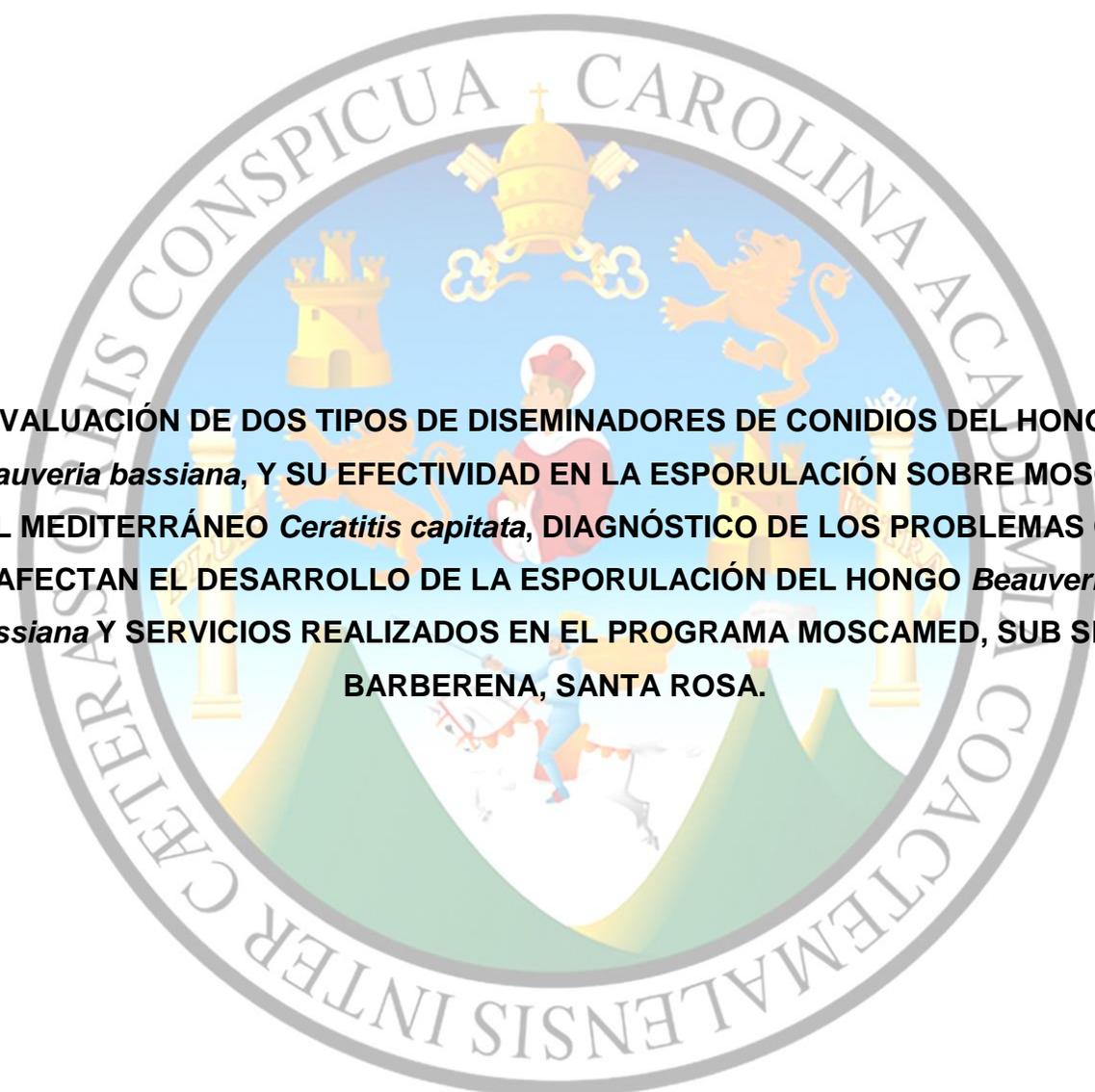


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a saint, likely St. Charles, seated on a throne. Above the figure is a golden crown with a cross on top. To the left is a golden castle tower, and to the right is a golden lion rampant. The background is a light blue sky with a green hill at the bottom. The Latin motto "CETERA SPERIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER" is inscribed around the perimeter of the seal.

EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE DISEMINADORES DE CONIDIOS DEL HONGO *Beauveria bassiana*, Y SU EFECTIVIDAD EN LA ESPORULACIÓN SOBRE MOSCAS DEL MEDITERRÁNEO *Ceratitis capitata*, DIAGNÓSTICO DE LOS PROBLEMAS QUE AFECTAN EL DESARROLLO DE LA ESPORULACIÓN DEL HONGO *Beauveria bassiana* Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL PROGRAMA MOSCAMED, SUB SEDE BARBERENA, SANTA ROSA.

DAVID HERMENEGILDO ALFREDO ICÚ SIMÓN

Guatemala, febrero 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE DISEMINADORES DE CONIDIOS DEL HONGO *Beauveria bassiana*, Y SU EFECTIVIDAD EN LA ESPORULACIÓN SOBRE MOSCAS DEL MEDITERRÁNEO *Ceratitis capitata*, DIAGNÓSTICO DE LOS PROBLEMAS QUE AFECTAN EL DESARROLLO DE LA ESPORULACIÓN DEL HONGO *Beauveria bassiana* Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL PROGRAMA MOSCAMED, SUB SEDE BARBERENA, SANTA ROSA.

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

POR

DAVID HERMENEGILDO ALFREDO ICÚ SIMÓN

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO**

Guatemala, febrero 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNIFICO

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	MSc.	Marino Barrientos García
VOCAL III	MSc.	Oscar René Leiva Ruano
VOCAL VI	P. For.	Sindi Benita Simón Mendoza
VOCAL V	Br.	Sergio Alexander Soto Estrada
SECRETARIO	Ing. Agr.	Carlos Roberto Echeverría Escobedo

Guatemala, febrero 2014

Guatemala, febrero 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 LOS PROBLEMAS QUE AFECTAN EL DESARROLLO DE LA ESPORULACIÓN DEL HONGO *Beauveria bassiana*, EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE DISEMINADORES DE CONIDIOS DEL HONGO *Beauveria bassiana* Y SU EFECTIVIDAD EN LA ESPORULACIÓN SOBRE MOSCAS DEL MEDITERRÁNEO *Ceratitis capitata* Y SERVICIOS REALIZADOS**; como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

David Hermenegildo Alfredo Icó Simón

ACTO QUE DEDICO

A

DIOS

Por permitirme la vida, darme inteligencia, paciencia y estar presente en todo momento.

MIS PADRES

José Alfredo Icó Sacbajá y Lidia Fidelina Simón de Icó, por su apoyo incondicional, confianza, consejos, esfuerzo y siempre guiarme por el camino correcto.

MIS HERMANOS

Thelma Icó, Zacarías Icó, Pamela Icó, por su apoyo y consejos. También a Emmerson Icó, aunque no está presente pero sé que estaría orgulloso de lo hoy conseguido.

MIS SOBRINOS

Ángel, Adriana, Abril y Aarón, por ser inspiración para alcanzar las metas propuestas.

TODA MI FAMILIA

Abuelos, tíos y primos, por brindarme su ayuda en cada momento que los necesite y sus consejos a lo largo de mi vida.

MIS ABUELOS

Hermenegildo Icó y Adriana Sacbajá, aunque no estén presentes siempre los llevo en mi corazón y sé que estarían orgullosos de este logro.

MIS AMIGOS

Manuel, Wolfgang, Otto, Rubén, Aarón, Cesar, Rodrigo, Hansy, Albín, Daniel, José, Antonio, Marcos, Vinicio, Jorge, Diego, por su amistad, los gratos momentos y apoyo muchas gracias.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

- A MI PATRIA** Guatemala.
- A MI ASESOR** Ing. Agr. Filadelfo Guevara, por sus conocimientos y tiempo valioso que fueron de gran apoyo para la elaboración de este documento.
- A MI SUPERVISOR** Ing. Agr. MC. José Luis Alvarado Álvarez, por ser mi amigo y docente asesor durante el EPS, gracias por su paciencia y tiempo brindado en lo requerido y por realizar las correcciones al presente documento.
- MIS CATEDRATICOS** Por su sabiduría, paciencia y consejos brindados durante estos años en tan prestigiosa unidad académica.

A:

Guatemala, hermoso país que me vio nacer.

Universidad de San Carlos de Guatemala, centro de estudios distinguido que me dio la oportunidad de hacer posible mi formación académica.

Facultad de Agronomía, unidad académica que me permitió formarme y darme lo necesario para un buen desarrollo profesional.

Mi familia y amigos, por su apoyo y consejos.

AGRADECIMIENTOS

A

DIOS

Por tener presentes en mi vida y formación académica a mis padres, hermanos y toda mi familia.

MI ASESOR

Ing. Agr. Filadelfo Guevara, por compartir sus conocimientos, apoyo y su tiempo para la revisión del documento final de investigación.

MI SUPERVISOR

Ing. Agr. MC. José Luis Alvarado Álvarez, por su apoyo y paciencia en la asesoría durante el tiempo que convivimos en el EPS y por la revisión de este documento.

PROGRAMA MOSCAMED

Por permitirme realizar el EPS en tan prestigiosa institución y apoyo.

A

Los Ing. Antonio Villaseñor, Álvaro Valle y Biólogo Salvador Flores de la Codirección Moscamed - México por el apoyo brindado, su amistad y consejos durante el EPS.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN.....	ix
CAPÍTULO I	1
DIAGNÓSTICO DE LOS PROBLEMAS QUE AFECTAN EL DESARROLLO DE LA ESPORULACIÓN DEL HONGO <i>Beauveria bassiana</i> , EN EL LABORATORIO DEL PROGRAMA MOSCAMED, ALTIPLANO CENTRAL, CHIMALTENANGO.....	1
1.1 PRESENTACIÓN.....	3
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.2.1 General	4
1.2.2 Especificos	4
1.3 METODOLOGIA	5
1.3.1 Observación directa	5
1.3.2 Manipulación de moscas desde su ingreso al laboratorio hasta la elaboración de cámaras húmedas	5
1.3.3 Evaluación de las instalaciones del laboratorio.....	8
1.4 RESULTADOS.....	9
1.4.1 Ubicación.....	9
1.4.2 Aspectos generales de los hongos entomopatógenos	9
1.4.3 <i>Beauveria bassiana</i>	9
1.4.4 Asepsia	10
1.4.5 Desinfección del ambiente (Laboratorio).....	11
1.4.6 Problemas que afectan la esporulación de moscas en el laboratorio.....	12
1.4.7 Posibles soluciones para corregir los problemas encontrados en el laboratorio.....	13
1.5 CONCLUSIONES	14

CONTENIDO	PÁGINA
1.6 BIBLIOGRAFÍAS.....	15
1.7 ANEXOS.....	16
CAPÍTULO II	17
EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE DISEMINADORES DE CONIDIOS DEL HONGO <i>Beauveria bassiana</i> , Y SU EFECTIVIDAD EN LA ESPORULACIÓN SOBRE MOSCAS DEL MEDITERRÁNEO <i>Ceratitis capitata</i> , EN EL MUNICIPIO DE ALOTENANGO, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.....	17
2.1 INTRODUCCIÓN	19
2.2 MARCO TEÓRICO	21
2.2.1 Biología y ecología de la mosca del mediterráneo	21
2.2.2 Ciclo de vida.....	21
2.2.3 Adulto	21
2.2.4 Huevo	22
2.2.5 Larva	22
2.2.6 Pupa.....	23
2.2.7 Hospedero.....	23
2.2.8 Conducta de apareamiento	24
2.2.9 Monitoreo	25
2.2.10 Control químico y manual.....	26
2.2.11 Control biológico.....	26
2.3 MARCO REFERENCIAL.....	28
2.3.1 Ubicación.....	28
2.3.2 Orografía	29
2.3.3 Zonas de vida.....	29
2.3.4 Vías de comunicación	29

CONTENIDO	PÁGINA
2.4 OBJETIVOS.....	30
2.4.1 General	30
2.4.2 Especifico.....	30
2.5 HIPÓTESIS.....	31
2.6 METODOLOGÍA	32
2.6.1 Tratamientos	32
2.6.2 Descripción de los diseminadores.....	32
2.6.3 Hongo.....	34
2.6.4 Diseño experimental.....	34
2.6.5 Modelo estadístico	35
2.6.6 Comparación de medias, criterio de Tukey	35
2.6.7 Unidad experimental	35
2.6.8 Variables evaluadas	35
2.6.9 Área de trabajo y distribución de tratamientos	35
2.6.10 Fase de campo.....	36
2.6.11 Fase de laboratorio	37
2.6.12 Análisis de la información.....	39
2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
2.7.1 Diseminadores de bote o cilindro	40
2.7.2 Diseminadores de placa o panel	40
2.7.3 Análisis de Varianza.....	41
2.7.4 Análisis de varianza del muestreo 5.....	42
2.7.5 Análisis de varianza del muestreo 6.....	43
2.8 CONCLUSIONES	44

