente previamente esterilizado con alcohol etílico al 70%. Se pesaron 0.5 gramos del inóculo y fueron agregados sobre los 100 gramos de sustrato apartado.

Se tomaron 50 pupas de la Mosca del Mediterráneo y fueron colocadas dentro de cinco cajas de Petrí, se pesaron nuevamente 20 gramos de sustrato por caja con el tratamiento descrito, colocándolo por encima de las moscas y humedeciéndolo con agua.

Las cajas fueron revisadas todos los días con el fin de observar la emergencia de las moscas y la actividad de *Beauveria bassiana* sobre pupas y moscas emergidas, durante un tiempo de 12 días humedeciéndolas cada dos días durante el periodo de exposición para dar condiciones al desarrollo del hongo.

Luego del periodo de exposición de las pupas al tratamiento, fueron contabilizadas las moscas emergidas y pupas no emergidas, con el objetivo de evaluar la presencia del hongo en moscas y pupas. La observación se realizó con ayuda del estereoscopio.

Las pupas no emergidas fueron colocadas en cámaras húmedas (cajas de Petrí provistas de papel filtro húmedo) por un tiempo de 10 días para estimular el crecimiento de los micelios del hongo y verificar si la muerte ocurrió por infección de *Beauveria bassiana*.

C. Aplicación de *Beauveria bassiana* en suspensión al 1% al sustrato

Se colocaron 50 pupas de mosca del Mediterráneo dentro de 5 unidades experimentales (10 pupas por cajas de Petrí) que contenían 20 gramos de sustrato (arena de mar previamente esterilizada) y se procedió a asperjar cada una de las cajas con 3 ml de la suspensión fungosa al 1%.

El manejo que se le dio a este tratamiento desde colocar las pupas en el sustrato, tiempo de exposición en las unidades experimentales, observación de las moscas muertas y pupas infectadas, traslado de pupas a cámaras húmedas y la observación al estereoscopio fue como se describió en el primer y segundo tratamiento.

D. Testigo

En el caso del testigo, se dividió en dos, utilizando dentro de las unidades experimentales (cajas de Petrí) papel absorbente y el sustrato utilizado (arena), ambos sin ninguna aplicación de *Beauveria bassiana*. De igual forma se llevaron a cabo las 5 repeticiones con el mismo manejo de los tratamientos anteriormente descritos humedeciendo solamente con agua destilada estéril y observando únicamente la emergencia de moscas.

2.6.4 Descripción de las variables respuesta

2.6.4.1 Mortalidad de adultos

Consistió en la contabilización de las moscas emergidas posteriormente de la aplicación de los tres tratamientos. Ello permitió cuantificar en qué porcentaje en base a las pupas utilizadas, se redujo la población de moscas emergidas, en relación a los tres tratamientos realizados y comparándolos con los testigos utilizados.

2.6.4.2 Mortalidad de adultos por *Beauveria bassiana*

Después de la emergencia de las moscas y posterior de la muerte, se contabilizó el total de adultos de moscas que presentaron micosis dentro de los tratamientos realizados, esto permitió cuantificar el porcentaje de mortalidad en moscas adultas, e identificar el efecto de la aplicación de los tratamientos, en comparación con la población de adultos de los testigos utilizados.

2.6.4.3 Presencia de *Beauveria bassiana* en pupas

Se cuantificaron las pupas que no emergieron posteriormente de la aplicación de los tratamientos. Se colocaron dentro de cámaras húmedas, con el objeto de identificar la presencia de micosis en las pupas y poder determinar si la muerte se produjo por el efecto de la aplicación de los conidios de los tratamientos.

2.6.5 Análisis de la información

Se realizaron cuadros de resumen donde fue colocada la información obtenida para el análisis de las variables. Los datos obtenidos fueron analizados en el programa estadístico InfoStat, 2010, donde fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de comparación de medias se hizo mediante la prueba de Scott & Knott a un nivel de significancia del 0.05%.

Para comprobar la normalidad del error y verificar si los datos siguieron una distribución normal se realizó la prueba de Shapiro–Wilk por medio del programa estadístico InfoStat, 2010.

2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.7.1 Emergencia de adultos

En el cuadro 1 se muestran los datos obtenidos en el tiempo que fue realizada la evaluación, mostrando el número de moscas emergidas, número de pupas no emergidas y el porcentaje de emergencia de mosca del Mediterráneo en las unidades experimentales para cada uno de los tratamientos en las cinco repeticiones realizadas.

Cuadro 1. Datos de moscas emergidas, no emergidas y porcentaje de emergencia

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	No. DE MOSCAS EMERGIDAS	No. DE PUPAS NO EMERGIDAS	% DE EMERGENCIA
Solución fungosa al 1% a pupa	I	40	10	80
Solución fungosa al 1% a pupa	II	42	8	84
Solución fungosa al 1% a pupa	III	40	10	80
Solución fungosa al 1% a pupa	IV	41	9	82
Solución fungosa al 1% a pupa	V	29	21	58
Conidios a suelo	I	40	10	80
Conidios a suelo	II	36	14	72
Conidios a suelo	III	43	7	86
Conidios a suelo	IV	37	13	74
Conidios a suelo	V	29	21	58
Solución fungosa al 1% a suelo	I	43	7	86
Solución fungosa al 1% a suelo	II	28	22	56
Solución fungosa al 1% a suelo	III	38	12	76
Solución fungosa al 1% a suelo	IV	36	14	72
Solución fungosa al 1% a suelo	V	39	11	78
Testigo con sustrato	I	44	6	88
Testigo con sustrato	II	43	7	86
Testigo con sustrato	III	43	7	86
Testigo con sustrato	IV	42	8	84
Testigo con sustrato	V	40	10	80
Testigo sin sustrato	I	43	7	86
Testigo sin sustrato	II	41	9	82
Testigo sin sustrato	III	44	6	88
Testigo sin sustrato	IV	44	6	88
Testigo sin sustrato	V	38	12	76

Luego de ordenar la información, se procedió con los datos a realizar el análisis de varianza (ANDEVA). El resultado del análisis se muestra en el cuadro 2.

Como variables dependiente se estableció el porcentaje de emergencia y como variables de clasificación los tratamientos y su repetición, los resultados fueron los siguientes:

Cuadro 2. Análisis de la Varianza para % de emergencia (SC tipo III)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% DE EMERGENCIA	25	0.59	0.39	9.32

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1249.92	8	156.24	2.91	0.0330
REPETICION	664.96	4	166.24	3.09	0.0459
TRATAMIENTO	584.96	4	146.24	2.72	0.0667
Error	859.84	16	53.74		
Total	2109.76	24			

El análisis de varianza (ANDEVA) no muestra diferencia significativa entre los tratamientos; el valor de P calculado es mayor al nivel de significancia establecido (0.05). EL rango de porcentaje para los tratamientos con inoculación del hongo fue de 58% hasta 86% y para los tratamientos establecidos como testigos de 76% a 88%.

Debido a que los rangos de porcentaje entre los tratamientos permanecen dentro de un parámetro amplio y no se lograron diferenciar, se procedió a realizar una comparación de medias por medio de contrastes ortogonales, utilizando el método de Scott & Knott con un nivel de significancia de 0.05, para determinar cómo difieren un tratamiento de otro.

