



"Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## FACULTAD DE AGRONOMIA

### MAESTRIA EN SANIDAD VEGETAL

#### Trabajo de graduación

Uso de *Beauveria bassiana* (Bals y Vuils),  
equipos de aplicación y prácticas culturales  
para el manejo de broca del café  
(*Hypothenemus hampei*, Ferrari), en el cultivo  
del café (*coffea arabica L.*), en Jalapa, Nueva  
Segovia, 2016-2017

#### AUTOR:

Ing. Sailyng Dayana Siu Palma

#### ASESOR:

Dr. Arnulfo Monzón Centeno

MANAGUA, NICARAGUA

Abril, 2018



"Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

MAESTRIA EN SANIDAD VEGETAL

## Trabajo de graduación

Uso de *Beauveria bassiana* (Bals y Vuils), equipos de aplicación y prácticas culturales para el manejo de broca del café (*Hypothenemus hampei*, Ferrari), en el cultivo del café (*coffea arabica L.*), en Jalapa, Nueva Segovia, 2016-2017

### AUTOR:

Ing. Sailyng Dayana Siu Palma

Presentado a la consideración del  
Honorable Tribunal Examinador como  
requisito para optar al grado de  
Maestro en Ciencia en Sanidad Vegetal

MANAGUA, NICARAGUA

Abril, 2018

## ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
<b>DEDICATORIA</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>ix</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
2.1. Objetivo general	4
2.2. Objetivos específicos	4
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>5</b>
3.1. Ubicación del estudio	5
3.2. Descripción de la zona del estudio	5
3.3. Diseño experimental	5
3.4. Descripción de los tratamientos	5
3.5. Preparación de los tratamientos	7
3.7. Variables evaluadas	8
3.8. Análisis de datos	9
3.8. Manejo agronómico del experimento	9
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>10</b>
4.1. Porcentaje de frutos brocados	10
4.2. Número de frutos brocados	12
4.3. Número de huevos de <i>H. hampei</i> por fruto	18
4.4. Número de larvas de <i>H. hampei</i> por fruto	20
4.5. Número de pupas de <i>H. hampei</i> por fruto	21
4.6. Número de adulto de <i>H. hampei</i> por fruto	22
4.7. Proporción de sexo	26
4.8. Porcentaje de incidencia de daño de <i>H. hampei</i> en café estado pergamino	27
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>30</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>31</b>
<b>VII. LITERATURA CITADA</b>	<b>32</b>
<b>VIII. ANEXOS</b>	<b>40</b>

## **DEDICATORIA**

**A:**

Dios nuestro señor por ser mi dador de vida, sabiduría, inteligencia, capacidad de captación, asimilación y entendimiento para comprender que todo lo que pasa es por algo, por permitirme conquistar una meta más y culminar mis estudios.

A mi familia en especial a mi esposo, por ser la persona a quien admiro, por confiar y brindarme su apoyo incondicional y constante, por sus consejos en todo momento, pero especialmente por confiar, alentarme y creer siempre que yo soy capaz de realizar todo lo que me propongo.

A mi hija que de forma indirecta tuvo que sacrificarse durante todo el período de estudios por no tener mi tiempo al cien por ciento.

**Ing. Sailyng Dayana Siu Palma.**

## AGRADECIMIENTO

**A:**

Dios nuestro señor por conquistar una fase de crecimiento profesional que otros no pueden lograr.

A mi esposo por su apoyo económico, moral quien con su esfuerzo me ha permitido desarrollarme profesionalmente.

Al PhD. Arnulfo Monzón por su tiempo, comprensión, colaboración, asesoramiento y consejos para lograr la realización de este trabajo de investigación.

Al MSc. Juan Carlos Moran Centeno por dedicar su tiempo libre para aconsejarme y asesorarme en este trabajo de investigación.

A todos los profesores que nos brindaron y compartieron sus conocimientos dentro de la sala de conferencias quienes han contribuido con nuestra formación académica.

A mi abuelita por su apoyo incondicional y consejos durante todo el transcurso de mi vida.