CONTENIDO	PÁGINA
2.9 RECOMENDACIONES	45
2.10 BIBLIOGRAFÍAS.....	46
2.11 ANEXOS	48
2.11.1 Pasos a seguir para el análisis de datos	48
CAPÍTULO III	53
INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS, EN EL PROYECTO ECOLOGIA DE POBLACION DEL PROGRAMA MOSCAMED SUB SEDE BARBERENA, SANTA ROSA.....	53
3.1 PRESENTACIÓN.....	55
3.2 AREA DE INFLUENCIA.....	55
3.3 OBJETIVO GENERAL	55
3.4 SERVICIOS PRESTADOS	56
3.4.1 Monitoreo de presencia de <i>Ceratitis capitata</i> en el estrato tres (900 a 1350 msnm) en el departamento de Santa Rosa.....	56
3.4.2 Instalación de trampas tipo Jackson de plástico para la captura de <i>Ceratitis capitata</i> en tres parcelas de sensibilidad en fincas de café en el departamento de Santa Rosa.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Ingreso de laminillas al laboratorio, identificando cada parcela con una letra.	5
Figura 2. Colocación de moscas en cuadrículas de papel manila.	6
Figura 3. Izquierda mosca estéril y derecha mosca silvestre.	6
Figura 4. Izquierda hembra de <i>Ceratitis</i> y derecha macho.	7
Figura 5. Elaboración de cámaras húmedas y caja petri con moscas silvestres.	7
Figura 6. Estante con cámaras húmedas.	8
Figura 7. Mosca esporulada con micotoxinas.	8
Figura 8. Desinfección de cámaras húmedas.	16
Figura 9. Izquierda mosca contaminada con <i>Aspergillus</i> y derecha con <i>Penicillium</i>	16
Figura 10. Adulto emergiendo del pupario.	23
Figura 11. Mapa de ubicación del departamento de Sacatepéquez, Finca Capetillo y Cuxinales con los diseminadores seleccionados para la investigación.	28
Figura 12. Diseminador tipo panel y tipo bote.	32
Figura 13. Diseminador de conidios de <i>Beauveria bassiana</i> “tipo placa”.	33
Figura 14. Diseminador de conidios de <i>Beauveria bassiana</i> “tipo cilindro”.	33
Figura 15. Presentación del producto comercial a base de conidios de.	34
Figura 16. Distribución de tratamientos por finca.	36
Figura 17. Empaque e identificación de pupa estéril, para elaboración de cámaras húmedas.	37
Figura 18. Cámara húmeda con 10 moscas inoculadas.	38
Figura 19. Separación de moscas de la dieta alimenticia.	38
Figura 20. Sobre con moscas inoculadas.	38
Figura 21. Cámara húmeda después de 7 días y mosca esporulada con micotoxinas.	39
Figura 22. Mosca esporulada capturada en campo y cámaras húmedas.	51
Figura 23. Diseminador de panel con la felpa rota (izquierda) y mojado (derecha).	51

	PÁGINA
Figura 24. Diseminador tipo bote en planta de café con su señal.	51
Figura 25. Trampa tipo Jackson y canastilla con el plug trimedlure.	58
Figura 26. Trampa Fase IV de plástico y atrayente Unipak alimenticio.	59
Figura 27. Gráfica de capturas de <i>Ceratitidis capitata</i> por semana.	61
Figura 28. Parcelas de sensibilidad en la finca el Hato.	64
Figura 29. Parcela de sensibilidad en la Finca El Trapiche.	65
Figura 30. Gráfica de capturas por Finca.	67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	PÁGINA
Ilustración 1. Ingreso de datos al programa InfoStat.	48
Ilustración 2. Para realizar el análisis de datos, se seleccionaron las columnas Y5A, Y5B, Y6A y Y6B, se coloca el cursor en la opción de Estadística y se da clic en Análisis de la varianza.	49
Ilustración 3. Como variables dependientes colocamos Y5A, Y5B, Y6A y Y6B ya que son los datos que obtuvimos de las cámaras húmedas, como variable de clasificación se colocan los TRAT (tratamientos), posteriormente clic en Aceptar.	49
Ilustración 4. Posteriormente clic en Comparaciones, se selecciona la comparación de medias que utilizaremos, para este caso se usó Tukey, con una significancia de 0.05, darle clic en Aceptar.	50
Ilustración 5. Como resultado se obtuvo, los cuadros con el Análisis de Varianza así como sus respectivas pruebas de Tukey.	50

ÍNDICE DE CUADROS**PÁGINA**

Cuadro 1. Jerarquización de hospederos de la mosca del Mediterráneo.....	24
Cuadro 2. Datos obtenidos durante los 6 muestreos.	40
Cuadro 3. Datos utilizados para el Análisis de Varianza, correspondientes.....	41
Cuadro 4. ANDEVA muestreo 5.	42
Cuadro 5. ANDEVA muestreo 6.	43
Cuadro 6. Ordenamiento de datos en Excel.....	48
Cuadro 7. Estratos del Proyecto Ecología de Población del Programa Moscamed	57
Cuadro 8. Registro de moscas capturadas en el estrato tres (900 a 1350 msnm).....	60
Cuadro 9. Capturas en la Finca el Hato y Trapiche.....	66

Evaluación de dos tipos de diseminadores de conidios del hongo *Beauveria bassiana*, y su efectividad en la esporulación sobre moscas del Mediterráneo *Ceratitis capitata*, en el municipio de Alotenango, Sacatepéquez, Guatemala, C.A.

RESUMEN

El presente documento muestra la integración de las tres fases ejecutadas en el marco del Ejercicio Profesional Supervisado, realizado en el periodo de febrero – noviembre 2012, que es la última etapa en la que el estudiante integra sus conocimientos adquiridos durante la carrera de Licenciado en Ciencias Agrícolas en el Grado de Ingeniero Agrónomo. Los tres informes incluidos son el diagnóstico, investigación de campo y los servicios realizados en el Programa Moscamed de Chimaltenango.

La primera fase, se realizó un diagnóstico, por medio de la observación directa, evaluación de instalaciones y personal, además de la consulta de literatura, para poder encontrar los problemas que afectarán el desarrollo de la esporulación del hongo *Beauveria bassiana* en el laboratorio, encontrando problemas principalmente en las instalaciones, debido a que estas no eran adecuadas para mantener muestras con microorganismos, el laboratorio se improvisó en un área utilizada como oficina y bodega, esto limitó el crecimiento del hongo al no manejar luminosidad, temperatura y humedad, factores importantes para el crecimiento de un hongo. Además, se encontraron focos de contaminación por no tener asepsia en los materiales y laboratorio, debido a esta situación se recomendó tener instalaciones adecuadas para los distintos procesos y capacitar al personal en la manipulación de muestras.

La segunda fase, trata de la investigación que lleva por nombre Evaluación de dos tipos de diseminadores de conidios del hongo *Beauveria bassiana*, y su efectividad en la esporulación sobre moscas del Mediterráneo *Ceratitis capitata*, en el municipio de Alotenango, Sacatepéquez, Guatemala, C.A. Este proyecto se realizó en dos fincas de café, exponiendo 16 unidades de cada diseminador en un área de 1 km² durante 21 días y realizando seis muestreos de los conidios impregnados en la felpa de ambos

diseminadores y depositándolas en sobres de papel bond, para ser transportados al laboratorio de Chimaltenango. En el laboratorio se realizaron cámaras húmedas de las muestras obtenidas en campo, colocando 10 moscas estériles inoculadas durante un tiempo de siete días. Después de ese tiempo se reportó la cantidad de moscas esporuladas por diseminador obteniendo los siguientes. Sobre la evaluación de los diseminadores el que obtuvo mejores datos fue el tipo bote al presentar una efectividad en la esporulación del 100%, sobre un 43.8% de moscas esporuladas del diseminador de panel.

En la última fase se describen los servicios realizados dentro del programa Moscamed. El primer servicio Monitoreo de presencia de *Ceratitis capitata* en el estrato tres (900 a 1350 msnm) en el departamento de Santa Rosa, consistió en colocar trampas Jackson en fincas de café en Barberena y trampas Jackson y Fase IV a orillas de la carretera desde Barberena a Casillas en plantas de café y hospedantes alternos. El monitoreo se realizó en los meses de septiembre a noviembre, durante este período no se encuentran altas poblaciones de *Ceratitis capitata* y la captura fue de 17 moscas en los tres meses monitoreados.

El segundo servicio Instalación de trampas tipo Jackson de plástico para la captura de *Ceratitis capitata* en tres parcelas de sensibilidad en fincas de café en el departamento de Santa Rosa, se realizó para determinar si las fincas que tienen beneficio de café tienen mayor presencia de *Ceratitis capitata* que aquellas que cuentan únicamente con cultivo, debido a que se estima que la pulpa del café puede ser fuente de alimento para larvas. Se instalaron 10 trampas por parcela haciendo un total de 30. El monitoreo se realizó de septiembre a noviembre, en el área de estudio y no se presentaron las condiciones óptimas (temperaturas altas y elevado porcentaje de humedad relativa) para el desarrollo de la mosca del Mediterráneo, debido a eso las capturas de moscas fueron bajas, reportando en la finca el Hato 23 capturas y en la finca Trapiche 5.

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LOS PROBLEMAS QUE AFECTAN EL DESARROLLO DE LA ESPORULACIÓN DEL HONGO *Beauveria bassiana*, EN EL LABORATORIO DEL PROGRAMA MOSCAMED, ALTIPLANO CENTRAL, CHIMALTENANGO.

1.1 PRESENTACIÓN

Mantener el mayor cuidado en el proceso de ingreso de laminillas con moscas provenientes de trampas ubicadas en el campo, la limpieza del material y del laboratorio mismo es fundamental para realizar trabajos confiables.

El medio ambiente se encuentra, por lo general, cargado de microorganismos diversos que pueden contaminar el ámbito de trabajo, por ello es conveniente no descuidar la limpieza de los materiales, instrumentos y equipo necesario con el que se trabaja. Específicamente los hongos, es necesario y fundamental trabajar con mucha asepsia, ya que es indispensable el mantenimiento de los cultivos puros, debido a que los contaminantes pueden estar flotando en el aire, depositados sobre la superficie de trabajo y del ambiente como paredes, techos, estantes, entre otros.

El presente diagnóstico trata de identificar los problemas que afectan el desarrollo de la esporulación del hongo *Beauveria bassiana*, así como su solución y de esa manera poder brindar la información confiable, para generar una base de datos para el proyecto.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General

- Diagnosticar los problemas que afectan el desarrollo de la esporulación del hongo *Beauveria bassiana* en el laboratorio.

1.2.2 Especificos

- Describir el proceso de ingreso al laboratorio de laminillas provenientes de trampas Fase IV con moscas capturadas en el campo.
- Identificar los problemas que afectan el desarrollo de la esporulación del hongo *Beauveria bassiana* en el laboratorio.
- Corregir los problemas encontrados en el laboratorio para favorecer la esporulación del hongo *Beauveria bassiana*.

1.3 METODOLOGIA

1.3.1 Observación directa

Para determinar los factores que pudieran afectar la esporulación del hongo *Beauveria bassiana*, se llevó a cabo la observación directa sobre las instalaciones del laboratorio, su personal y manipulación de laminillas provenientes del campo.

1.3.2 Manipulación de moscas desde su ingreso al laboratorio hasta la elaboración de cámaras húmedas

- Paso 1

Ingreso de laminillas al laboratorio provenientes de campo y registro en los formularios reportando, laminillas presentes con y sin captura, extraviadas, reubicadas, etc.



Figura 1. Ingreso de laminillas al laboratorio, identificando cada parcela con una letra.

- Paso 2

Identificación y colocación de moscas en cuadrículas de papel manila, reportando fecha de revisión, código de trampa y cantidad de moscas por trampa.



Figura 2. Colocación de moscas en cuadrículas de papel manila.

- Paso 3

Identificación de moscas estériles y silvestres en el epifluorecente, que utiliza luz ultravioleta para ver de anaranjado las moscas estériles y no habiendo ningún color en las moscas silvestres.



Figura 3. Izquierda mosca estéril y derecha mosca silvestre.

- Paso 4

Identificación de moscas hembras y machos en el estereoscopio, las hembras presentan un ovipositor al final del abdomen y los machos presentan antenas modificadas con forma de paletas.



Figura 4. Izquierda hembra de *Ceratitís* y derecha macho.

- Paso 5
Conteo de moscas por laminilla, reportando moscas estériles y silvestres por sexo.
- Paso 6
Elaboración de cámaras húmedas con moscas silvestres y estériles. Para ello se recortó y colocó papel mayordomo en cajas petri, con un atomizador se humedeció el papel para tener un medio adecuado en el crecimiento del hongo, todas las moscas silvestres por laminilla se colocaban en las cajas petri y se ordenaban por parcela en un estante, de las moscas estériles se tomaba una muestra representativa de 300 por las 12 parcelas.



Figura 5. Elaboración de cámaras húmedas y caja petri con moscas silvestres.



Figura 6. Estante con cámaras húmedas.

- Paso 7

Revisión de cámaras húmedas después de 7 días, con un estereoscopio se observaba cada una, reportando la cantidad de moscas esporuladas por trampa y parcela.



Figura 7. Mosca esporulada con micotoxinas.

1.3.3 Evaluación de las instalaciones del laboratorio

Este proyecto fue propuesto por Moscamed México y la sede para Guatemala se le asignó a Chimaltenango, por ser la más cercana al área de trabajo, debido a la iniciación del proyecto se improvisaron instalaciones para el laboratorio, provocando que no se contara con las medidas necesarias para la manipulación de moscas y llevando a una alteración de datos al trasladar de un lugar a otro las cuadrículas conteniendo las moscas provenientes de los distintos procesos.