En el cuadro 3 se muestran las combinaciones utilizadas:

Cuadro 3. Contrastes ortogonales utilizados para la prueba de medias

TRATAMIENTO	COMBINACIÓN
Contraste1	testigos * aplicación de B. bassiana
Contraste2	testigo con sustrato * testigo sin sustrato
Contraste3	aplicación de conidios * aplicación de solución al 1%
Contraste4	solución al 1% en sustrato* solución al 1% a pupa

Los resultados de la prueba de medias fueron los siguientes:

Cuadro 4. Prueba de medias utilizando contrastes ortogonales

Contrastes

TRATAMIENTO	SC	gl	CM	F	p-valor
Contraste1	552.96	1	552.96	10.29	0.0055
Contraste2	1.60	1	1.60	0.03	0.8652
Contraste3	4.80	1	4.80	0.09	0.7689
Contraste4	25.60	1	25.60	0.48	0.5000
Total	584.96	4	146.24	2.72	0.0667

Test: Scott & Knott Alfa=0.05

Coefficientes de los contrastes

TRATAMIENTO	Cont.1	Cont.2	Cont.3	Cont.4
Conidios a suelo	-2.00	0.00	2.00	0.00
Solución fungosa al 1% a	-2.00	0.00	-1.00	1.00
Solución fungosa al 1% a suelo	-2.00	0.00	-1.00	-1.00
Testigo con sustrato	3.00	1.00	0.00	0.00
Testigo sin sustrato	3.00	-1.00	0.00	0.00

Error: 53.7400 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	
Testigo con sustrato	84.80	5	A
Testigo sin sustrato	84.00	5	A
Solución fungosa al 1% a pupa	76.80	5	B
Conidios a suelo	74.00	5	B
Solución fungosa al 1% a suelo	73.60	5	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

En el cuadro 4 se observa que existe un valor de significancia en el resultado de p (<0.05) correspondiente al contraste 1, el cual, es en el que interactúan los tratamientos aplicando el hongo *Beauveria bassiana* y los tratamientos utilizados como testigos. Las medias se agrupan de forma que se puede identificar que para las condiciones en la que fue manejada la investigación existe una disminución en el porcentaje de emergencia de hasta un 11% en el grupo B con respecto al grupo A (testigos).

En relación a la emergencia de adultos en los tratamiento donde se aplicó conidios, no se observó diferencias significativas entre los valores promedios. Esto indica que aunque el hongo disminuye la emergencia de las moscas esta no es influenciada por los métodos de inoculación evaluados.

Se debe tomar en cuenta que diferentes dosis de conidios, temperatura del suelo y ambiente, afectan la emergencia de las moscas y de igual forma la viabilidad de los

conidios, por lo tanto es inevitable seguir realizando estudios a nivel de jaulas de campo para evaluar la eficacia del hongo, tomando en cuenta las variables anteriores.

Para comprobar la normalidad del error y verificar si los datos siguen una distribución normal se realizó la prueba de Shapiro–Wilk (InfoStat, 2012).

Los datos obtenidos se muestran en el cuadro 5, obteniendo un valor de **p** mayor al nivel de significancia utilizado (0.05), demostrando que los datos siguen una distribución normal.

Cuadro 5. Prueba de normalidad del error Shapiro–Wilk

Shapiro-Wilks

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO % DE EMERGENCIA	25	0.00	5.99	0.97	0.8390

2.7.2 Mortalidad de moscas adultas por *Beauveria bassiana*

Para poder determinar el efecto de los tratamientos y su incidencia en la mortalidad de moscas adultas por efecto del hongo, se procedió a ingresar los datos de la manera que muestra el cuadro 6. En este se presenta el porcentaje de moscas adultas con *Beauveria bassiana* en relación a la cantidad de moscas emergidas posterior a la aplicación de los tratamientos. Para evitar el error, se realizó una transformación de datos para corregir los que presentaban valor 0 y mantener una normalidad en la distribución, por medio de la fórmula $\sqrt{x+1}$, siendo **x**, el porcentaje de mortalidad de moscas adultas por micosis.

El resultado de la fórmula fue tomado como nuevo valor del porcentaje de mortalidad de adultos por *Beauveria bassiana*, realizando a la postre el análisis de varianza tomando como variable dependiente el valor obtenido en la fórmula y como variables de clasificación los tratamientos y repeticiones. Para este análisis se utilizó el número de moscas emergidas como una covariable, ya que este no presenta regularidad en el número de moscas para todos los tratamientos, lo que influyó en el resultado de los datos (Cuadro 7).

Cuadro 6. Datos de moscas adultas con presencia de *Beauveria bassiana* en tratamientos

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	No. DE MOSCAS CON MICOSIS	% MORTALIDAD DE ADULTOS CON MICOSIS	No. DE MOSCAS EMERGIDAS	rx+1
Solución fungosa al 1% a pupa	I	4	10.0	40	4.2
Solución fungosa al 1% a pupa	II	1	2.4	42	2.5
Solución fungosa al 1% a pupa	III	1	2.5	40	2.6
Solución fungosa al 1% a pupa	IV	2	4.9	41	3.2
Solución fungosa al 1% a pupa	V	3	10.3	29	4.2
Conidios a suelo	I	2	5.0	40	3.2
Conidios a suelo	II	3	8.3	36	3.9
Conidios a suelo	III	0	0.0	43	1.0
Conidios a suelo	IV	4	10.8	37	4.3
Conidios a suelo	V	4	13.8	29	4.7
Solución fungosa al 1% a suelo	I	1	2.3	43	2.5
Solución fungosa al 1% a suelo	II	2	7.1	28	3.7
Solución fungosa al 1% a suelo	III	4	10.5	38	4.2
Solución fungosa al 1% a suelo	IV	3	8.3	36	3.9
Solución fungosa al 1% a suelo	V	1	2.6	39	2.6
Testigo con sustrato	I	0	0.0	44	1.0
Testigo con sustrato	II	0	0.0	43	1.0
Testigo con sustrato	III	0	0.0	43	1.0
Testigo con sustrato	IV	0	0.0	42	1.0
Testigo con sustrato	V	0	0.0	40	1.0
Testigo sin sustrato	I	0	0.0	43	1.0
Testigo sin sustrato	II	0	0.0	41	1.0
Testigo sin sustrato	III	0	0.0	44	1.0
Testigo sin sustrato	IV	0	0.0	44	1.0
Testigo sin sustrato	V	0	0.0	38	1.0

Cuadro 7. Análisis de varianza para % de mortalidad de moscas adultas por *Beauveria bassiana*

Análisis de la varianza

% MORTALIDAD DE ADULTOS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
rx+1	25	0.87	0.80	26.09

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef.
Modelo	41.71	9	4.63	11.55	<0.0001	
REPETICION	2.01	4	0.50	1.25	0.3310	
TRATAMIENTO	9.70	4	2.42	6.04	0.0042	
No. De moscas	5.91	1	5.91	14.74	0.0016	-0.17
Error	6.02	15	0.40			
Total	47.73	24				

Los resultados obtenidos en el ANDEVA (cuadro 7), muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos en los cuales se realizó la aplicación de conidios y los tratamientos utilizados como testigos, debido a que el valor de **p** es menor al valor de significancia utilizado (<0.05).

Para el análisis anterior se utilizó el número de moscas emergidas como una covariable de respuesta para determinar la influencia de la misma, en el efecto de los tratamientos con respecto al porcentaje de mortalidad de moscas por micosis.

Se observa que el resultado de **p** obtenido en el número de moscas está por debajo del valor de la significancia utilizada, lo que significa que ésta influencia en el valor del porcentaje de muerte de moscas por *Beauveria bassiana*. Los valores obtenidos de las medias del porcentaje de mortalidad en los tratamientos que fueron agrupados dentro de la literal A (aplicando conidios), no muestran diferencia significativa entre sí (cuadro 8).

Cuadro 8. Comparación de medias, % de mortalidad en moscas adultas por *Beauveria bassiana* por medio del método Scott & Knott

Test: Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 0.4013 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	
Solución fungosa al 1% a pupa	3.19	5	A
Conidios a suelo	3.04	5	A
Solución fungosa al 1% a suelo	2.96	5	A
Testigo con sustrato	1.51	5	B
Testigo sin sustrato	1.44	5	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Se sabe que numerosas cepas y productos a base de *Beauveria bassiana* han resultado ser efectivas para infectar y matar moscas del Mediterráneo adultas, cada uno en diferentes cantidades. Flores et. al (2012), en su evaluación, muestran que utilizando dispositivos específicos y moscas estériles inoculadas como vectores transmisores de la cepa BbET en áreas cafetaleras del departamento de Sacatepéquez, Guatemala, suprimen en un 95 % las poblaciones en reservorios de plaga; demostrando que el tratamiento de moscas estériles como vectores es la mejor manera de infiltrar la micosis y provocar una epizootia en las poblaciones de la plaga.

Como evaluación del experimento se demuestra que existe, aunque mínima, transmisión horizontal del hongo por efecto de la aplicación de esporas mediante las tres formas de inoculaciones realizadas a las pupas y se hace necesario realizar evaluaciones para determinar la mejor forma de aplicación de la cepa BbET, donde se valúen concentraciones de esporas de la cepa utilizada donde se estime la cantidad mínima para mejorar los resultados de transmisión a los adultos.