**Ing. Sailyng Dayana Siu Palma**

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Niveles y factores evaluados en el manejo de la broca del café, en la Finca La Fortuna, Jalapa, Nueva Segovia.	6
2.	Esquema y puntos de muestreo en la parcela experimental.	8
3.	Porcentaje promedio de frutos brocados y separación de medias por fecha de muestreo (Tukey $\alpha$ : 0.05), período 2016-2017.	11
4.	Número promedio de frutos brocados por fecha de muestreo, período 2016-2017.	12
5.	Número promedio de frutos brocados con presencia de <i>B. bassiana</i> y separación de medias por fecha de muestreo (Tukey $\alpha$ = 0.05), período 2016-2017.	14

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°		PÁGINA
1.	Porcentaje promedio de frutos brocados en los tratamientos durante el período 2016-2017 (1=Bomba de aspersión manual, 2= Bomba de motor).	15
2.	Número promedio de frutos brocados por bandola, en los tratamientos evaluados durante el período 2016-2017. (1=Bomba de aspersión manual, 2= Bomba de motor).	16
3.	Promedio de frutos brocados con presencia del hongo <i>B. bassiana</i> en los tratamientos durante el período 2016-2017. (1=Bomba de aspersión manual, 2= Bomba de motor).	17
4.	Promedio de huevos de <i>H. hampei</i> por fruto en cada tratamiento evaluado durante el período 2016-2017. (1=Bomba de aspersión manual, 2= Bomba de motor).	18
5.	Promedio de huevos de <i>H. hampei</i> por fruto en las diferentes fechas de muestreo durante el período productivo 2016-2017.	19
6.	Promedio de larvas de <i>H. hampei</i> por fruto en cada tratamiento evaluado durante el período 2016-2017. (1=Bomba de aspersión manual, 2= Bomba de motor).	19
7.	Promedio de larvas de <i>H. hampei</i> por fruto en las diferentes fechas de muestreo durante el período productivo 2016-2017.	20
8.	Promedio de pupas de <i>H. hampei</i> por fruto en cada tratamiento evaluado durante el período 2016-2017. (1=Bomba de aspersión manual, 2= Bomba de motor).	21
9.	Promedio de pupas de <i>H. hampei</i> por fruto en las diferentes fechas de muestreo durante el período productivo 2016-2017.	21
10.	Promedio de adultos de <i>H. hampei</i> por fruto en cada tratamiento evaluado durante el período 2016-2017. (1=Bomba de aspersión manual, 2= Bomba de motor).	22
11.	Promedio de adultos de <i>H. hampei</i> por fruto en las diferentes fechas de muestreo durante el período productivo 2016-2017.	22

<b>FIGURA N°</b>	<b>PÁGINA</b>
12. Promedio total de huevos, larvas, pupas y adultos de <i>H. hampei</i> por fruto en cada tratamiento evaluado durante el período 2016-2017. (1=Bomba de aspersión manual, 2= Bomba de motor.	23
13. Promedio total de huevos, larvas, pupas y adultos de <i>H. hampei</i> por fruto en las diferentes fechas de muestreo durante el período productivo 2016-2017.	23
14. Total <i>H. hampei</i> en 200 frutos brocados diseccionados en cada tratamiento evaluado durante el período 2016-2017. (1=Bomba de aspersión manual, 2= Bomba de motor).	24
15. Total <i>H. hampei</i> en 200 frutos brocados diseccionados en las diferentes fechas de muestreo durante el período productivo 2016-2017.	25
16. Proporción poblacional por sexo de adultos de <i>H. hampei</i> durante el período 2016-2017.	26
17. Porcentaje de granos de café pergamino seco brocado en los tratamientos durante el período 2016-2017. (1=Bomba de aspersión manual, 2= Bomba de motor).	28
18. Relación entre porcentaje pergamino seco brocado y porcentaje de frutos brocados en el campo en los tratamientos durante el período 2016-2017. (1=Bomba de aspersión manual, 2= Bomba de motor).	29

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO N°</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Plano de campo.	40
2. Esquema y puntos de muestreo en la parcela experimental.	41
3. Análisis de varianza de Porcentaje de frutos brocados, Finca la Fortuna (El cambray, Jalapa, Nueva Segovia, 2016-2017).	41
4. Análisis de varianza de frutos brocados, Finca la Fortuna (El Escambray, Jalapa, Nueva Segovia, 2016-2017).	42
5. Análisis de varianza de frutos brocados con <i>B. bassiana</i> , Finca la Fortuna (El Escambray, Jalapa, Nueva Segovia, 2016-2017).	42
6. Análisis de varianza de frutos totales, Finca la Fortuna (El Escambray, Jalapa, Nueva Segovia, 2016-2017).	42
7. Análisis de varianza de nudos productivos, Finca la Fortuna (El Escambray, Jalapa, Nueva Segovia, 2016-2017).	43
8. Porcentaje pergamino seco brocado en los tratamientos.	43
9. Hoja de recuento de plagas de café.	44