1.4 RESULTADOS

1.4.1 Ubicación

El presente documento se realizó en condiciones de laboratorio, en el Programa MOSCAMED de Chimaltenango, que se encuentra ubicado en el kilómetro 58 de la carretera interamericana, Aldea Buena Vista, coordenadas, latitud 14° 40' 6" norte y longitud 90° 50' 59" oeste, con una elevación de 1,795 metros sobre el nivel del mar.

1.4.2 Aspectos generales de los hongos entomopatógenos

Los hongos entomopatógenos fueron los primeros microorganismos reportados como causantes de enfermedades en insectos, esto debido a su crecimiento microscópico en la superficie del hospedero (Herrera, 2005).

En general los hongos entomopatógenos afectan todos los estadios del insecto, principalmente adultos, estados inmaduros (ninfas, larvas), sin embargo el estado de pupa y huevo son menos comunes (Herrera, 2005).

El crecimiento y desarrollo están limitados principalmente por las condiciones del ambiente como temperatura, humedad, luminosidad, etc. (Herrera, 2005).

La humedad es fundamental para el desarrollo de los hongos, porque cuando ésta comienza a disminuir, la formación de micelio también disminuye y el hongo tiene que asegurar su perpetuidad formando estructuras propagativas (esporas, conidias) y de conservación (clamidiosporas) (Cañedo y Ames, 2004).

1.4.3 *Beauveria bassiana*

Los insectos que mueren debido al efecto de este hongo, presentan una cubierta blanca algodonosa sobre el cuerpo, la cual está formada por el micelio y esporas del

hongo. El micelio se caracteriza por presentar una coloración blanca, conidióforos sencillos, irregularmente agrupados o en grupos verticilados, en algunas especies hinchados en la base y adelgazándose hacia la porción que sostiene la conidia, la cual se presenta en forma de zigzag, después de que varias conidias se producen (Herrera, 2005).

Numerosos estudios confirman que *Beauveria bassiana* es un agente de control altamente específico que únicamente afecta insectos. No tiene efecto alguno sobre el hombre, plantas, animales domésticos, ni ganado (BioWorks.com, 2006).

1.4.3.1 Forma de acción

El propágulo infectivo del hongo (conidia) se deposita en la superficie del insecto (exoesqueleto) adhiriéndose a la misma (fase de adhesión), a continuación aparece el tubo germinativo (fase de germinación) y a partir de él, se desarrolla el apresorio, una estructura celular que ejerce presión contra las capas cerosas del exoesqueleto, al mismo tiempo que libera varios tipos de enzimas (quitinasas, cutinasas) las cuales producen la histólisis de los tejidos ablandándolos y permitiendo la infección del hongo (fase de infección). Dentro del hemocele el hongo coloniza y se dispersa en la hemolinfa, emitiendo al medio metabolitos secundarios del tipo micotóxico los cuales afectan diferentes actividades fisiológicas y órganos vitales del insecto hasta producirle la parálisis y posteriormente, su muerte en un lapso variable de entre 4 y 8 días. Finalmente el hongo concluye su ciclo al colonizar externamente al cadáver del insecto y producir y liberar al medio millones de conidias infectivas, que funcionarán como inóculo secundario para infectar a otros individuos (EPA, 2006).

1.4.4 Asepsia

Mantener el mayor cuidado en la limpieza del material y del laboratorio mismo es fundamental para realizar trabajos confiables. El medio ambiente se encuentra, por lo general, cargado de microorganismos diversos que pueden contaminar el ámbito de

trabajo, por ello es conveniente no descuidar la limpieza de los materiales, instrumentos y equipo necesario para el trabajo. Los materiales de vidrio y cualquier otro elemento deben estar profundamente limpios antes de comenzar el trabajo (Cañedo y Ames, 2004).

1.4.4.1 Lavado

Durante los trabajos con microorganismos, específicamente hongos, es necesario y fundamental trabajar con mucha asepsia, debido a que es indispensable el mantenimiento de los cultivos puros. Por lo tanto, es conveniente que luego de lavar todo el material de vidrio, éste sea enjuagado dos veces con agua destilada, para eliminar todo residuo de detergente antes de ser esterilizado (Cañedo y Ames, 2004).

1.4.4.2 Esterilización

La esterilización de los materiales de vidrio y medios de cultivo nos asegura un estado de asepsia que permite trabajar sin dificultades cuando se ejecuta en forma eficiente. La forma más común de esterilización es por medio del calor seco o húmedo (Cañedo y Ames, 2004).

1.4.5 Desinfección del ambiente (Laboratorio)

Como ya se ha dicho, cuando se trabaja con hongos entomopatógenos es necesario tener los ambientes de trabajo así como los utensilios, materiales de vidrio, etc. en completo estado de asepsia. Existe un conjunto de procedimientos para eliminar o reducir la contaminación por microorganismos ya sean hongos entomopatógenos, fitopatógenos, patógenos del hombre, saprofitos, etc. que puedan interferir con el trabajo que se desea realizar. Estos pueden estar flotando en el aire, depositados sobre la superficie de trabajo y del ambiente como paredes, techos, estantes, entre otros (Cañedo y Ames, 2004).

El alcohol es muy utilizado en trabajos de laboratorio para desinfectar la superficie de trabajo. Los alcoholes actúan desnaturalizando las proteínas, disolviendo las capas lipídicas y como agentes deshidratantes (Cañedo y Ames, 2004).

1.4.6 Problemas que afectan la esporulación de moscas en el laboratorio

En el proceso del alineado de moscas, se pudo notar un foco de contaminación debido a que los objetos utilizados no se esterilizaban y las instalaciones donde se llevó a cabo no eran las recomendables.

En la identificación de moscas de liberación y silvestres, identificación de machos y hembras, y conteo, las cuadrículas se trasladaban de un lugar a otro contribuyendo a su contaminación, en varias ocasiones las cuadrículas se dejaban en mesas utilizadas para revisión de muestras de frutas quedando expuestas a ser contaminadas.

Al realizar las cámaras húmedas, no se tuvieron las condiciones de asepsia para los materiales e instrumentos utilizados.

El personal de laboratorio no se utilizó bata, guantes, ni mascarilla en la manipulación del material, pudiendo ser foco de contaminación.

El lugar donde se realizó el proceso de manipulación de las moscas no llenaba las condiciones mínimas de asepsia debido a que era utilizado como oficina, bodega y laboratorio.

El uso de agua potable en lugar de agua esterilizada para humedecer el papel mayordomo que servía como base de la cámara húmeda, fue otro foco de contaminación.

1.4.7 Posibles soluciones para corregir los problemas encontrados en el laboratorio

- Utilizar bata, guantes, mascarilla y esterilización de los materiales utilizados para la elaboración de las cámaras húmedas, contribuye a un buen desarrollo en la esporulación.
- Tener un laboratorio específico para el proyecto, o para este tipo de actividades.
- Controlar la humedad de las cámaras, debido a que el exceso afecta el desarrollo del hongo.
- Utilizar agua esterilizada para humedecer el papel mayordomo de las cámaras húmedas.

1.5 CONCLUSIONES

- Aunque no se conto con un laboratorio con las condiciones mínimas de asepsia para la manipulación de las laminillas provenientes de trampas Fase IV, el proceso de esporulación del hongo *Beauveria bassiana* se logro en un 60 porciento.
- El principal problema que afecto el desarrollo de la esporulación del hongo *Beauveria bassiana*, fue el no contar con las instalaciones, equipo y ambiente para evitar la contaminación.
- Para evitar los problemas que afectan la esporulación del hongo *Beauveria bassiana* y lograr un porcentaje alto de esporulación, se debe contar con un laboratorio que cuente con un ambiente y equipo en completo estado de asepsia.

1.6 BIBLIOGRAFÍAS

1. BioWorks.com. 2006. BotaniGard ES (en línea). New York, US. 5 p. Consultado 17 mar 2012. Disponible en <http://www.bioworksinc.com/products/shared/botanigard-es-introduccion.pdf>
2. Cañedo, V; Ames, T. 2004. Manual de laboratorio para el manejo de hongos entomopatógenos. Perú, CIP. 68 p.
3. EPA, US. 2006. *Beauveria bassiana*: ficha técnica, forma de acción. US. 2 p. (PDF).
4. Herrera Mesen, JR. 2005. Evaluación de la patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control de dos especies de moscas de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha obliqua*) bajo condiciones de laboratorio. Tesis Ing. Biotecnol. Cartago, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Biología. 91 p.

1.7 ANEXOS



Figura 8. Desinfección de cámaras húmedas.

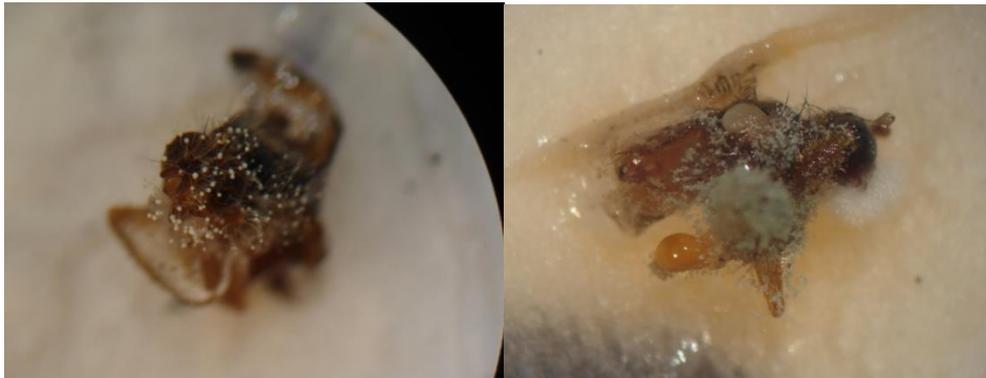


Figura 9. Izquierda mosca contaminada con *Aspergillus* y derecha con *Penicillium*.

CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE DISEMINADORES DE CONIDIOS DEL HONGO *Beauveria bassiana*, Y SU EFECTIVIDAD EN LA ESPORULACIÓN SOBRE MOSCAS DEL MEDITERRÁNEO *Ceratitis capitata*, EN EL MUNICIPIO DE ALOTENANGO, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

2.1 INTRODUCCIÓN

La mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wiedmann), recibe este nombre porque fue en la Cuenca del Mar Mediterráneo donde se reportó inicialmente como una plaga de importancia económica de los frutales (Programa Moscamed, 2012). En Guatemala fue detectada el 22 de abril de 1975, con lo cual se promovió la creación de la Comisión MOSCAMED México-Guatemala, bajo un control integral para evitar o reducir los daños, sin embargo, la plaga continuó su desplazamiento hacia el norte y en diciembre de 1977 se detectó su presencia en la frontera de Chiapas, México con Guatemala. En mayo 19 de 1975 se promulgó en Guatemala el acuerdo gubernativo que declara de emergencia nacional el control de la mosca del Mediterráneo (Programa Moscamed, 2012).

El programa MOSCAMED tiene como objetivos, evitar desplazamientos de la mosca del Mediterráneo hacia las áreas libres de Guatemala, México y Estados Unidos y erradicar todo brote de la plaga detectado en áreas libres aplicando un manejo integrado. Una de las estrategias que se realizan son las aspersiones terrestres de GF-120 Naturalyte 0.02 CB, de origen biológico y de baja toxicidad para el ser humano, otro control es el autocida que consiste en irradiar los machos cuando están en el estado de pupa con Cobalto 60 y dejarlos estériles para liberarlos en áreas infestadas con la plaga donde se aparean con las hembras fértiles (silvestres) ya que estas normalmente se aparean una sola vez a lo largo de su ciclo biológico y al ovipositar sus huevos no son viables reduciendo las poblaciones (Programa Moscamed, 2012).

Para el control de la plaga de manera eficaz y con menor impacto ambiental, se evaluaron los conidios del hongo *Beauveria bassiana* en dos dispositivos diseminadores, siendo uno el tipo bote y otro el tipo panel, los cuales iban cubiertos con una felpa color amarillo llevando distribuidos los conidios. En el diseminador de bote se utilizaron 2 gramos de conidios, mientras que en el diseminador de panel se utilizaron 3 gramos, los dos diseminadores tenían un atrayente sexual para machos llamado TrimedLure.

Durante la fase de campo de la investigación se realizaron 6 muestreos, los diseminadores estuvieron expuestos en el campo durante 21 días. Para evaluar cada diseminador, se colectaron muestras del hongo impregnado en la felpa, posteriormente se utilizaron 10 moscas estériles las cuales fueron inoculadas y colocadas en cámaras húmedas durante un tiempo de 7 días, observándose de estas la cantidad de moscas esporuladas.

En los primeros cuatro muestreos equivalentes a 14 días, se obtuvo una esporulación del 100% en cada uno. El diseminador tipo bote durante los 21 días con 6 muestras dio el 100% de esporulación. El diseminador de panel en el muestreo 5 a los 18 días de exposición tuvo una esporulación del 72.5% reduciendo su eficacia en un 27.5%, en el muestreo 6 a los 21 días se tuvo una esporulación del 43.8% reduciendo su eficacia en un 56.2%.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Biología y ecología de la mosca del mediterráneo

Actualmente se han descrito 100 especies del género *Ceratitis* distribuidas en el trópico. La mosca del Mediterráneo, (*Ceratitis capitata*) es considerada como una de las plagas más destructivas del mundo, ya que ocasiona grandes pérdidas en varias frutas y hortalizas, dependiendo de la ecología del lugar (Programa Moscamed, 2012).