Las aplicaciones de conidios dirigidas al suelo es una vía factible que ofrece ventajas para el control de la mosca, que previamente se han enterado en el suelo para llevar a cabo la pupación y al momento de emerger los adultos y hacer contacto con los conidios son infectadas (Wilson –López, 2010).

En algunos casos la emergencia de adultos es afectada de manera significativa cuando los insectos seleccionan sitios con diferentes texturas para llevar a cabo la pupación (Montoya et al., citado por Wilson –López, 2010), lo que podría influir en el proceso de transmisión e infección de las moscas; por lo que se vuelve preciso realizar estudios para evaluar la eficacia de la cepa en suelos con diferentes texturas en donde desarrolle mayor actividad biológica.

Para comprobar la normalidad del error y verificar si los datos siguen una distribución normal se llevó a cabo la prueba de Shapiro–Wilk (InfoStat, 2012). Los resultados de la prueba se presentan en el cuadro 9, obteniendo un valor de **p** mayor al nivel de significancia utilizado (0.05), demostrando que los datos siguen una distribución normal.

Cuadro 9. Prueba de normalidad del error Shapiro–Wilk para % de mortalidad en moscas adultas por *Beauveria bassiana*.

Shapiro-Wilks

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO rx+1	25	0.00	0.50	0.97	0.8586

2.7.3 Presencia de *Beauveria bassiana* en pupas

Para la evaluación de la patogenicidad de las esporas de la cepa BbET de *Beauveria bassiana* en las pupas, el manejo del experimento se realizó de la misma manera que los dos descritos anteriormente. Los datos obtenidos se muestran en el cuadro 10. Para evitar el error, se realizó una transformación de datos donde se presentaba un valor de 0 con el fin de mantener la normalidad en la distribución de los datos, esto se realizó por medio de la fórmula $\sqrt{x+1}$, donde, x es el porcentaje de pupas con micosis.

El resultado de la fórmula fue tomado como nuevo valor del porcentaje de pupas con micosis, con lo que posteriormente se procedió a realizar el análisis de varianza (ANDEVA). Luego del análisis de varianza el cual mostro diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó un análisis de comparación de medias para determinar cuál de los tratamientos presento mejores resultados en relación a la presencia de micosis sobre las pupas.

Cuadro 10. Datos de pupas con presencia de *Beauveria bassiana*.

TRATAMIENTO	REPETICION	PRESENCIA DE MICOSIS EN PUPA	% DE PUPAS CON MICOSIS	No. DE PUPAS NO EMERGIDAS	rx+1
Solución fungosa al 1% a pupa	I	1	10	10	4.16228
Solución fungosa al 1% a pupa	II	2	25	8	6
Solución fungosa al 1% a pupa	III	7	70	10	9.3666
Solución fungosa al 1% a pupa	IV	1	11.1	9	4.33333
Solución fungosa al 1% a pupa	V	2	9.5	21	4.08607
Conidios a suelo	I	0	0	10	1
Conidios a suelo	II	3	21.4	14	5.6291
Conidios a suelo	III	1	14.3	7	4.77964
Conidios a suelo	IV	1	7.7	13	3.7735
Conidios a suelo	V	0	0	21	1
Solución fungosa al 1% a suelo	I	0	0	7	1
Solución fungosa al 1% a suelo	II	3	14	22	4.69274
Solución fungosa al 1% a suelo	III	1	8	12	3.88675
Solución fungosa al 1% a suelo	IV	1	7	14	3.67261
Solución fungosa al 1% a suelo	V	2	18	11	5.26401
Testigo con sustrato	I	0	0	6	1
Testigo con sustrato	II	0	0	7	1
Testigo con sustrato	III	0	0	7	1
Testigo con sustrato	IV	0	0	8	1
Testigo con sustrato	V	0	0	10	1
Testigo sin sustrato	I	0	0	7	1
Testigo sin sustrato	II	0	0	9	1
Testigo sin sustrato	III	0	0	6	1
Testigo sin sustrato	IV	0	0	6	1
Testigo sin sustrato	V	0	0	12	1

Cuadro 11. Resultados análisis de la varianza para % de pupas con *Beauveria bassiana*.

Análisis de la varianza

% DE PUPAS CON MICOSIS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
rx+1	25	0.75	0.63	48.18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	94.17	8	11.77	6.01	0.0012
REPETICION	18.10	4	4.53	2.31	0.1025
TRATAMIENTO	76.06	4	19.02	9.70	0.0004
Error	31.36	16	1.96		
Total	125.53	24			

Para comprobar la normalidad del error y verificar si los datos siguieron una distribución normal se llevó acabo la prueba de Shapiro–Wilk (InfoStat, 2012). La prueba demostró la normalidad de los datos por medio del valor de **p** calculado que dio como resultado un valor mayor al nivel de significancia utilizado (0.05).

Cuadro 12. Prueba de normalidad del error Shapiro–Wilk para % de pupas con *Beauveria bassiana*.

Shapiro-Wilks

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO rx+1	25	0.00	1.14	0.94	0.3126

La prueba de normalidad del error demuestra que los datos al igual que todos los anteriores siguen una distribución normal.

Los resultados del análisis de varianza (cuadro11) muestran una diferencia significativa entre los tratamientos, con un valor de **p** igual a 0.0004, siendo menor este al valor de significancia utilizado (0.05). Con el fin de determinar cuál de los tratamiento presento los mejores resultados, se realizó la comparación de medias por el método de Scott & Knott con un valor de significancia de 0.05. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Cuadro 13. Comparación de medias por el método de Scott & Knott para % de pupas con presencia de *Beauveria bassiana*.

Test: Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 1.9600 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n		
Solución fungosa al 1% a pupa	5.59	5	A	
Solución fungosa al 1% a suelo	3.70	5	B	
Conidios a suelo	3.24	5	B	
Testigo con sustrato	1.00	5		C
Testigo sin sustrato	1.00	5		C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Al momento de realizar la observación de las pupas colocadas en las cámaras húmedas, se logró determinar que la micosis en pupa, en mayor presencia, se presentaba en las pupas que poseían algún daño en la membrana de protección, lo que facilitó que las esporas penetraran e infectaran a la pupa

Osorio-Fajardo y Canal (2011) no registran mortalidad a nivel de pupas utilizando *Beauveria bassiana*. La edad de las pupas es un factor importante para determinar la eficacia del hongo. Los autores citados, en su ensayo, utilizaron pupas que estaban a horas de emergencia (pupas de aproximadamente 14 días), a diferencia de las utilizadas en esta evaluación que eran pupas con 1 a 2 días de pupación y según Ekesi, citado por Osorio-Fajardo y Canal (2011), a mayor edad de la pupa el nivel de infección es más bajo, atribuyendo este resultado a la inhabilidad del tubo germinativo para penetrar el integumento de la pupa, debido a la alta esclerotización.

Al igual que la prueba en la emergencia de adultos, el tratamiento donde se observó una mayor infección de las pupas fue el tratamiento uno, el cuál es la suspensión al 1% inoculada directamente sobre la pupa. Esto demuestra la patogenicidad de las esporas de la cepa BbET de *Beauveria bassiana* al estado de pupa de la mosca del Mediterráneo, en las condiciones en las que fue manejado el experimento.

La aplicación de *Beauveria bassiana* presenta un potencial alto para el manejo de la plaga; se demostró que la cepa BbET logra atacar a la pupa, disminuyendo el porcentaje de emergencia de las moscas. Sin embargo la aplicación directa sobre las pupas de moscas de poblaciones silvestres en campo no se convierte en una metodología realizable, por lo que se hace conveniente evaluar los métodos de inoculación, dispositivos de transmisión del hongo, incluyendo las aplicaciones al suelo y otras formas en que los conidios puedan hacer contacto con las diferentes fases biológicas de la plaga.

Se recomienda realizar estudios donde se pueda determinar si la aplicación a diferentes texturas de suelo y forma de inoculación intervienen en la eficacia para la cepa en particular, ya que según Wilson –López., 2010, hace referencia que los suelos de textura areno arcillosa, con una humedad de 9 a 18% y una temperatura de 15 A 35°C hacen más eficaz la aplicación de conidios de *Beauveria bassiana* para el manejo de adultos recién emergidos.