Esta plaga tiene una gran capacidad de adaptación y soporta condiciones climáticas sumamente variables, que por lo general no toleran otras especies de moscas de la fruta. Es una especie polífaga ya que ataca alrededor de 350 hospederos y se encuentra ampliamente difundida en América. Sin embargo, parece estar mejor establecida en zonas de bosque tropical húmedo con cultivo de café, pero también ha sido reportada en zonas cercanas al mar y a altitudes mayores a los 2400 msnm y en algunas regiones tiene marcada preferencia por un determinado hospedero (Programa Moscamed, 2012).

2.2.2 Ciclo de vida

Las moscas de la fruta presentan una metamorfosis completa u holometábola por lo que su ciclo se divide en las etapas de huevo, larva, pupa y adulto. El ciclo de vida se inicia cuando una hembra deposita sus huevos en el epicarpio o mesocarpio de un fruto. Las larvas completan tres instares larvales antes de empupar. La duración de este periodo es variado y puede ser completado en 4 o hasta 25 días (Montoya et al., 2010).

2.2.3 Adulto

El adulto es una mosca más pequeña que la mosca común o doméstica, pero de colores más vistosos, sus alas muestran manchas o franjas de color amarillo-café que las caracteriza; la hembra posee un ovipositor y el macho tiene dos extensiones romboides sobresaliendo de la cabeza, éstas son cerdas orbitales modificadas (Gutiérrez, 1976).

Los adultos tienen un tamaño de 4 a 5.5 cm de largo, con cabeza de color amarillo y ojos iridiscentes. Las alas tienen una longitud de 4 a 6 mm, son de color amarillo y presentan en su base una serie de pequeños puntos con manchas características de color castaño. El tórax es de color negro brillante con algunas líneas de color crema. El abdomen es ancho y presenta segmentos de color gris y amarillento en bandas alternas (SAGARPA, 2012).

Las hembras adultas pueden ser separadas de la mayoría de las otras especies de *Ceratitis* por su característico patrón amarillento en las alas y porque la mitad apical del escutelo es totalmente negro (SAGARPA, 2012).

2.2.4 Huevo

Es de color blanco, alargado y ligeramente curvado, que se tornan de color amarillento después de ser ovipositado. Su tamaño promedio es de 1 mm x 0.2 mm. La superficie es lisa, presenta un micro-retícula de malla hexagonal. El periodo de incubación es de 2 a 7 días bajo condiciones de temperatura de verano aunque puede prolongarse hasta 20 o 30 días en climas fríos. La mortalidad embrionaria varía en relación al fruto hospedero utilizado para ovipositar, siendo más alta en aquellos con pericarpio duro y grueso, y en cítricos con exceso de aceite esencial, como limón o con resinas como plátano verde o látex en papaya verde (López, 2007).

2.2.5 Larva

El estado larvario puede durar 6 a 11 días a temperaturas de 13 a 28 C. Las larvas pasan a través de tres instares. Además de la temperatura, el tipo y la condición de los frutos influencia la longitud del estado larvario (SAGARPA, 2012).

Las larvas dejan los frutos al inicio del día y pupan en el suelo o algún otro material disponible, después de la formación de un pupario (SAGARPA, 2012).

2.2.6 Pupa

Las pupas tienen forma de barril, y son de color café claro o café oscuro. Este estado de desarrollo requiere de 9 a 11 días en lugares templados y hasta de varios meses en climas fríos. En esta etapa la larva se transforma prácticamente en algo diferente, lo que constituye el adulto. Al final del desarrollo pupal la mosca emerge abriendo un orificio a través del pupario (Figura 10) (Gómez y Sosa, 2000).



Figura 10. Adulto emergiendo del pupario.

2.2.7 Hospedero

En Guatemala, los principales hospederos comerciales de la mosca del mediterráneo son: Café (*Coffea arabica*) en cereza, el mango (*Mangifera indica*) y naranja (*Citrus sp.*), en especial áreas al sur de las zonas cafetaleras, y las manzanas (*Pyrus malus*), durazno (*Prunus persica*) y peras (*Pyrus communis*), sobre todo en las áreas el norte de los cafetales. Además ataca otra serie de cosechas de menor importancia comercial (Programa Moscamed, 1991)

El Programa Moscamed Regional Guatemala-México, tiene una lista de hospederos los cuales se presentan en el Cuadro 1 (Programa Moscamed, 2012).

Cuadro 1. Jerarquización de hospederos de la mosca del Mediterráneo.

Jerarquización	Nombre común	Nombre científico
1	Café	<i>Coffea arabica</i>
2	Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i>
3	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>
4	Naranja agria	<i>Citrus aurantium</i>
5	Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>
6	Naranja dulce	<i>Citrus sinensis</i>
7	Mango	<i>Mangifera indica</i>
8	Pera	<i>Pyrus communis</i>
9	Matasano	<i>Casimiroa edulis</i>
10	Lima	<i>Citrus aurantiifolia</i>
11	Limón mandarina	<i>Citrus sp.</i>
12	Toronja	<i>Citrus paradisi</i>
13	Durazno	<i>Prunus persica</i>
14	Comida de iguana	<i>Casearia arguta</i>
15	Pomarrosa	<i>Syzygium jambos</i>
16	Almendra	<i>Terminalia catappa</i>
17	Jocote	<i>Spondias mombin</i>
18	Limón cidra	<i>Citrus medica</i>
19	Nectarina	<i>Prunus persica var. Nectarina</i>
20	Persimon	<i>Diospyros kaki</i>
21	Lima limón	<i>Citrus sp.</i>

Fuente: Programa Moscamed, 2012.

2.2.8 Conducta de apareamiento

Como parte del cortejo, los machos se agregan en el follaje de árboles hospederos o no, donde defienden hojas individuales como sitio de apareamiento. El llamado a las hembras es efectuado curvando el abdomen hacia arriba y emitiendo una estructura en forma de burbuja que contiene feromonas sexuales atractivas para las hembras. Una vez que la hembra arriba al territorio del macho, este inicia una serie de movimientos vigorosos con las alas y zumbidos intermitentes aparejados con movimientos laterales de la cabeza. Subsecuentemente el macho toca a la hembra con sus aristas, usualmente en las propias

aristas de ésta. Las hembras son altamente selectivas y pueden rechazar al macho en 90% de los casos. Si la hembra se estaciona, el macho la monta e intenta la cópula, la cual puede durar dos a tres horas (SAGARPA, 2012).

Los machos que forman el “Lek” pelean entre sí para poder defender un sitio óptimo. En algunas especies como *Ceratitis capitata* y *Anastrepha ludens* se han determinado que los machos de mayor tamaño tienen ventajas en el desempeño sexual comparado con los machos de menor tamaño (Montoya et al., 2010).

2.2.9 Monitoreo

Para monitorear la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata*) se utilizan atrayentes específicos como son los de tipo alimenticio y los sexuales, entre los cuales se encuentra el TrimedLure, el cual es específico para machos.

2.2.9.1 TrimedLure

Los TrimedLure son utilizados como atrayentes sexuales, de los machos de la especie, con fines de monitoreo (QUEMAR SLR, 2006).

2.2.9.1.A Características

Color: rojo

Concentración: 2grs.

Soportes: matriz polimérica o soporte inerte

Toxicidad: atóxico

Duración: 45 días (dependiendo de las condiciones ambientales) (QUEMAR SLR, 2006).

2.2.10 Control químico y manual

Para controlar la plaga de la mosca del Mediterráneo el programa MOSCAMED utiliza el manejo integrado de Plagas, siendo el control terrestre una de ellas por medio de aspersiones una parte importante ya que se realiza en áreas localizadas donde se encuentren brotes.

Las aspersiones se realizan con el cebo GF – 120 NF Naturalyte 0.02 C.B. que es de origen natural, producido a partir de fermentación de proteínas y azúcares, por medio de la bacteria *Sacharopolyspora spinosa*, conjuntamente con atrayentes alimenticios para adultos de Moscamed, con lo cual no afecta a otros insectos benéficos.

Las estaciones cebo son otro control utilizado en áreas donde es muy difícil la aplicación por aspersión, se llevan a cabo también aspersiones aéreas con GF, control mecánico que no es más que coleccionar la fruta larvada y enterrarla a 25 cm de profundidad, colocándole una capa de cal, otro a través del control autocida que es la liberación de machos estériles los cuales compiten con machos fértiles por una cópula, además de un tipo de control legal que es por medio de puestos de cuarentena en lugares estratégicos, los cuales evitan que fruta contaminada pase fronteras de áreas libres de la plaga (Programa Moscamed, 2012).

2.2.11 Control biológico

Por medio del hongo *Beauveria bassiana* el cual tiene un efecto positivo en *Ceratitidis capitata* ya que se desarrolla muy bien, infectando a la mosca a través de dispositivos diseminadores de sus conidios.

Beauveria bassiana se caracteriza por formar conidióforos en zig-zag, insertados directamente en el micelio, con conidias terminales que dejan cicatrices bien definidas cuando se desprenden de este. La forma y tamaño de las conidias son los parámetros para clasificar las especies. Los hospederos de este género son principalmente

lepidópteros, coleópteros y hemípteros pero pueden presentarse en dípteros, himenópteros y homópteros (Rodríguez, 1984).

Numerosos estudios han demostrado que es un agente de control altamente específico y que únicamente afecta a insectos. No tiene o se ha registrado efecto negativo sobre el hombre, plantas, animales domésticos, ni ganado. Así mismo, su efecto sobre abejas domésticas no es significativo (EPA, 2006).

El propágulo infectivo del hongo (conidia) se deposita en la superficie del insecto (exoesqueleto) adhiriéndose a la misma (fase de adhesión), a continuación aparece el tubo germinativo (fase de germinación) y a partir de él, se desarrolla el apresorio, una estructura celular que ejerce presión contra las capas cerosas del exoesqueleto, al mismo tiempo que libera varios tipos de enzimas (quitinasas, cutinasas) las cuales producen la histólisis de los tejidos (proceso de ablandamiento) y permitiendo la infección del hongo (fase de infección). Dentro del hemocele el hongo coloniza y se dispersa en la hemolinfa, emitiendo al medio metabolitos secundarios del tipo micotóxico los cuales afectan diferentes actividades fisiológicas y órganos vitales del insecto hasta producirle la parálisis y posteriormente, su muerte en un lapso variable de entre 4 y 8 días. Finalmente el hongo concluye su ciclo al colonizar externamente al cadáver del insecto y producir y liberar al medio millones de conidias infectivas, que funcionarán como inóculo secundario para infectar a otros individuos (EPA, 2006).

2.3 MARCO REFERENCIAL

2.3.1 Ubicación

La investigación se realizó en el área cafetalera del departamento de Sacatepéquez el cual posee una superficie territorial de 465 km² y una altitud máxima de 1530 metros sobre el nivel del mar, se encuentra en una posición geográfica entre las coordenadas 14° 33' 24" de latitud norte y 90° 44' 02" longitud oeste (Wikipedia, 2012). Con una temperatura máxima de 22°C, media de 18°C y mínima de 8°C, precipitación pluvial promedio anual entre 970-1777 mm (ANACAFE, 2012).

Las fincas donde se encontraban los diseminadores se encontraban ubicadas en Alotenango, que tiene las coordenadas geográficas 14° 28' 49" Norte, 90° 48' 27" Oeste (Wikipedia, 2012).

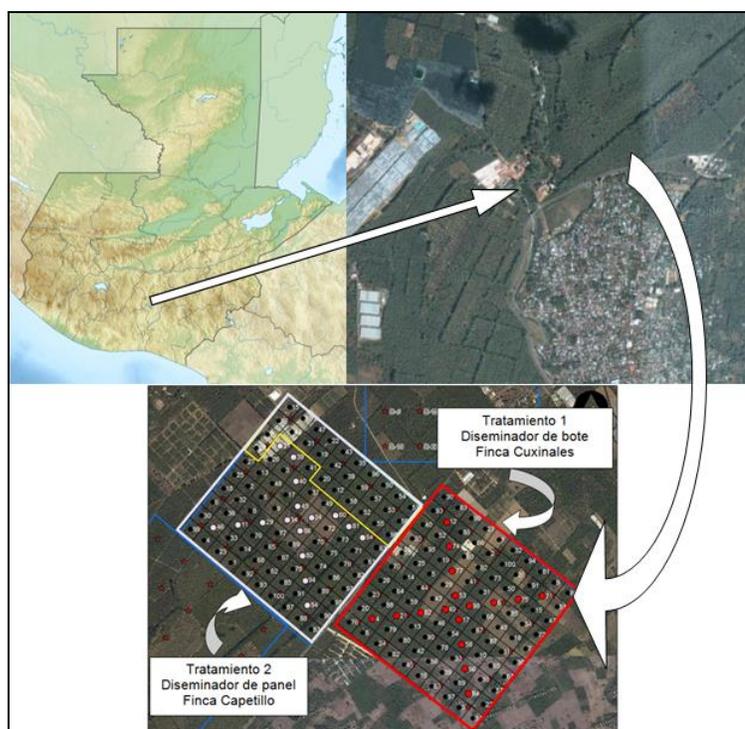


Figura 11. Mapa de ubicación del departamento de Sacatepéquez, Finca Capetillo y Cuxinales con los diseminadores seleccionados para la investigación.

2.3.2 Orografía

El departamento de Sacatepéquez pertenece al Complejo Montañoso del Altiplano Central. Con un clima templado y semifrío. Aunque su topografía es montañosa y volcánica, existen algunas mesetas muy fértiles.

2.3.3 Zonas de vida

En el departamento de Sacatepéquez se encuentran 3 zonas de vida vegetal, el Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido bmh-S (c), Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical bh-MB y el Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical bmh-BM (Wikipedia, 2012).

2.3.4 Vías de comunicación

Su principal vía de comunicación terrestre es la Carretera Interamericana CA-1; a la altura de San Lucas Sacatepéquez se desvía para llegar a la Antigua Guatemala, atraviesa Parramos y entronca nuevamente con la Carretera Interamericana en Chimaltenango. La otra vía va de San Lucas Sacatepéquez pasa por Chimaltenango y se extiende a los demás departamentos del occidente. Otra ruta de importancia es la nacional 10, que parte de Antigua Guatemala, cruza Palín y llega a Escuintla, donde entronca con la Interoceánica CA-9.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 General

- Evaluar dos tipos de diseminadores de conidios del hongo *Beauveria bassiana* y su efectividad en la esporulación sobre moscas del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*).

2.4.2 Especifico

- Registrar el tiempo de viabilidad del hongo *Beauveria bassiana*, en el transcurso de los 21 días de exposición en campo y su efectividad en la esporulación sobre moscas del mediterráneo.

2.5 HIPÓTESIS

- Los dos diseminadores tendrán la misma efectividad en la esporulación y el tiempo de exposición en el campo.

2.6 METODOLOGÍA

2.6.1 Tratamientos

El diseminador tipo panel y el tipo bote.

2.6.2 Descripción de los diseminadores

Los diseminadores que a continuación se describen, se diseñaron básicamente de trampas utilizadas para el monitoreo de *Ceratitis capitata*, como lo es la trampa de panel amarillo que paso a ser el diseminador tipo panel y la trampa fase IV que paso a ser el diseminador tipo bote, ambos diseñados por el Programa Moscamed (Figura 12).



Figura 12. Diseminador tipo panel y tipo bote.

El diseminador de placa es un panel que mide 23 cm de largo x 14 cm de ancho, forrado con tela afelpada de color amarillo. Tiene un orificio central de 2.5 cm. de diámetro, en donde se le adaptó una canasta de plástico para colocar un atrayente sexual de 3 g de TrimedLure. Sobre la tela se colocó la cantidad de 3 g de conidios. En la parte superior del diseminador se colocó un plato de plástico para protegerlo de la lluvia y del sol. Fueron colgados de las ramas medias de árboles de café mediante un gancho de alambre galvanizado (Figura 13).



Figura 13. Diseminador de conidios de *Beauveria bassiana* “tipo placa”.

El diseminador denominado “tipo bote” elaborado de material plástico transparente, que en la parte inferior posee una abertura total y 3 orificios en la tapa superior, ambas perforaciones fueron cubiertas con maya plástica mosquitera (18 orificios). El bote fue forrado con tela afelpada de color amarillo, cada uno tenía 8 perforaciones distribuidas en su alrededor para que el atrayente sexual de TrimedLure fuera liberado y detectado.

En la felpa se colocó una cantidad de 2 g de conidios y en la parte central de la tapa se adaptó un gancho de alambre para poder sujetar el diseminador en las plantas de café, así como también para poderle colocar un plato plástico el cual sirvió para proteger los conidios de la lluvia y los rayos del sol (Figura 14).



Figura 14. Diseminador de conidios de *Beauveria bassiana* “tipo cilindro”.

Los atrayentes de TrimedLure por cada diseminador para este estudio no era necesario colocarlos ya que el hongo se evaluó en laboratorio, inoculando forzosamente a moscas estériles, sin embargo estaban puestos ya que se estaba realizando simultáneamente un estudio de estos en cantidades de 100 diseminadores por kilómetro cuadrado.

2.6.3 Hongo

Para la inoculación de los tratamientos, se utilizaron conidios de *Beauveria bassiana* (cepa BbET) a una concentración de 5×10^{11} con/g, con una viabilidad mayor al 95% (Figura 15).



Figura 15. Presentación del producto comercial a base de conidios de *Beauveria bassiana*.

2.6.4 Diseño experimental

Se utilizó el diseño Bloques al Azar ya que el área no era homogénea, al encontrarse partes de la finca con mayor cobertura vegetal que otras, además que la topografía del terreno era irregular por sectores, este diseño conto con un bloque y dos tratamientos el primero fue el diseminador tipo bote y el segundo el tipo panel, ambos con 16 repeticiones.

2.6.5 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Siendo:

Y_{ij} = Variable de respuesta observada o medida en el i-ésimo tratamiento (diseminadores) y el j-ésimo bloque.

μ = Media general de la variable de respuesta (moscas esporuladas).

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j = Efecto del j-ésimo bloque.

ϵ_{ij} = Error asociado a la ij-ésima unidad experimental (cámara húmeda).

2.6.6 Comparación de medias, criterio de Tukey

Este método sirve para comparar las medias de los tratamientos, dos a dos, o sea, para evaluar las hipótesis (López, 2008).

2.6.7 Unidad experimental

Las cámaras húmedas elaboradas con cada muestreo, cada una de ellas contenía 10 moscas estériles inoculadas.

2.6.8 Variables evaluadas

Número de moscas esporuladas.

2.6.9 Área de trabajo y distribución de tratamientos

Dos kilómetros cuadrados, uno en la Finca Capetillo y el otro en la Finca Cuxinales del municipio de Alotenango, para la selección de los diseminadores a evaluar se trazó

una X por kilómetro, el tratamiento 2 correspondiente a los diseminadores de panel estaban en la Finca Capetillo y el tratamiento 1 diseminadores de bote en la Finca Cuxinales (Figura 16).

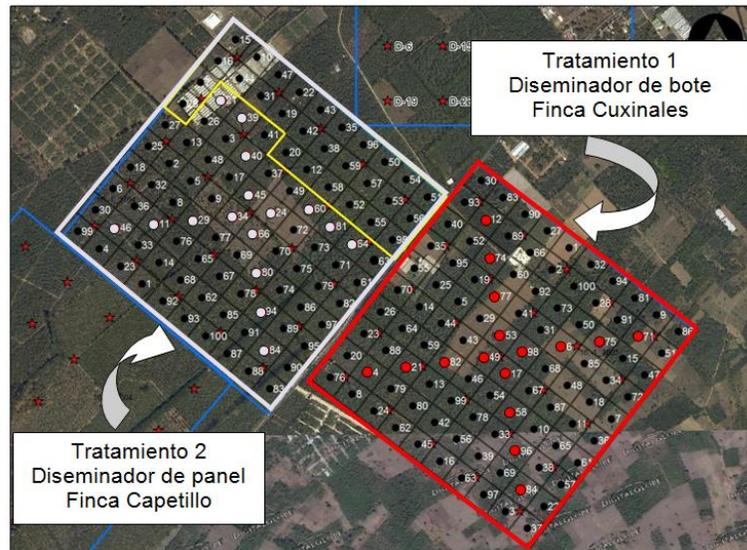


Figura 16. Distribución de tratamientos por finca.

2.6.10 Fase de campo

En esta fase se realizó la delimitación del área de estudio, en dos kilómetros cuadrados, uno perteneciente a la Finca Capetillo en donde se encontraban ubicados los diseminadores de panel o placa y el otro en la Finca Cuxinales donde estaban los diseminadores de bote o cilindro, ambos en una cantidad de 16 unidades.

Las muestras que se colectaron en campo, fueron de los conidios del hongo que se encontraban impregnados en la felpa en ambos tipos de diseminadores. Para colectar estas muestras fue necesario utilizar un sobre de papel bond debidamente identificado y una navaja ya que con la cuchilla se froto la felpa para poder extraer una pequeña cantidad de conidios por diseminador, esta actividad se llevó a cabo de 7:00 a 11:00 de la mañana, posteriormente cada muestra fue transportada al laboratorio del Programa MOSCAMED ubicado en Chimaltenango.

2.6.11 Fase de laboratorio

Para verificar si el hongo se desarrollaba, fue necesaria la utilización de moscas estériles debido a que se realizó una inoculación forzada. Las moscas vinieron de la planta el pino ubicada en Barberena, Santa Rosa, estas se encontraban en el estado de pupa, con lo cual fue necesario realizar un empaque, el cual constaba de una bolsa de papel manila, en la cual se colocaron alrededor de 400 moscas, conjuntamente con una dieta para su alimentación (Figura 17).



Figura 17. Empaque e identificación de pupa estéril, para elaboración de cámaras húmedas.

Para evaluar cada muestra fue necesaria la elaboración de cámaras húmedas, en las cuales se utilizaron 10 moscas (Figura 18), las moscas tenían que estar muertas para evitar contaminación, debido a que estas al estar en movimiento diseminan las esporas infectando a otras. Para matar a las moscas, fue necesario someterlas a temperaturas de 2 a 3 grados centígrados durante 4 o 5 horas en un congelador, después de sacarlas del congelador se separaban de la dieta utilizando un colador de aluminio (Figura 19).



Figura 18. Cámara húmeda con 10 moscas inoculadas.



Figura 19. Separación de moscas de la dieta alimenticia.

Las cámaras húmedas constaban de 10 moscas debidamente inoculadas con el hongo *Beauveria bassiana*, la inoculación se llevó de tal manera que por cada sobre se introducían 10 moscas (Figura 20), este se cerraba y se agitaba por unos segundos, posteriormente se colocaban en cajas petri con un papel humedecido para que el hongo tuviera las condiciones necesarias para su desarrollo.



Figura 20. Sobre con moscas inoculadas.

Las cámaras húmedas se observaron diariamente, para verificar que se mantuvieran húmedas. Los datos finales se obtuvieron después de 7 días, tiempo necesario para que el hongo se desarrolle (Figura 21) (EPA, 2006).

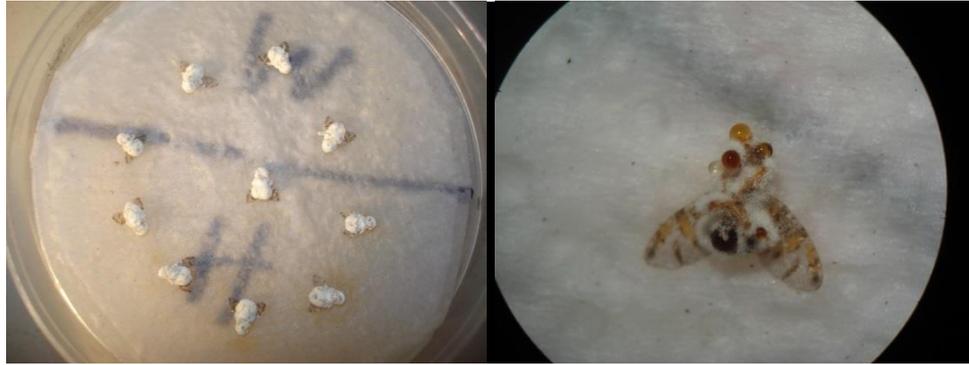


Figura 21. Cámara húmeda después de 7 días y mosca esporulada con micotoxinas.

2.6.12 Análisis de la información

La base de datos fue generada en Excel, para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones a lo largo de 28 días que fue el tiempo que tardaron las cámaras húmedas, mas no los diseminadores que fueron expuestos 21 días, la información fue analizada en el programa InfoStat versión estudiantil, utilizando el diseño Bloques al Azar.

2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.7.1 Diseminadores de bote o cilindro

De los 21 días de exposición en campo, no se pudieron obtener muestras en los diseminadores de cilindro 12 y 21 ya que estos se encontraban con la felpa humedecida, sin embargo en el último muestreo ya se pudo coleccionar; los datos de esporulación se mantuvieron en un 100% en los 6 muestreos debido a que estos al tener una superficie no muy grande la sombra que les proporcionaba el plato era suficiente para que no se vieran afectados por los rayos del sol y lluvia.

2.7.2 Diseminadores de placa o panel

Datos obtenidos de las cámaras húmedas, elaboradas con inóculo del hongo *Beauveria bassiana*, datos presentados en porcentaje de esporulación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Datos obtenidos durante los 6 muestreos.

No.	Código	LECTURAS					
		1 (4 días)	2 (7 días)	3 (11 días)	4 (14 días)	5 (18 días)	6 (21 días)
		16/07/2012	19/07/2012	23/07/2012	26/07/2012	29/07/2012	02/08/2012
1	DP - 21	100	100	100	100	70	40
2	DP - 39	100	100	100	100	60	40
3	DP - 40	100	100	100	100	80	70
4	DP - 45	100	100	100	100	90	60
5	DP - 66	100	100	100	100	80	40
6	DP - 80	100	100	100	100	70	50
7	DP - 94	100	100	100	100	50	40
8	DP - 84	100	100	100	100	60	30
9	DP - 46	100	100	100	100	80	50
10	DP - 11	100	100	100	100	70	60
11	DP - 29	100	100	100	100	90	30
12	DP - 34	100	100	100	100	70	40
13	DP - 24	100	100	100	100	90	50
14	DP - 60	100	100	100	100	60	30
15	DP - 81	100	100	100	100	50	30
16	DP - 64	100	100	100	100	90	40

DP= Diseminador de panel.