Los resultados obtenidos demuestran la patogenicidad de la cepa BbET de *Beauveria bassiana* a las pupas de la mosca del mediterráneo y concuerdan con los reportados por otros investigadores, aunque, siendo los resultados positivos, demuestran la poca actividad biología de la cepa con las cantidades evaluadas; por lo tanto se sugiere evaluar cantidades mínimas efectivas para representar una alternativa más como parte complementaria en el control de dicha plaga que provoca severos daños a la fruticultura.

2.8 CONCLUSIONES

- La cepa BbET del hongo *Beauveria bassiana* seleccionada por el Laboratorio de Organismo Benéficos, mostró patogenicidad en la pupa de *Ceratitis capitata* (Wiedemann); el mejor resultado lo presentó el tratamiento donde se aplicó *Beauveria bassiana* en suspensión al 1% directamente a la pupa.
- Bajo las condiciones de la presente evaluación se obtuvo una reducción en el porcentaje de emergencia de un 11% en los tratamientos donde se aplicó *Beauveria bassiana*; sin embargo se determinó que no existe una diferencia significativa en los tres métodos de aplicación.
- Existe transmisión de la cepa BbET de *Beauveria bassiana* al emerger las moscas de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) tratadas con los tres métodos de aplicación en pupas.

2.9 RECOMENDACIONES

- Realizar evaluaciones a nivel de campo, para observar la eficiencia del hongo en ambientes naturales y en diferentes épocas del año, de igual forma evaluar diferentes cantidades de conidios del hongo con el fin de aumentar la eficiencia del efecto dirigido a pupas y moscas adultas.
- Los resultados obtenidos en la evaluación mostraron que la cepa BbET de *Beauveria bassiana* seleccionada por el Laboratorio de Organismo Benéficos, mostró patogenicidad en la pupa de la mosca del Mediterráneo; por lo cual, se recomienda seguir realizando evaluaciones con dicha cepa para identificar si es factible aplicar la metodología realizada como parte del control biológico.
- Los hongos entomopatógenos en el suelo tienen mayor protección del efecto adverso de los factores abióticos como la radiación solar, humedad, luz ultravioleta, etc. Por lo tanto, se considera que los conidios permanecen activos por un mayor tiempo, por lo que se recomienda evaluar su efectividad contra dicha plaga considerando este enfoque.
- Se muestra necesario realizar la misma evaluación, teniendo en cuenta que el hongo *Beauveria bassiana* tiene un rango de temperatura de suelo, ambiente y humedad efectivo para el buen desarrollo del mismo, por ello se recomienda que se tenga manejo de las variables nombradas, con lo que se podrá determinar las condiciones óptimas para la cepa BbET de *Beauveria bassiana* en particular.

2.10 BIBLIOGRAFÍA

1. Aluja Schuneman, M. 1993. Manejo integrado de la mosca de la fruta. México, Trillas. 251 p.
2. Echeverría Escobedo, C. 1978. Modelo metodológico para el combate de la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* W.) en Guatemala, con fines de erradicación. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Usac. 143 p.
3. Flores, S; Campos, SE; Villaseñor, A; Valle, A; Midgarden, D; Rendón, P; Enkerlin, W; Liedo, P; Montoya, P; Toledo, J. 2012. Uso de dispositivos diseminadores y moscas estériles vectores de conidios de *Beauveria bassiana* para el manejo de la mosca del mediterráneo (correo electrónico). México, Subdirección de desarrollo de métodos, Programa Mosca de la Fruta México (sfbreceda@hotmail.com).
4. Hernández, V; Berlanga, A. 1999. Ficha técnica: CB 03 uso de *Beauveria bassiana* como insecticida microbial. México, Comisión Nacional de Seguridad Agropecuaria. 4 p.
5. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2011. Datos meteorológicos de los departamentos (en línea). Guatemala. Consultado 22 mar 2011. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTADISTICAS.htm>
6. Porras, L; Lecuona, R. 2008. Estudios de laboratorio para el control de *Ceratitis capitata* (Wiedmann) (Diptera: Tephritidae) (mosca del mediterráneo) con *Beauveria bassiana*. In Mochi, D; Quesada Moraga, E. Laboratory evaluation of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and adults of *Ceratitis capitata* (Diptera: tephritidae). Agronomía Costarricense 32(2):119-128.
7. Moya, P. 2003. Hongos patógenos en la lucha contra *Ceratitis capitata*. Horticultura no. 167:24-30.
8. Osorio-Fajardo, A; Canal, Nelson A. 2011. Selección de cepas de hongos Entomopatógenos para el manejo de *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) (Diptera: Tephritidae) en Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía de Medellín 64(2): 6129-6139.

9. Porras Reyes, L. 2007. Control microbiano de *Ceratitis capitata* (Wiedmann) (mosca del mediterráneo) con el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. Trabajo graduación, Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Biología. 77 p.
10. Portilla, M; Gonzales, G; Nuñez-Bueno, G. 1995. Evaluacion y descripcion del daño causado por *Ceratitis capitata* al cafe. Revista Colombiana de Entomologia 21(1):14-24.
11. Programa MOSCAMED, GT. 2012. Biología y ecología de la mosca del mediterraneo (en línea). Guatemala, Programa Moscamed Guatemala. Consultado 20 mar 2012. Disponible en <http://www.moscamed-guatemala.org.gt/?secc=Informacion>
12. Guzman-Plazola, R. 2010. Ficha tecnica: mosca del mediterraneo *Ceratitis capitata* (Wiedmann). México, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. 41 p.
13. Samson, RA; Evans, HC. 1982. Two new *Beauveria bassiana* spp. from South America. J. Invertebr. Pathol. 38:199-174.
14. Santamaria, A; Costa-Comelles, J; Alonso, A; Rodriguez, J; Ferrer, J. 1998. Ensayo del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin para el control de la mosca blanca de los cítricos *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) (Homoptera: Aleyrodidae) y su acción sobre el parásito *Cales noacki* (Hymenoptera: Aphelini). Sanidad Vegetal 24: 695-706.
15. Wikipedia.org. 2013. *Beauveria bassiana* (en línea). España. Consultado 24 mar 2011. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Beauveria_bassiana
16. Wilson-López, WM. 2010. Infección de *Anastrepha lundens* (Loew) con el hongo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. aplicado al suelo con diferente humedad y temperatura. Tesis Lic. Huehuetán, Chiapas, México, Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agrícolas, Campus IV. 34 p.



3 CAPÍTULO III

INFORME DE SERVICIOS PRESTADOS EN LOS PROYECTOS “*Beuveria bassiana*” Y “*ECOLOGIA DE POBLACIONES*” DEL PROGRAMA MOSCAMED.

3.1 PRESENTACIÓN

Como parte de Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S) Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, fue elaborado el siguiente documento que presenta la información sobre los servicios realizados durante el período de febrero a noviembre de 2012, asignado dentro del Programa Moscamed en los proyectos “*Beauveria bassiana*” y “Ecología de Poblaciones”, realizados en los municipios de San Miguel Dueñas y Alotenango, Sacatepéquez y los departamentos de Santa Rosa y Jalapa respectivamente.

Los servicios realizados dentro de ambos proyectos fueron solicitados para cumplir con las necesidades y metodologías de las actividades de campo y laboratorio, brindando el apoyo profesional, técnico y operativo en las actividades asignadas.

El proyecto “*Beauveria bassiana*” tuvo como finalidad evaluar el impacto del uso de diseminadores de esporas de *Beauveria bassiana* en el control de poblaciones silvestres de la mosca del Mediterráneo y el proyecto “Ecología de Poblaciones” tuvo como fin evaluar la supervivencia y fecundidad residual de adultos silvestres, duración del ciclo biológico bajo diferentes condiciones ambientales (demografía) y el efecto de factores ambientales sobre la dinámica poblacional.

3.2 ÁREA DE INFLUENCIA

El proyecto “*Beauveria bassiana*” instaló su sede en las oficinas del Programa Moscamed, Región Altiplano Central, kilómetro 58 carretera Interamericana aldea Buena Vista, Chimaltenango, Guatemala; ubicadas en las coordenadas latitud norte 14.6684°, longitud oeste 90.85°.

Las actividades de campo se realizaron en zonas cafetaleras de los municipios de San Miguel Dueñas y Alotenango del departamento de Sacatepéquez, donde se encontraba presente la plaga. Las fincas en las que se ubicaron los tratamientos fueron: Finca Urías, Finca Cuxinales, Finca Tempixque, Finca Las Nubes, Finca Bethel, Finca San Sebastián, Finca Capetillo y El valle. El acceso a las áreas de estudio desde las instalaciones del Proyecto en Chimaltenango, hasta las áreas de interés en los municipios de San Miguel Dueñas y Alotenango, se realizó por la carretera RN-14.

El proyecto “Ecología de Poblaciones” instaló su sede en el Programa Moscamed, Sub-Sede Barberena, Santa Rosa, Guatemala, kilómetro 55 carretera Interamericana.

Las actividades de campo se llevaron a cabo a lo largo del transecto del área seleccionada, ubicado en el canal de Chiquimulilla, Santa Rosa, hasta los 1800 m.s.n.m en el municipio de Mataquezcuintla, Jalapa. Seleccionando a lo largo del transecto zonas con presencia de plaga a diferente escala altitudinal.

3.3 OBJETIVO GENERAL

- Contribuir con el Programa Moscamed en la evaluación del uso de dispositivos diseminadores de conidios de *Beauveria bassiana* y en la investigación de factores biológicos determinantes en el ciclo biológico para el manejo y control de *Ceratitidis capitata*.

3.4 SERVICIOS PRESTADOS

3.4.1 Desarrollo de las actividades de campo del proyecto “*Beauveria bassiana*” en fincas cafetaleras de los municipios de San Miguel Dueñas y Alotenango, Sacatepéquez

3.4.1.1 Definición del problema

El uso de agentes biológicos para el control de plagas como lo son los entomopatógenos ha tomado importancia en la agricultura orgánica y convencional principalmente en la fruticultura y horticultura. Actualmente se han empleado diversas formas para diseminar las esporas de entomopatógenos como lo son insectos vivos como vectores, aspersiones con agua o empleando dispositivos diseminadores.

El Programa Moscamed desarrolla junto al control tradicional, alternativas de control con el fin de evitar el desplazamiento y erradicar la plaga del territorio. Una de ellas es la evaluación del impacto del uso de dispositivos diseminadores de esporas de *Beauveria bassiana* que sean más atractivos a moscas, incrementen la viabilidad del hongo en el campo y cause mayor porcentaje de infección en las poblaciones silvestres de la plaga, para ser incluidas en el programa operativo de control de *Ceratitis capitata*.

3.4.1.2 Objetivo específico

- Realizar las actividades técnicas y operativas del proyecto “*Beauveria bassiana*”

3.4.1.3 Metodología

- a) Se obtuvo la información general del proyecto *Beauveria bassiana*, por parte de los encargados del proyecto y autoridades del Programa Moscamed.
- b) Se obtuvo la metodología mínima requerida para llevar a cabo las actividades de campo y la entrega de muestras al laboratorio; se adquirieron los mapas de las áreas e información de las fincas.

- c) Se realizó una capacitación al personal de campo contratado en el uso de GPS, así mismo se les fue proporcionada la información de la ubicación de trampas, diseminadores y puntos de liberación de moscas.
- d) Se realizó un reconocimiento de campo en las fincas donde fueron ubicadas las áreas de muestreo, monitoreo y liberación de moscas estériles inoculadas con *Beauveria bassiana*, así mismo hacer la presentación formal del personal de trabajo a las autoridades y seguridad de las fincas.
- e) Se adquirieron los materiales a utilizar en las actividades de campo (trampas, diseminadores, bombas de inoculación, conidios de *Beauveria bassiana*) y se realizó la capacitación para el uso correcto de los mismos.
- f) Se realizó la colocación e identificación de trampas, diseminadores y puntos de liberación de moscas estériles inoculadas con *Beauveria bassiana*.
- g) Elaboración del plan de actividades de campo del Proyecto “*Beauveria bassiana*”

3.4.1.4 Característica de los materiales utilizados

3.4.3.1.A Trampas Fase IV

Se utilizaron trampas de plástico tipo Fase IV EXA (Better Word Manufacturing Inc. Fresno CA) (figura 6) con atrayente alimenticio BioLure Unipack (Suterra/AgriSence BCS Ltd, UK) que tiene una efectividad en campo de al menos seis meses (Flores et al. 2012). La trampa contenía en el interior una lámina con material pegajoso y de fácil manipulación para poder obtener los insectos atrapados.



Figura 6. Trampa plástica tipo Fase IV

3.4.3.1.B Dispositivos Diseminadores

Los dos tipos de dispositivos diseminadores fueron forrados con tela afelpada amarilla saturadas con 2 g de esporas de *Beauveria bassiana* y cebados con un plug de 3 g del atrayente específico TrimedLure (TML) (Pharma-Tech International, Fresno, CA /Better World Manufacturing Inc. Fresno CA) que era remplazado cada tres semanas y un plato de plástico se sujetó a la parte superior del gancho como protección contra la lluvia.

El diseminador tipo bote fue un frasco PET de 500 ml con 15 perforaciones de 2.5 mm distribuidas uniformemente, la tapa con cuatro aberturas triangulares de 1.5 cm de cada lado y abierto en la parte inferior, la tapa y fondo se cubren con tela mosquitera y la canastilla con el plug de TML se cuelga de la parte inferior de la tapa (figura 7).



Figura 7. Dispositivo diseminador tipo bote

El diseminador tipo panel fue una lámina galvanizada de 23 cm x 14 cm, la canastilla con el plug de TML se incrustó en un orificio central de 2.5 cm en el centro de la lámina (figura 8) (Flores et al. 2012).



Figura 8.Dispositivo diseminador tipo panel

3.4.3.1.C Material biológico

La cepa del hongo (BbET) que se utilizó fue obtenida del Laboratorio de Reproducción de Organismos Benéficos, Talismán, Chiapas, en formulación en polvo célite 400 en presentaciones de 100 g con 5×10^{11} conidios/g, con una patogenicidad de 95% y tiempo letal medio (TL_{50}) de 4.50 (4.38 - 4.63) días en machos estériles de la mosca del Mediterráneo a una concentración de 1.75-2.3 1×10^8 conidios/g (figura 9) (Flores et al. 2012).



Figura 9. Conidios del hongo *Beauveria bassiana* (BbET)

Los adultos de *Ceratitis capitata* empleados como vectores fueron obtenidos de la Planta El Pino, Guatemala, como pupa irradiada pintadas con color rosa (figura 10). Las pupas fueron mantenidas en cajas PARC (50,000 pupas por caja) por 6 días a 25 °C para la emergencia de los adultos (figura 11).



Figura 10. Pupas irradiadas utilizadas



Figura 11. Cajas PARC utilizadas para colocar pupas

Los recursos utilizados para la realización de los servicios en las actividades de campo del proyecto “*Beauveria bassiana*” fueron:

- 2 automóviles
 - 350 trampas tipo Fase 4
 - Atrayentes BioLure Unipack
 - 350 diseminadores tipo panel
 - 350 diseminadores tipo bote
 - Atrayentes TimedLure
 - Laminillas para trampeo
 - 6 GPS
 - Mapas de rutas de trampeo
 - Mapas de rutas de diseminadores
- Materiales varios: marcadores, lapiceros, engrapadoras, bolsas, alambre, señales de nylon de color naranja.

3.4.1.5 Resultados

Como parte del Proyecto “*Beauveria bassiana*”, las actividades de campo desarrolladas fueron las siguientes:

3.4.1.5.A Instalación y revisión de trampas

Se dio el apoyo técnico y operativo en las actividades de instalación y revisión de trampas dentro las parcelas en el tiempo de duración del Proyecto, la función principal fue la elaboración de rutas de trapeo que se ajustaron a las actividades requeridas semanalmente, de acuerdo al personal de campo con el que se contó y un plan de acción inmediata para facilitar la resolución de problemas.