Los números que se encuentran después del guión fueron los diseminadores seleccionados para el estudio, ya que se encontraban 100 de ellos por kilometro cuadrado porque se estuvo trabajando simultáneamente con otro proyecto.

A lo largo de los 21 días de exposición en campo se observó que las muestras obtenidas a los 18 y 21 días, tuvieron un comportamiento decreciente en cuanto a la cantidad de moscas esporuladas, debido a que estas presentaban una mayor área de exposición a los rayos solares, así como el viento, la humedad, factores que provocaron un mayor deterioro del hongo, además las felpas se encontraban rotas.

Para evaluar la hipótesis que dice, los dos diseminadores tendrán la misma efectividad en la esporulación y el tiempo de exposición en el campo, fue necesario llevar a cabo un análisis de varianza.

2.7.3 Análisis de Varianza

Para este análisis se utilizaron únicamente los datos correspondientes a los muestreos 5 y 6, ya que en estos es donde se notaron los cambios en cantidad de moscas esporuladas (Cuadro 3) ya que durante los muestreos del 1 al 4, todas las moscas puestas en cámaras húmedas presentaban una esporulación de 100%.

Cuadro 3. Datos utilizados para el Análisis de Varianza, correspondientes a los muestreos 5 y 6.

TRATAMIENTOS	REPLICA	Y5A	Y5B	Y6A	Y6B
T1	1			10	100
T2	1	7	70	4	40
T1	2	10	100	10	100
T2	2	6	60	4	40
T1	3	10	100	10	100
T2	3	8	80	7	70
T1	4	10	100	10	100
T2	4	9	90	6	60
T1	5	10	100	10	100
T2	5	8	80	4	40
T1	6	10	100	10	100
T2	6	7	70	5	50
T1	7			10	100
T2	7	5	50	4	40
T1	8	10	100	10	100
T2	8	6	60	4	40
T1	9	10	100	10	100
T2	9	8	80	5	50
T1	10	10	100	10	100
T2	10	7	70	6	60
T1	11	10	100	10	100
T2	11	9	90	3	30
T1	12	10	100	10	100
T2	12	7	70	4	40
T1	13	10	100	10	100
T2	13	9	90	5	50
T1	14	10	100	10	100
T2	14	6	60	3	30
T1	15	10	100	10	100
T2	15	5	50	3	30
T1	16	10	100	10	100
T2	16	9	90	4	40

Y5A y Y6A= Moscas esporuladas en escala de 1 a 10.

Y5B y Y6B= Moscas esporuladas en porcentaje.

2.7.4 Análisis de varianza del muestreo 5

El análisis realizado al muestreo 5 con una significancia del 5%, presentó una diferencia significancia entre tratamientos ya que se obtuvo un valor calculado de $p=0.0001$ el cual está por debajo del valor crítico $p=0.05$ y por lo tanto indica que se rechaza la hipótesis planteada que dice los dos diseminadores (tratamientos) tendrán la misma efectividad en la esporulación y el tiempo de exposición en el campo (Cuadro 4).

Cuadro 4. ANDEVA muestreo 5.

Variable	N	R ²	CV		
Y5A	30	0.66	11.93		
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	56.47	1	56.47	54.52	<0.0001
TRAT	56.47	1	56.47	54.52	<0.0001**
Error	29.00	28	1.04		
Total	85.47	29			
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.76235					
<i>Error: 1.0357 gl: 28</i>					
TRAT	Medias	n			
T1	10.00	14	A		
T2	7.25	16		B	

Debido a la significancia entre tratamientos, se procedió a realizar un análisis de medias con Tukey para ver cuál de ellos tenía la variación, los mejores resultados fueron para el diseminador de bote (T1) con una media de 10 moscas esporuladas de 10 colocadas en cámara húmeda, mientras que la media del diseminador de placa (T2) es de 7.25 moscas esporuladas de 10 colocadas en cámara húmeda.

2.7.5 Análisis de varianza del muestreo 6

Al igual que el análisis anterior, en este se utilizó una significancia del 5% obteniéndose un valor calculado de $p=0.0001$ el cual está por debajo del valor crítico $p=0.05$ indicando que existe una diferencia significativa entre tratamientos y rechazando la hipótesis planteada al inicio (Cuadro 5).

Cuadro 5. ANDEVA muestreo 6.

Variable	N	R ²	CV		
Y6A	32	0.92	11.85		
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	253.13	1	253.13	349.14	<0.0001
TRAT	253.13	1	253.13	349.14	<0.0001**
Error	21.75	30	0.73		
Total	274.88	31			
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.61476					
Error: 0.7250 gl: 30					
TRAT Medias	n				
T1	10.00	16	A		
T2	4.38	16	B		

La eficacia del hongo *Beauveria bassiana* en los dos diseminadores durante cuatro muestreos fue del 100% de moscas esporuladas, en el caso del diseminador de bote o cilindro, se mantuvo la misma eficacia durante las dos muestras restantes, mientras que en el diseminador de panel o placa la eficacia en el muestreo cinco fue de 72.5% y en el muestreo seis de 43.8% de moscas esporuladas.

2.8 CONCLUSIONES

- El tiempo de viabilidad del hongo se mantuvo durante los 21 días de exposición en ambos diseminadores.
- La mayor efectividad se presentó en el diseminador de bote, que mantuvo siempre una esporulación del 100% de moscas, contra un 43.8% del diseminador de panel.

2.9 RECOMENDACIONES

- Brindarle más tiempo de exposición al diseminador de bote, hasta encontrar el tiempo en que este tenga una baja en cuanto a esporulación de moscas.
- Colocarle una sombra más grande al diseminador de panel o darle una altura más pequeña, para que no quede muy expuesto a los rayos del sol, así como de la lluvia, ya que estos deterioran la viabilidad del hongo, según observaciones de campo.
- Colocar trampas fase IV para captura de moscas y posteriormente colocarlas en cámaras húmedas para ver el efecto de los diseminadores en poblaciones silvestres.

2.10 BIBLIOGRAFÍAS

1. ANACAFE. 2012. Red de estaciones meteorológicas (en línea). Guatemala. Consultado 20 sep 2012. Disponible en <http://meteorologia.anacafe.org/estaciones/>.
2. EPA, US. 2006. *Beauveria bassiana*: ficha técnica, forma de acción. US. 2 p. (PDF).
3. Gómez, M; Sosa, O. 2000. Manual de aspectos técnicos de *Ceratitis capitata* (mosca del mediterráneo). Guatemala, Programa Moscamed. 10 p.
4. Gutiérrez Samperio, J. 1976. La mosca del mediterráneo *Ceratitis capitata* (Wied.) y los factores ecológicos que favorecerían su establecimiento y propagación en México. México, Secretaria de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Sanidad Vegetal. 235 p.
5. López, J. 2007. Biología y hábitos de la mosca del mediterraneo. Chimaltenango, Guatemala. MOSCAMED. 45 p.
6. López Bautista, EA. 2008. Diseño y análisis de experimentos: fundamentos y aplicaciones en agronomía. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 170 p.
7. Montoya, P; Hernández, E; Toledo, J. 2010. Moscas de la fruta: fundamentos y procedimientos para su manejo. México, S y G Editores. 176 p.
8. Pecorelli Martínez, M. 1995. Determinación del efecto de seis dietas alimenticias en la cría masiva de la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wied), en San Miguel Petapa, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 89 p.
9. Programa Moscamed, GT. 1991. Análisis ambiental; alternativas del Programa Moscamed. Guatemala. 144 p.
10. _____. 2012. Biología de la mosca del mediterraneo (en línea). Guatemala. Consultado 12 mar 2012. Disponible en <http://www.moscamed-guatemala.org.gt/?secc=Informacion>
11. QUEMAR SLR, SUSBIN, AR. 2006. TMD plugs de trimedlure (en línea). Argentina. Consultado 17 mar 2012. Disponible en http://www.susbin.com/pdf/ceratitis_tmd.pdf

12. Rodríguez, DA. 1984. Hongos entomopatógenos. Argentina, Losada. 93 p.
13. SAGARPA, MX. 2012. Ficha técnica *Ceratitis capitata* (Wiedmann) mosca del mediterráneo. México. 34 p.
14. Wikipedia. 2012. Alotenango (en línea). Consultado 18 mar 2012. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Alotenango>.
15. _____. 2012. Sacatepéquez (en línea). Consultado 18 mar 2012. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Sacatep%C3%A9quez>.

2.11 ANEXOS

2.11.1 Pasos a seguir para el análisis de datos

Cuadro 6. Ordenamiento de datos en Excel.

TRATAMIENTOS	REPLICA	Y1A	Y1B	Y2A	Y2B	Y3A	Y3B	Y4A	Y4B	Y5A	Y5B	Y6A	Y6B
T1	1	10	100	10	100	10	100	10	100			10	100
T2	1	10	100	10	100	10	100	10	100	7	70	4	40
T1	2	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
T2	2	10	100	10	100	10	100	10	100	6	60	4	40
T1	3	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
T2	3	10	100	10	100	10	100	10	100	8	80	7	70
T1	4	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
T2	4	10	100	10	100	10	100	10	100	9	90	6	60
T1	5	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
T2	5	10	100	10	100	10	100	10	100	8	80	4	40
T1	6	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
T2	6	10	100	10	100	10	100	10	100	7	70	5	50
T1	7	10	100	10	100	10	100	10	100			10	100
T2	7	10	100	10	100	10	100	10	100	5	50	4	40
T1	8	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
T2	8	10	100	10	100	10	100	10	100	6	60	4	40
T1	9	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
T2	9	10	100	10	100	10	100	10	100	8	80	5	50
T1	10	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
T2	10	10	100	10	100	10	100	10	100	7	70	6	60
T1	11	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
T2	11	10	100	10	100	10	100	10	100	9	90	3	30
T1	12	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
T2	12	10	100	10	100	10	100	10	100	7	70	4	40
T1	13	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
T2	13	10	100	10	100	10	100	10	100	9	90	5	50
T1	14	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
T2	14	10	100	10	100	10	100	10	100	6	60	3	30
T1	15	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
T2	15	10	100	10	100	10	100	10	100	5	50	3	30
T1	16	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
T2	16	10	100	10	100	10	100	10	100	9	90	4	40

The screenshot shows the InfoStat software interface with a data entry table. The table has the following columns: Caso, TRATAMIENTOS, REPLICA, Y1A, Y1B, Y2A, Y2B, Y3A, Y3B, Y4A, Y4B, Y5A, Y5B, Y6A, Y6B. The data is organized into 26 rows, alternating between treatments T1 and T2 for replicates 1 through 16. The values in the Y columns are numerical, representing percentages or proportions.

Caso	TRATAMIENTOS	REPLICA	Y1A	Y1B	Y2A	Y2B	Y3A	Y3B	Y4A	Y4B	Y5A	Y5B	Y6A	Y6B
1	T1		1.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00				10.00	100.00
2	T2		1.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	7.00	70.00	4.00	40.00	
3	T1		2.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	
4	T2		2.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	6.00	60.00	4.00	40.00	
5	T1		3.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	
6	T2		3.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	8.00	80.00	7.00	70.00	
7	T1		4.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	
8	T2		4.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	9.00	90.00	6.00	60.00	
9	T1		5.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	
10	T2		5.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	8.00	80.00	4.00	40.00	
11	T1		6.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	
12	T2		6.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	7.00	70.00	5.00	50.00	
13	T1		7.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00				10.00	100.00
14	T2		7.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	5.00	50.00	4.00	40.00	
15	T1		8.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	
16	T2		8.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	6.00	60.00	4.00	40.00	
17	T1		9.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	
18	T2		9.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	8.00	80.00	5.00	50.00	
19	T1		10.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	
20	T2		10.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	7.00	70.00	6.00	60.00	
21	T1		11.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	
22	T2		11.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	9.00	90.00	3.00	30.00	
23	T1		12.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	
24	T2		12.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	7.00	70.00	4.00	40.00	
25	T1		13.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	
26	T2		13.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	9.00	90.00	5.00	50.00	

At the bottom of the screenshot, there is a status bar showing "Categoría registros: 32*14" and "Proyecto InfoStat".

Ilustración 1. Ingreso de datos al programa InfoStat.

The screenshot shows the InfoStat software interface. The main window displays a data table with columns: Caso, TRATAMIENTOS, REPLICA, Y1A, Y1B, Y4B, Y5A, Y5B, Y6A, Y6B. The 'Estadísticas' menu is open, showing options like 'Medidas resumen', 'Tablas de frecuencias', 'Análisis de la varianza', etc. The 'Análisis de la varianza' option is highlighted.

Caso	TRATAMIENTOS	REPLICA	Y1A	Y1B	Y4B	Y5A	Y5B	Y6A	Y6B
1	T1	1.00	10.00	100.00	00.00			10.00	100.00
2	T2	1.00	10.00	100.00	00.00	7.00	70.00	4.00	40.00
3	T1	2.00	10.00	100.00	00.00	10.00	100.00	10.00	100.00
4	T2	2.00	10.00	100.00	00.00	6.00	60.00	4.00	40.00
5	T1	3.00	10.00	100.00	00.00	10.00	100.00	10.00	100.00
6	T2	3.00	10.00	100.00	00.00	8.00	80.00	7.00	70.00
7	T1	4.00	10.00	100.00	00.00	10.00	100.00	10.00	100.00
8	T2	4.00	10.00	100.00	00.00	9.00	90.00	6.00	60.00
9	T1	5.00	10.00	100.00	00.00	10.00	100.00	10.00	100.00
10	T2	5.00	10.00	100.00	00.00	8.00	80.00	4.00	40.00
11	T1	6.00	10.00	100.00	00.00	10.00	100.00	10.00	100.00
12	T2	6.00	10.00	100.00	00.00	7.00	70.00	5.00	50.00
13	T1	7.00	10.00	100.00	00.00			10.00	100.00
14	T2	7.00	10.00	100.00	00.00	5.00	50.00	4.00	40.00
15	T1	8.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	100.00
16	T2	8.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	100.00
17	T1	9.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	100.00
18	T2	9.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	100.00
19	T1	10.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	100.00
20	T2	10.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	100.00
21	T1	11.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	100.00
22	T2	11.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	100.00
23	T1	12.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	100.00
24	T2	12.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	100.00
25	T1	13.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	100.00
26	T2	13.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00	100.00

Ilustración 2. Para realizar el análisis de datos, se seleccionaron las columnas Y5A, Y5B, Y6A y Y6B, se coloca el cursor en la opción de Estadística y se da clic en Análisis de la varianza.

The screenshot shows the 'Análisis de la varianza' dialog box. The 'Caso' field is set to 'REPLICA'. The 'Variables dependientes' field contains Y5A, Y5B, Y6A, and Y6B. The 'Variables de clasificación' field contains 'TRATAMIENTOS'. The 'Covariables' field is empty. The 'Aceptar' button is highlighted.

Ilustración 3. Como variables dependientes colocamos Y5A, Y5B, Y6A y Y6B ya que son los datos que obtuvimos de las cámaras húmedas, como variable de clasificación se colocan los TRAT (tratamientos), posteriormente clic en Aceptar.

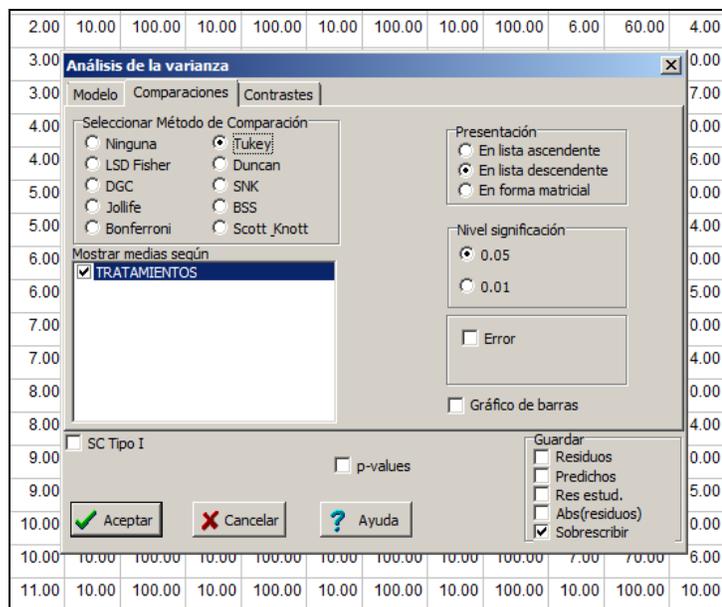


Ilustración 4. Posteriormente clic en Comparaciones, se selecciona la comparación de medias que utilizaremos, para este caso se usó Tukey, con una significancia de 0.05, darle clic en Aceptar.

InfoStat/E - Nueva tabla - [Resultados]

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Ayuda Aplicaciones

C:\Users\DAVID ICU SIMON\Desktop\DISEMINADORES.xls: 09/11/2012 - 12:18:20 p.m.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
YSA	30	0.66	0.65	11.93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	56.47	1	56.47	54.52	<0.0001
TRAT	56.47	1	56.47	54.52	<0.0001
Error	29.00	28	1.04		
Total	85.47	29			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.76235

Error: 1.0357 gl: 28

TRAT	Medias	n	Letras
T1	10.00	14	A
T2	7.25	16	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
YSB	30	0.66	0.65	11.93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5646.67	1	5646.67	54.52	<0.0001
TRAT	5646.67	1	5646.67	54.52	<0.0001
Error	2900.00	28	103.57		
Total	8546.67	29			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=7.62353

Error: 103.5714 gl: 28

TRAT	Medias	n	Letras
T1	100.00	14	A

ANAVA / Shapiro-Wilks / ANAVA

Proyecto InfoStat

Ilustración 5. Como resultado se obtuvo, los cuadros con el Análisis de Varianza así como sus respectivas pruebas de Tukey.



Figura 22. Mosca esporulada capturada en campo y cámaras húmedas.



Figura 23. Diseminador de panel con la felpa rota (izquierda) y mojado (derecha).



Figura 24. Diseminador tipo bote en planta de café con su señal.

CAPÍTULO III

**INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS, EN EL PROYECTO ECOLOGIA DE
POBLACIONES DEL PROGRAMA MOSCAMED SUB SEDE BARBERENA, SANTA
ROSA.**

3.1 PRESENTACIÓN

En el presente informe se registran los servicios prestados durante el tiempo del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), en el Proyecto Ecología de Poblaciones del Programa Moscamed, Sub sede Barberena, Santa Rosa.

El primer servicio fue, Monitoreo de presencia de *Ceratitis capitata* en el estrato tres (900 a 1350 msnm) en el departamento de Santa Rosa. El segundo servicio fue la Instalación de trampas tipo Jackson de plástico para la captura de *Ceratitis capitata* en tres parcelas de sensibilidad en fincas de café en el departamento de Santa Rosa.

3.2 ÁREA DE INFLUENCIA

Los servicios se realizaron en los municipios de Barberena, Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa de Lima, Nueva Santa Rosa y Casillas, en el departamento de Santa Rosa localizado en la parte sur central del país, el cual posee una superficie territorial de 2,955 kilómetros cuadrados y con una altitud de 893 metros sobre el nivel del mar. Se encuentra en una posición geográfica entre las coordenadas 14° 16' 42" de latitud norte y 90° 18' 00" de longitud oeste.

3.3 OBJETIVO GENERAL

- Apoyar al Proyecto Ecología de Poblaciones del Programa Moscamed, Sub sede Barberena, Santa Rosa.

3.4 SERVICIOS PRESTADOS

3.4.1 Monitoreo de presencia de *Ceratitis capitata* en el estrato tres (900 a 1350 msnm) en el departamento de Santa Rosa.

3.4.1.1 Antecedentes

Según las condiciones ecológicas, la mosca del Mediterráneo puede vivir varios meses. Normalmente su longevidad es de uno a tres meses, pero puede llegar a 10 meses en áreas templadas y frías o menor a 60 días en climas cálidos (López, 2007). Los factores ecológicos que influyen en el desarrollo de la mosca del Mediterráneo en una región son: el clima, maduración de frutos en forma escalonada, además del alimento para la fertilidad y maduración de huevecillos (Programa Moscamed, 2012).

Los requerimientos de humedad relativa para la mosca del Mediterráneo son distintos para cada una de sus etapas de desarrollo, oscilando el rango entre 75 y 85%, con temperaturas de 16 a 32° centígrados (López, 2007). Para las condiciones climáticas de Santa Rosa la temperatura estuvo entre 22 y 34° centígrados, aunque en lo que se refiere a humedad relativa en las fincas de café de esta región puede no presentar lo requerido para el desarrollo de la mosca del Mediterráneo y debido a que no se cuenta con datos sobre la presencia y comportamiento de la moscas del Mediterráneo *Ceratitis capitata* a alturas de 900 a 1350 msnm que corresponde al estrato tres, se hizo necesario monitorear las fincas de café y las orillas de la carretera que van de Barberena a Casillas, Santa Rosa

3.4.1.2 Objetivos específicos

- Monitorear la presencia de *Ceratitis capitata* en el estrato tres (900 a 1350 msnm).

3.4.1.3 Metodología

Durante este servicio se realizaron las siguientes actividades.

3.4.2.3. A Asignación de estrato

El Proyecto Ecología de Población de Moscamed para facilidad del monitoreo dividió el área de influencia en cuatro estratos como se detalla en el Cuadro 7.

El presente servicio se realizó en el estrato tres que corresponde a las alturas de 900 a 1350 msnm.

Cuadro 7. Estratos del Proyecto Ecología de Población del Programa Moscamed
Sub sede Barberena, Santa Rosa.

Estratos	Altura sobre el nivel del mar	
1	0	450
2	450	900
3	900	1350
4	1350	1,800 o mas

3.4.2.3. B Trampas utilizadas

En el estrato tres se instalaron trampas tipo Jackson y Fase IV de plástico, para capturar hembras y machos de mosca del Mediterráneo, *Ceratitis capitata*. Las trampas utilizadas dentro de las fincas de café fueron tipo Jackson y a orillas de la carretera se utilizaron Jackson y fase IV.

A Características de la trampa tipo Jackson de cartón

Está compuesta por un cartón encerado doblado en forma de prisma, un gancho de alambre que sirve de sostén de la trampa en el hospedero que principalmente atrae machos, el trimedlure en su presentación de sólido se encuentra dentro de un polímetro, el cual se va liberando lentamente y dependiendo de las condiciones ambientales, su cambio puede ser de 3 a 6 semanas (Programa Moscamed, 2012). El trimedlure se encontraba dentro de una canastilla plástica sujeta por un gancho, el cual sostenía la trampa en distintos hospederos.



Figura 25. Trampa tipo Jackson y canastilla con el plug trimedlure.

B Características trampas Fase IV de plástico

Las trampas Fase IV de plástico, están compuestas por dos partes plásticas que al unirse forman un hexágono de 16.5 cm de largo y 5.5 de abertura, en la parte superior posee una tapadera plástica con un orificio en el centro para colocarle un gancho y poder sujetarse en las plantas de café o en árboles de sombra, de igual manera este gancho sirve para sujetar la laminilla en donde se pegaron las moscas, cuenta también con un atrayente de BioLure Unipak el cual es alimenticios a base de Putrecina, Trimetilamina y Acetato de Amonio (Figura 26), el cual captura en su mayoría moscas hembras.

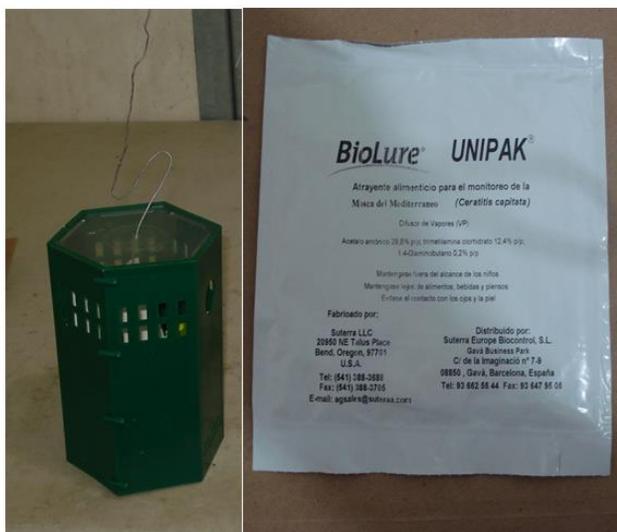


Figura 26. . Trampa Fase IV de plástico y atrayente Unipak alimenticio.

C Trampas del estrato tres

En este estrato se colocaron trampas tipo Jackson y Fase IV de plástico utilizadas para monitoreo, se ubicaron a los lados de la carretera asfaltada, en plantas de café o en árboles de sombra, el distanciamiento entre cada una fue de 500 metros como mínimo, pudiendo llegar hasta los 2 kilómetros, las trampas se ubicaron en los municipios de Barberena, Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa de Lima, Nueva Santa Rosa y Casillas del departamento de Santa Rosa. Dentro de la fincas se instalaron trampas tipo Jackson a una distancia de 200 metros como mínimo. Las fincas monitoreadas fueron El Hato, Las Flores y Trapiche, ubicadas en Barberena.

D Revisión de trampas

Las trampas se revisaban semanalmente, realizándole el cambio de laminilla y colocándole una nueva, según como se encontraran las trampas se les realizaba el cambio de trimedlure o atrayente, o de ser necesario totalmente.

Las trampas con capturas se trasladaban al laboratorio ubicado en Barberena, donde eran revisadas por un técnico que a su vez reportaba la cantidad de moscas capturadas.

3.4.1.4 Resultados

Durante los tres meses de monitoreo que fue de Septiembre a Noviembre (semana 36 a la 48) en las fincas y en la orilla de la carretera de la ruta Barberena hacia Casillas, se obtuvieron 17 moscas capturadas entre hembras y machos las cuales se presentan en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Registro de moscas capturadas en el estrato tres (900 a 1350 msnm).

Mes	Semana	Capturas
SEPTIEMBRE	36	1
	37	2
	38	0
	39	1
OCTUBRE	40	1
	41	2
	42	3
	43	1
	44	0
NOVIEMBRE	45	2
	46	1
	47	3
	48	0
TOTAL		17

Como se puede observar en el cuadro 8, la mayor cantidad de moscas capturadas se dio en el mes de Octubre con siete capturas y en Noviembre con seis, pudiendo ser porque durante ese tiempo se presentó la mayor cantidad de grano maduro, aunque estas no son cifras para determinar que la mosca del Mediterráneo es una plaga ya que sus poblaciones son muy bajas en comparación a la de otras partes del país donde se pueden encontrar de 300 a 400 moscas por laminilla en época de cosecha de café.