El total de trampas instaladas fueron 263, repartidas dentro de las 12 parcelas de 1 km² de extensión cada una (figura 12). El Proyecto “*Beauveria bassiana*” tuvo una duración de siete meses de febrero a agosto del año 2012. El cronograma de ejecución realizado para las actividades de revisión de trampas se presenta en el cuadro 14.

Cuadro 14. Cronograma semanal actividades de campo proyecto “*Beauveria bassiana*”

SEMANA 1	LUNES												MARTES												MIÉRCOLES												JUEVES																																
KILOMETROS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																					
TRAMPÁS	X	X	X	X	X														X	X	X	X														X	X	X																															
DISeminADORES									X											X																	X																									X							

SEMANA 2	LUNES												MARTES												MIÉRCOLES												JUEVES																															
KILOMETROS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																				
TRAMPÁS	X	X	X	X	X														X	X	X	X														X	X	X																														
DISeminADORES					X														X																			X																								X						

SEMANA 3	LUNES												MARTES												MIÉRCOLES												JUEVES																															
KILOMETROS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																				
TRAMPÁS	X	X	X	X	X														X	X	X	X													X	X	X																															
DISeminADORES						X													X																		X																									X						

SEMANA 4	LUNES												MARTES												MIÉRCOLES												JUEVES																															
KILOMETROS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																				
TRAMPÁS	X	X	X	X	X														X	X	X	X													X	X	X																															
DISeminADORES						X													X																		X																									X						

KILOMETRO 1	Finca San Sebastian
KILOMETRO 2	Finca San Sebastian
KILOMETRO 3	Finca San Sebastian
KILOMETRO 4	Finca San Sebastian
KILOMETRO 5	Finca Cuxinales
KILOMETRO 6	Fincas Tempisque, Las Nubes y Bethel
KILOMETRO 7	Fincas Tempisque, Las Nubes y Bethel
KILOMETRO 8	Finca Urias
KILOMETRO 9	Finca Urias
KILOMETRO 10	Finca Capetillo
KILOMETRO 11	Finca Capetillo
KILOMETRO 12	Finca Cuxinales

NOTA: en la semana 1 y 3 se cambiarán diseminadores tipo panel
en la semana 2 y 4 se cambiarán diseminadores tipo bote
El día VIERNES el personal de campo apoyará a las actividades de laboratorio en el centro de operaciones del Altiplano Central

	ESTIMADO POR SEMANA					
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	TOTAL
TRAMPÁS	125	100	75	liberación		300
DISeminADORES	50	50	100	100		300

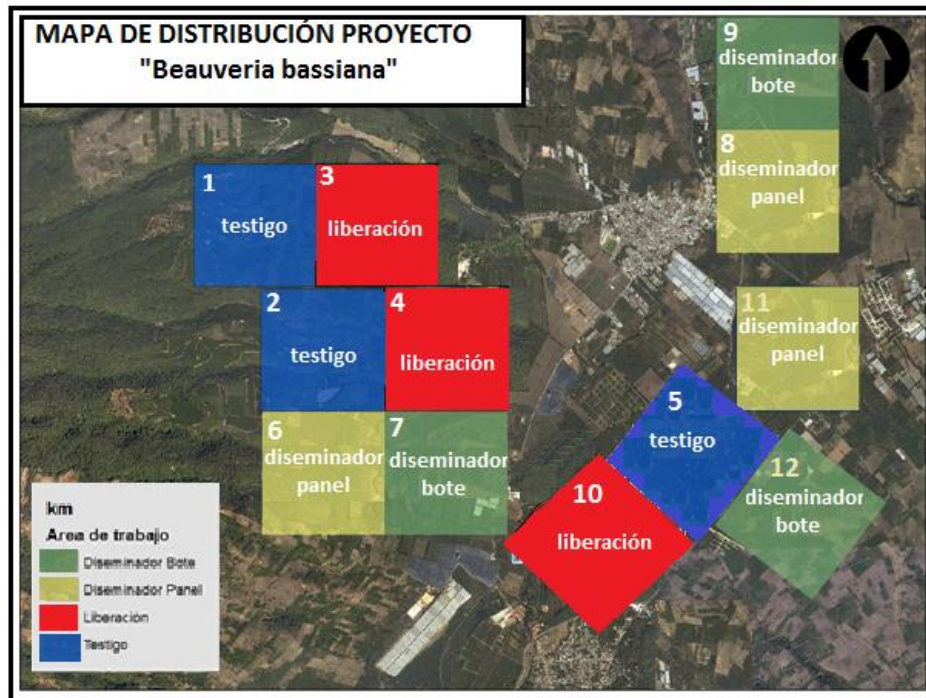


Figura 12. Mapa de distribución de parcelas proyecto “*Beauveria bassiana*”

Las trampas se revisaron semanalmente, la laminilla retirada fue recolectada por los encargados de actividades y llevada al laboratorio de identificación del Centro de Operaciones Altiplano Central en Chimaltenango donde los individuos capturados se identificaron y cuantificaron por sexo y origen (estériles o fértiles) (figura 13).



Figura 13. Revisión de trampas y recolección de laminillas

3.4.1.5.B Instalación, revisión e inoculación de dispositivos diseminadores

Se brindó el apoyo técnico y operativo en la actividad de instalación de los dispositivos diseminadores, la función principal como encargado de la actividad de revisión, manejo del hongo, inoculación de diseminadores con conidios de hongo en campo y responsable de los dispositivos no utilizados almacenados en la bodega, constó en la realización de un plan de trabajo y el cronograma semanal de las actividades nombradas, acuerdo al personal de campo con el que se contó para la realización de las mismas (cuadro2).

Los dispositivos diseminadores instalados en total fueron 600, ubicados en seis parcelas (100 por cada km²).

Los dos tipos de dispositivos diseminadores fueron forrados con tela afelpada amarilla saturadas con 2 gramos de esporas de *Beauveria bassiana*. La tela fue sustituida cada 14 días, agregando nuevamente esporas del hongo, esta actividad fue realizada por parte de los encargados de las actividades, para garantizar la correcta inoculación de esporas a los dispositivos diseminadores (figura 14).



Figura 14. Inoculación de telas utilizadas en diseminadores

En el cuadro 14 se muestra el personal y el cargo ejercido en las actividades de campo del proyecto "*Beauveria bassiana*".

Cuadro 15. Distribución de cargos Proyecto “*Beauveria bassiana*”

PERSONAL DE CAMPO	CARGO
Antonio Mayorga	Responsable de trampeo
Daniel López	Responsable de Diseminadores
Marcos Miranda	Técnico
Sergio Gutiérrez	Técnico
Melzar Can	Técnico
Henry Del Cid	Técnico
José Mich	Técnico

3.4.1.5.C Liberación de moscas estériles inoculadas

La actividad de liberación de moscas estériles usadas como vectores fue realizada una vez a la semana durante el tiempo del proyecto, seleccionando 3 parcelas y ubicando 12 puntos en cada parcela de liberación.

Las pupas provenientes de la planta “El Pino”, luego de su emergencia, fueron inoculadas con 0.0001 gramos de conidios por mosca, y se liberaron en forma terrestre a una densidad de 4,800 adultos por hectárea, dando un total de 0.48 gramos de conidios/ha, cuando las moscas alcanzaron seis días de edad, las aberturas de la caja PARC fueron selladas y a través de un orificio de 2 cm de diámetro hecho en la pared de cada caja se introdujo la manguera de un aspersor para polvos y se aplicaron 3 g de conidios por caja (figura 15).



Figura 15. Inoculación de moscas utilizadas como vectores

Luego de que las moscas fueron inoculadas, se trasladaron al sitio destinado para su liberación (figura 16).



Figura 16. Liberación de moscas

3.4.1.5.D Muestreo de cerezas de café

Se realizó el plan de muestreo del área donde se llevó a cabo el proyecto y se dio una capacitación al personal de campo de la metodología utilizada para la recolección de cerezas de café. Los pasos para llevar a cabo el muestreo de cerezas fueron los siguientes:

- a) Identificación de frutos maduros
- b) Identificación de señales de ovoposición de la mosca en frutos maduros
- c) Recolección de frutos
- d) Identificación de las muestras

Para la actividad de muestreo se utilizó una boleta donde se colocaron los datos en relación al lugar, coordenadas, variedad de café, etc. (figura 17); esta actividad fue realizada en la época de maduración de los frutos, que consistió en la toma de muestras de cerezas, para posteriormente ser llevados al laboratorio donde se evaluó la presencia de larvas de moscas del Mediterráneo.