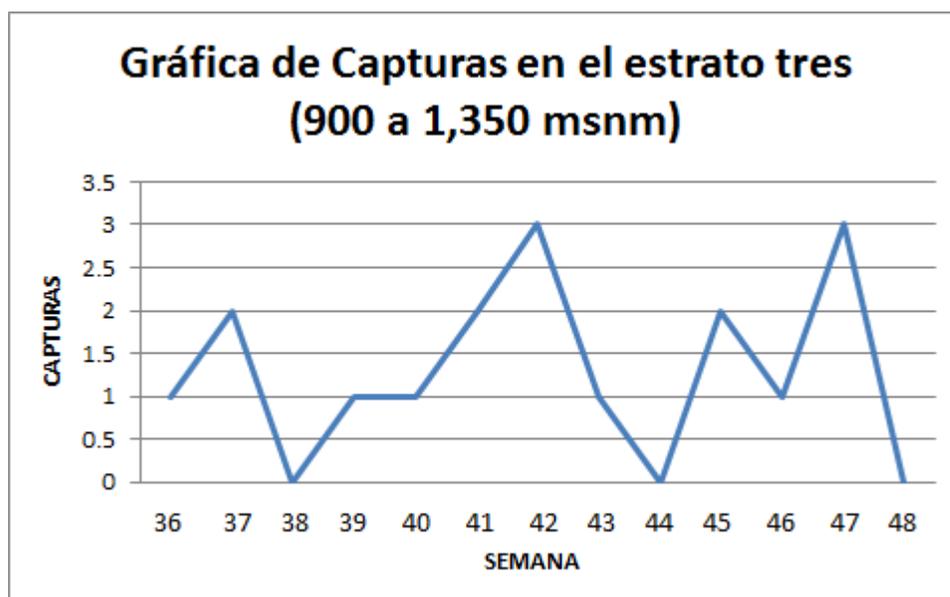


Figura 27. Gráfica de capturas de *Ceratitís capitata* por semana.

En la grafica 27 se observa que no existe una tendencia de aumento de moscas capturadas por semana, ya que no se mantiene una creciente constante, pudiendo ser por que las plantas de café no se encuentran en buenas condiciones debido a la enfermedad de la roya, lo que provoca que los granos no sean un lugar de oviposición para las hembras y otro factor puedo ser que la humedad no era la óptima para que las moscas desarrollaran su ciclo ya que el suelo se encontraba muy seco. Además de esto se puede mencionar que en esta región no se encuentran cultivos u hospederos alternos para la ovoposición. Según López, 2007, la humedad relativa para la mosca del Mediterráneo son distintos para cada una de sus etapas de desarrollo, oscilando el rango entre 75 y 85%, con temperaturas de 16 a 32° centígrados, esto viene a confirmar la poca presencia de *Ceratitís capitata* en el área de monitoreó (estrato 3) debido a que se tuvieron temperaturas de 22 a 34° centígrados y humedad relativa baja.

3.4.1.5 Conclusión

- En los meses de Septiembre a Noviembre las poblaciones de *Ceratitis capitata* no se encuentran en altas poblaciones, en este periodo la captura fue de 17 moscas.

3.4.1.6 Recomendación

- Para poder determinar que la mosca *Ceratitis capitata* no es una plaga de importancia económica en el estrato 3 (900 a 1350 msnm) se recomienda realizar el monitoreo durante todo el año.

3.4.1.7 Bibliografías

1. López, J. 2007. Biología y hábitos de la mosca del mediterraneo. Chimaltenango, Guatemala. MOSCAMED. 45 p.
2. Programa Moscamed, GT. 2012. Detección por trampeo (en línea). Guatemala. Consultado 12 mar 2012. Disponible en http://www.moscamed-guatemala.org.gt/?page_id=211&secc=Deteccion

3.4.2 Instalación de trampas tipo Jackson de plástico para la captura de *Ceratitis capitata* en tres parcelas de sensibilidad en fincas de café en el departamento de Santa Rosa

3.4.2.1 Antecedentes

La mosca del Mediterráneo, como todo organismo, está sujeta a las presiones físicas y biológicas del medio ambiente en que vive y estos factores, unidos a sus caracteres genéticos determinan su abundancia en un área determinada. Las condiciones óptimas para la mosca de Mediterráneo son: altas temperaturas, elevado porcentaje de humedad relativa, inviernos templados y veranos húmedos y calurosos (López, 2007).

Para poder tener altas poblaciones, las mosca del Mediterráneo necesitan tener alimento necesario tanto para adultos como para sus larvas, se estima que en los beneficios de café en época de cosecha se encuentra el alimento que las moscas requieren, debido a que se encuentra la pulpa de café en grandes cantidades y en varios sectores de la finca o bien debido a que en ella ingresan granos de distintas zonas del país pudiendo estar infestados de huevecillos y de ese modo incrementar sus poblaciones.

3.4.2.2 Objetivo específico

- Instalar trampas tipo Jackson de plástico para la captura de *Ceratitis capitata* en dos fincas de café en el departamento de Santa Rosa.

3.4.2.3 Metodología

3.4.2.3.A Reconocimiento del área

Para poder determinar la ubicación de las parcelas, se realizó un recorrido en las fincas de café y establecer el lugar donde el cultivo estaba más homogéneo.

3.4.2.3. B Delimitación de las parcelas

Con la ayuda del programa Google Earth Pro se realizó la descarga de los puntos grabados en el GPS y se delimitaron las parcelas a estudiar, así como la ubicación de las diez trampas por parcela (Figura 26 y 27), esto se hizo con la finalidad que las mismas estuvieran en iguales condiciones de pendiente y altura de los cafetales.



Figura 28. Parcelas de sensibilidad en la finca el Hato.

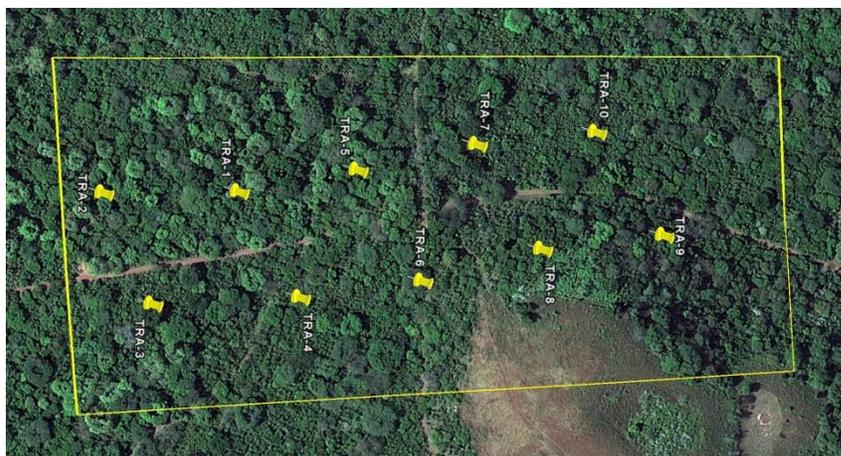


Figura 29. Parcela de sensibilidad en la Finca El Trapiche.

3.4.2.3.C Instalación de trampas

Se instalaron 10 trampas por parcela a un distanciamiento de 100 metros entre cada una, para poder encontrarlas en el cultivo se colocó una señal de nailon blanco en las ramas de los árboles de sombra.

Se instalaron dos parcelas en la Finca el Hato ubicada en Barberena que cuenta con beneficio de café y una parcela en la Finca el Trapiche ubicada en la Aldea el Junquillo, las trampas utilizadas fueron las Jackson de plástico.

3.4.2.3.D Revisión de trampas

La revisión de las trampas se realizó semanalmente en las tres parcelas, reemplazando la laminilla por otra y a cada 6 semanas se colocaba un plug nuevo del atrayente sexual TrimedLure.

Las laminillas con capturas se llevaban al laboratorio para realizar el conteo de moscas capturadas por laminilla y parcela.

3.4.2.4 Resultados

De las dos parcelas ubicadas en la Finca el Hato que tiene beneficio y la parcela en la Finca Trapiche que tiene únicamente cultivo del café se pudieron obtener 28 capturas las cuales se detallan a continuación en el (Cuadro 9).

Cuadro 9. Capturas en la Finca el Hato y Trapiche.

FINCA EL HATO (con beneficio)			FINCA TRAPICHE (solo cultivo)		
Mes	Semana	Capturas	Mes	Semana	Capturas
SEPTIEMBRE	36	1	SEPTIEMBRE	36	0
	37	3		37	0
	38	2		38	0
	39	1		39	1
OCTUBRE	40	1	OCTUBRE	40	0
	41	0		41	1
	42	4		42	1
	43	3		43	0
	44	1		44	1
NOVIEMBRE	45	2	NOVIEMBRE	45	0
	46	0		46	1
	47	3		47	0
	48	2		48	0
TOTAL		23	TOTAL		5

En el cuadro 9, se puede observar, que la finca donde hay beneficio tuvo una mayor cantidad de moscas capturadas en comparación a la finca donde no lo hay, debido a que la plantación de café en la Finca el Hato se encontraba en mejores condiciones y tubo madures uniforme en la plantación, en comparación con la Finca Trapiche donde el cultivo estaba muy enfermo y la madurez de la plantación fue des uniforme, impidiendo la presencia de la mosca en estas plantas debido a que no se encontraba alimento y humedad, factores necesarios para su desarrollo.

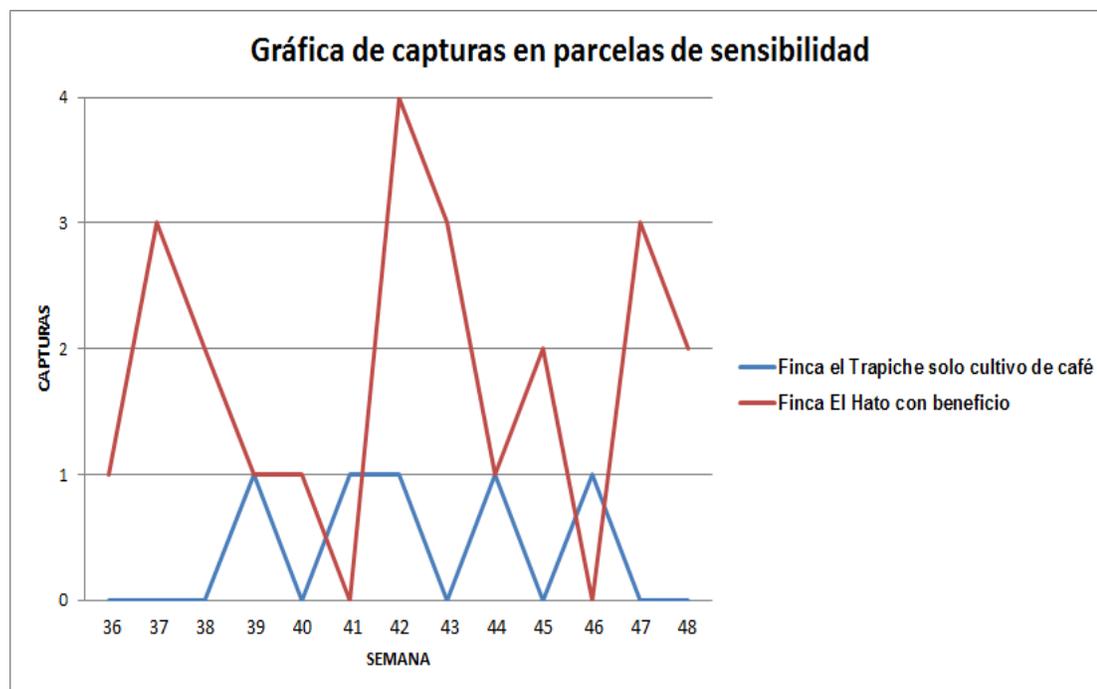


Figura 30. Gráfica de capturas por Finca.

En la gráfica 30, se observa que no hay estabilidad de la presencia de moscas en ninguna de las dos fincas, aunque se presenta un aumento en la Finca el Hato no demasiado pero sí significativo, debido a que había pulpa de café en varios sectores de la finca, que es fuente de alimento para la mosca, así como también presencia de humedad necesaria para la eclosión de los huevecillos y desarrollo de larvas. Se puede confirmar lo citado por López, 2007, las condiciones óptimas para la mosca de Mediterráneo son: altas temperaturas, elevado porcentaje de humedad relativa, inviernos templados y veranos húmedos y calurosos, condiciones que no se tuvieron en el área de monitoreo.

3.4.2.5 Conclusión

- En los meses de monitoreo de Septiembre a Noviembre, en el área de estudio no se presentaron las condiciones óptimas (temperaturas altas y elevado porcentaje de humedad relativa) para el desarrollo de la mosca del Mediterráneo, debido a eso las capturas de mosca fueron bajas, finca el Hato 23 capturas y Finca Trapiche 5.

3.4.2.6 Recomendación

- Para poder determinar si la pulpa es un hospedero de la *Ceratitis capitata*, se recomienda muestrear durante la fase de cosecha y la fase que lleva la misma para degradarse y ser incorporada en el campo.

3.4.2.7 Bibliografía

- López, J. 2007. Biología y hábitos de la mosca del mediterraneo. Chimaltenango, Guatemala. MOSCAMED. 45 p.