PROGRAMA MOSCAMED																						
CENTRO DE OPERACIONES ALTIPLANO CENTRAL																						
BOLETA DE MUESTREO DE FRUTAS																						
RESPONSABLE _____										FECHA _____												
RECOLECTOR _____										SEMANA No: _____												
Bolsa	Corre lativo	Depto	Munic	Lugar	Cte	Altitud MSNM	Coordenada	Longitud	Latitud	Hosp.	Peso (g)	No. de Unidades	var.	Resultados de Identificación Larva/Pupa								
														fecha	fecha	fecha	Total					
														12-abr	17-abr	23-abr						
			Disección Inicia			Revision			Disección Final													
Cc	Anas	OM	Cc	Anas	OM	Cc	Anas	OM	Cc	Anas	OM	Cc	Anas	OM	Cc	Anas	OM	Cc	Anas	OM		

Figura 17. Boleta de muestreo

3.4.1.6 Conclusiones

1. Se elaboró el cronograma de actividades de campo que fue desarrollado durante la ejecución del Proyecto "*Beauveria bassiana*".
2. Se realizó el plan de distribución semanal de las actividades de campo de acuerdo al personal con el que conto el Proyecto "*Beauveria bassiana*".
3. Con base a los resultados obtenidos en las actividades de campo se elaboró el documento final del proyecto que se titula: "Evaluación del uso de Dispositivos diseminadores y moscas estériles vectores de conidios de *Beauveria bassiana* para el manejo de la mosca de Mediterráneo".

3.4.2 Apoyo a las actividades del Proyecto “Ecología de Poblaciones” en los departamentos de Santa Rosa y Jalapa

3.4.2.1 Definición del problema

El amplio rango de adaptabilidad de *Ceratitis capitata* hace que se reporte en varias zonas a nivel mundial. En Guatemala, favorecida por los factores climáticos, de relieve y la diversidad de especies hospedantes ha hecho que el control sea de gran importancia para la producción de frutas y hortalizas.

El programa Moscamed considera necesario la puesta en práctica del proyecto “Ecología de Poblaciones” con el fin de evaluar la dinámica de las poblaciones, ciclos biológicos en diferentes condiciones ambientales y el efecto de los factores en las poblaciones de moscas. Para ese fin se realizan muestreos, trampeos, capturas de adultos y registros de condiciones climáticas en diferentes estratos altitudinales; para el cual son objetos de evaluación zonas con presencia de moscas silvestres ubicadas en los departamentos de Santa Rosa y Jalapa.

3.4.2.2 Objetivo específico

- Realizar las actividades técnicas y operativas dentro del estrato latitudinal 4 del proyecto “Ecología de poblaciones”.

3.4.2.3 Metodología

- a) Presentación con el Ingeniero Elmer García, encargado del proyecto “Ecología de Poblaciones” en las oficinas del Programa Moscamed, Sub-Sede Barberena, Santa Rosa.
- b) Obtención de la información general del Proyecto, en el cual se expusieron los estudios a realizar: “Supervivencia y duración del ciclo biológico bajos diferentes condiciones ambientales” y “Efecto de factores ambientales sobre la dinámica poblacional”. Posteriormente se identificaron los estratos altitudinales en el cual serían realizadas las evaluaciones, a lo largo del transecto que va desde el municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa, hasta el municipio de Mataquezcuintla, Jalapa.

Los estratos identificados fueron los siguientes:

- Estrato 1: de 0 a 450 m.s.n.m
 - Estrato 2: 450 a 900 m.s.n.m
 - Estrato 3: 900 a 1350 m.s.n.m
 - Estrato 4: 1350 a 1800 m.s.n.m
- c) Se realizó visita de campo para la ubicación de los estratos.
 - d) Se obtuvo la metodología a realizar para llevar a cabo las actividades de campo y laboratorio dentro de los estratos identificados.
 - e) Se adquirieron los materiales a utilizar (trampas, laminillas, atrayentes, bolsas para muestreos).
 - f) Se realizó la colocación e identificación de la red de trampeo dentro del estrato 4.
 - g) Se realizó el plan de actividades, en el cual se propuso el cronograma semanal para la revisión, monitoreo y muestreo de la red de trampeo en el estrato 4.
 - h) Se brindó el apoyo operativo en las evaluaciones de la “Efectividad Biológica de Estaciones cebo tipo Magnetmed y Wax” y “Evaluación de la eficiencia de BioLure en presentación componentes individuales y Unipack”

3.4.2.4 Resultados

Se llevaron a cabo las actividades de apoyo técnico y operativo dentro del proyecto “Ecología de Poblaciones”, en el estrato 4 que comprende la escala altitudinal 1350 a 1800 m.s.n.m; para este proyecto el estrato 4 se ubicó en el municipio de Mataquezcuintla, Jalapa.

Las actividades realizadas dentro del Proyecto de “Ecología de Poblaciones” fueron las siguientes:

3.4.2.4.A Selección de sitios de trabajo y delimitación de parcelas

Al contar con la información general del proyecto de las necesidades y requerimientos que llevaría el mismo, se realizó la visita de campo y reconocimiento del área donde se implementarían las actividades de campo, se procedió mediante el software Google Map-Pro la delimitación de las parcelas de estudio y la distribución de trampas correspondientes al estrato 4, ubicadas en la finca Vizcayá, finca Concepción y aldea Sansupo, municipio de Mataquezcuintla, Jalapa. Para la identificación de las parcelas y la instalación en campo se empleó un equipo GPS map 62s (Garmin International, Olathe, KS).

3.4.2.4.B Instalación y revisión de trampas

Durante los primeros dos meses (julio-agosto) asignado al proyecto “Ecología de Poblaciones”, se brindó el apoyo operativo en la actividad de colocación de trampas y elaboración de rutas de trampeo dentro de los estratos 3 y 4. Se instalaron 25 trampas de plástico tipo Fase IV dentro del estrato 3 y 26 trampas Fase IV correspondientes al estrato 4. En la figura 18 se muestra la boleta de colocación de trampas utilizada en el proyecto.

PROGRAMA MOSCAMED														
PROYECTO ECOLOGIA DE POBLACIONES														
Informe de Colocación e Incremento de Trampas														
Estrato 4														
Correlativo	Cte.	COORDENADA		Altura (msnm)	Mpio	Lugar	Referencia	Mts. Trampa	Lad o	Hos p	Nombre de Trampa	Tipo de Trampa	Tipo de Trampeo	Uso de la tierra
		Longitud (X)	Latitud (Y)											

Figura 18. Boleta de colocación de trampas estrato 4

En función de las actividades asignadas, se elaboró el plan de actividades, generando el cronograma semanal de revisión de la red de trampeo para el estrato asignado (cuadro15).

Cuadro 16. Cronograma de actividades semanal estrato 4.

ACTIVIDAD /DIA	SEMANA					
	L	M	M	J	V	
Revisión y monitoreo de red de trampeo (Estrato IV)	X					
Revisión de trampas (Evaluación Sensibilidad)		X	X			
Monitoreo de bandolas(Evaluación fenología del café)		X	X			
Revisión y monitoreo de trampas (transecto estrato V)				X		
Evaluación "Efectividad biológica de estaciones cebo"				X		
Empaque y liberación de moscas (Evaluación de la eficiencia de Biolure)					X	
ESTIMADO SEMANAL						
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	TOTAL
TRAMPAS	26	20	10	20	—	76

El monitoreo de la red de trampeo del transecto fue realizado de acuerdo a los estratos asignados, así pues, se realizó la revisión de 39 trampas (10 trampas tipo Jackson y 9 trampas Fase IV correspondientes al estrato 3, 7 trampas Jackson y 13 Fase IV correspondientes al estrato 4). La revisión de las trampas consistió en la recolección de las laminillas y el transporte al laboratorio de identificación de la Sub-Sede del Programa Moscamed Barberena, Santa Rosa, donde las moscas capturadas se identificaron y cuantificaron por sexo y origen (estériles o fértiles).

Luego de los primeros dos meses dentro proyecto de "Ecología de Poblaciones", se procedió a realizar la ubicación de parcelas de monitoreo para llevar a cabo las evaluaciones de fenología del café y sensibilidad de las poblaciones. Fueron ubicadas y delimitadas tres parcelas por estrato, donde posteriormente se instalaron 10 trampas de plástico tipo Jackson por parcelas y llevado a cabo el monitoreo de maduración del café.

3.4.2.4.C Muestreo de cerezas de café

El muestreo de cerezas se realizó como parte de la evaluación de la fenología del café, la cual consistió en el monitoreo mediante el conteo semanal de la maduración de los frutos de una bandola en específico, en las parcelas delimitadas para la evaluación de Sensibilidad (figura 19).



Figura 19. Monitoreo de bandolas de café “Evaluación Fenología de Café”

Luego de revisar los registros del trapeo realizado a lo largo de transecto, se identificó la trampa con mayor frecuencia de captura de individuos silvestres y con ello ubicar el área con mayor presencia de plaga. El área identificada fue un parcelamiento ubicado en la aldea El Paraíso, Mataquezcuintla, Jalapa.

El muestreo consistió en la recolección total de frutos maduros ubicados dentro de la parcela, donde luego de ser recolectados se llevaron al laboratorio del programa Moscamed Sub-Sede Barberena. Los frutos fueron colocados en bandejas y rociados con benzoato al 1% para evitar la pudrición temprana y ataque de hongos (figura 20).



Figura 20. Colocación de frutos en bandejas de laboratorio

3.4.2.4.D Formación de colonia de *Ceratitis capitata*

Como parte de las actividades asignadas por el Programa Moscamed dentro del proyecto “Ecología de Poblaciones”, se realizó la instalación de la jaula de campo de malla de vinil de 2.5 metros de altura y 3 metros de diámetro las cuales permiten mantener las condiciones ambientales externas. La jaula fue ubicada en la finca Concepción, Mataquezcuintla, Jalapa, correspondiente al estrato 4; para la evaluación del ciclo de vida y la formación de la colonia de *Ceratitis capitata* (figura 21).



Figura 21. Jaula de campo en finca Concepción, Mataquezcuintla.

Luego de realizar la actividad de recolección de frutos en el área de mayor presencia de la plaga, fueron trasladados a la jaula de campo y puestos en cedazos, colocando una capa de arena debajo de los frutos para propiciar condiciones a las larvas de moscas y poder en pupar, para posteriormente ser extraídas y monitorear la emergencia hasta llegar a moscas adultas. Los monitoreos se realizaron dos veces por semana, revisando la capa de arena ubicada por debajo de las muestras y pasándola por un tamiz con el fin de identificar las pupas o larvas y ser colocadas en el área de observación dentro de la jaula (figura 22).



Figura 22. Identificación de larvas y pupas colocadas en jaula de campo

Las moscas adultas obtenidas serían llevadas al laboratorio del Programa Moscamed Sub-Sede Barberena, Santa Rosa, para su uso en la formación de la colonia de *Ceratitis capitata*. En la actividad del traslado de moscas adultas obtenidas en las jaulas de campo no se logró participar debido a la finalización del tiempo establecido del E.P.S.

Al mismo tiempo de prestar los servicios en el proyecto “Ecología de Poblaciones”, se realizaron las evaluaciones de la “Efectividad Biológica de Estaciones cebo tipo Magnetmed y Wax” y “Evaluación de la eficiencia de BioLure en presentación componentes individuales y Unipack”, donde también se brindó el apoyo operativo en las actividades de campo y las actividades de laboratorio en la oficina del Programa Moscamed Sub-Sede Barberena, Santa Rosa.

3.4.2.4.E Efectividad Biológica de Estaciones cebo tipo Magnetmed y Wax

Como parte de los servicios realizados dentro del Programa Moscamed realizaron las actividades de campo y laboratorio para efectuar la evaluación de la “Efectividad Biológica de Estaciones cebo tipo Magnetmed y Wax”, simultáneamente con las actividades del proyecto “Ecología de Poblaciones”.

La evaluación consistió en exponer a condiciones de campo y evaluar la efectividad para matar moscas adultas estaciones cebo tipo Magnetmed, que es un sobre de color blanco con atrayentes sexuales y su exterior se encuentra impregnado de deltametrina, que es un insecticida de la familia de los piretroides; y estaciones tipo Wax, las cuales son cajas conteniendo en el exterior cebo a base de Spinosad.

Se utilizó como comparadores estaciones cebo tipo Magnetmed y Wax que no fueron expuestas a condiciones de campo. La evaluación de la efectividad consistió en someter moscas adultas estériles al contacto con las estaciones expuestas a condiciones de campo y las utilizadas como comparadores, para posteriormente evaluar el efecto que tuvieron sobre las moscas. Los datos fueron tomados una vez por semana, durante 13 semanas, los cuales al finalizar fueron enviados al programa Moscamed.

3.4.2.4.F Evaluación de la eficiencia de Biolure en presentación componentes individuales y Unipak

Se brindó el apoyo operativo en la ejecución de las actividades de la “Evaluación de la eficiencia de BioLure en presentación componentes individuales y Unipak”. El atrayente BioLure de tres componentes para Moscas de la Fruta consiste de un sistema

patentado de membrana que actúa como cebo alimenticio sintético para la atracción de hembras de la mosca del mediterráneo.

Las actividades realizadas fueron las siguientes:

- a) Se seleccionaron e identificaron 2 parcelas de estudio, ubicadas dentro de la finca Las Estrellas, Barberena, Santa Rosa.
- b) En la parcela 1 fueron distribuidas 10 trampas tipo Fase IV, colocándoles como atrayente BioLure en presentación individual, el cual es un atrayente tipo alimenticio que contiene tres componentes en tres paquetes individuales y sellados: Putrecina, Trimetilamina y Acetato de Amonio. Este atrayente es el utilizado dentro de la actividad de detección en el Programa Moscamed.
- c) En la parcela 2 fueron instaladas 10 trampas tipo Fase IV, colocándoles como atrayente BioLure en presentación Unipack. Este tipo de atrayente contiene los tres componentes del atrayente sintético en un solo paquete individualizado y sellado.
- d) Se llevó a cabo actividades de liberación de moscas estériles semanalmente, obtenidas de la planta “El Pino” que previamente fueron pintadas con colores azul, amarillo y verde.
- e) La revisión de trampas se realizó semanalmente, donde fueron recolectadas las laminillas ubicadas dentro de las trampas. Posteriormente fueron llevadas al laboratorio de la Sub-Sede Barberena, Santa Rosa del programa Moscamed.
- f) Los datos obtenidos junto a las laminillas con las moscas atrapadas eran enviadas a las instalaciones del Programa Moscamed Centro de Operaciones Suroccidente con sede en Retalhuleu.



Figura 23. Atrayentes utilizados en la” Evaluación de la eficiencia de BioLure en presentación componentes individuales y Unipak”.

3.4.2.5 Conclusiones

1. Se dejó establecido la red de trapeo del estrato altitudinal 4 del proyecto “Ecología de poblaciones”
2. Se inició el proceso de formación de la colonia para obtener la F1 de las moscas del estrato 4.
3. Se dejó establecida la base de datos de muestreo de trampas y frutos al 30 de Noviembre de 2012.
4. Se desarrollaron las actividades técnicas y operativas de las evaluaciones “Efectividad Biológica de estaciones cebo tipo Magnetmed y Wax” y “Eficiencia de BioLure en presentación componentes individuales y Unipak”, en el municipio de Barberena, Santa Rosa.

3.4.2.6 Bibliografía

1. Flores, S; Campos, SE; Villaseñor, A; Valle, A; Midgarden, D; Rendón, P; Enkerlin, W; Liedo, P; Montoya, P; Toledo, J. 2012. Uso de dispositivos diseminadores y moscas estériles vectores de conidios de *Beauveria bassiana* para el manejo de la mosca del mediterráneo (correo electrónico). México, Subdirección de desarrollo de métodos, Programa Mosca de la Fruta México (sfbreceda@hotmail.com).