## RESUMEN

El estudio se realizó en la finca La Fortuna ubicada en la comunidad El Escambray, Jalapa, Nueva Segovia, durante el ciclo 2016-2017. Los tratamientos evaluados fueron *B. bassiana* aplicado a la planta y al suelo con bomba de motor y bomba de mochila, el insecticida (Clorpirifos), pepena y trampas Brocap. El muestreo de frutos brocados, frutos brocados con *B. bassiana* y disección de frutos se hizo quincenalmente y el muestreo de pergamino brocado al final de la cosecha. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de frutos brocados, frutos brocados, número de huevos por fruto diseccionado, número de larvas por fruto diseccionado, número de pupas por fruto diseccionado y número de adultos por fruto diseccionado, proporción de sexo y porcentaje de pergamino brocado. Los datos obtenidos fueron analizados mediante análisis de varianza y separación de medias por Tukey. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para ninguna de las variables, pero si entre fechas de muestreo. El mayor porcentaje y número de frutos brocados se encontró en el mes de octubre con promedio de 8.97% y 42.16 frutos brocados por bandola. El menor porcentaje de frutos brocados fue de 2.92% y se registró en el tratamiento con *B. bassiana* al suelo y a la planta aplicado con bomba de motor, pepena y trampa. El menor número de frutos brocados fue 19.45 y se observó en el tratamiento *B. bassiana* aplicado a la planta con bomba de mochila y pepena. Se observó mayor porcentaje de frutos brocados y mayor número de frutos brocados en el tratamiento testigo, siendo de 9.89 y 44.04 frutos brocados por bandola. El mayor número de adultos e inmaduros de *H. hampei* por fruto fue de 0.61 y se registró en el tratamiento *B. bassiana* aplicado al suelo y a la planta con bomba de mochila, pepena y trampa. El mayor porcentaje de café pergamino brocado se observó en el tratamiento Testigo y fue de 14.81% y el menor porcentaje se observó en el tratamiento *B. bassiana* aplicado a la planta con bomba de motor y pepena con 1.21%. La menor incidencia de broca en el campo se registró en el programa de manejo que incluyó pepena, trampa y *B. bassiana* aplicado con bomba de motor al suelo y a la planta. Se encontró una alta prevalencia de hembras en una proporción de 24/1, equivalente a 1 macho por cada 24 hembras. El menor porcentaje de daño en café pergamino se encontró en café proveniente de parcelas donde se realizó pepena y aplicación de *B. bassiana* con bomba de motor.

**Palabras Claves:** Hongo entomopatógeno, control biológico, plaga, infestación, incidencia, control de broca, daño.

## ABSTRACT

The study was conducted during the 2016-2017 season in a coffee farm located in El Escambray, Jalapa, Nueva Segovia. Treatments were *B. bassiana* applied to the plant and the soil, picking coffee from soil, Brocap traps and insecticide (chlorpyrifos). Application equipment were manual backpack and motor backpack. Sampling of bored berries, bored berries with *B. bassiana* and dissection of fruits was made every second week and sampling of bored parchment coffee at the end of the harvest. The evaluated variables were percentage of bored berries, number of eggs per dissected fruit, number of larvae per dissected fruit, number of pupae per dissected fruit, number of adults per dissected fruit, proportion of sex and percentage of bored parchment coffee. The data obtained were analyzed using analysis of variance and means separation by Tukey. Significant differences between sampling dates were found but not between treatments for any of the variables. The highest percentage and number of bored berries was found in October with average of 8.97% and 42.16. The lowest percentage of bored berries was 2.92% in treatment with picking of fallen berries, traps and *B. bassiana* applied to the soil and the plant with backpack motor. The lowest number of bored berries was 19.45 and was observed in the treatment of *B. bassiana* applied to the plant with backpack and scavenging pump. Highest percentage and number of bored berries was observed in the treatment witness, was 9.89 y 44.03. The highest number of adults and juveniles of *H. hampei* per fruit was 0.61 and was recorded in treatment *B. bassiana* applied to the soil and the plant with manual backpack, picking of fallen berries and trap. The incidence of *B. bassiana* in bored berries was low, ranging from 0.036 to 0.60%. The highest percentage of bored parchment coffee was observed in the treatment with insecticide and was 14.81% and the lowest percentage was 1.21% observed in the treatment *B. bassiana* applied to the plant with motor backpack and picking of fallen berries. The lower incidence of borer in the field was registered in the management program that included picking of fallen berries, trap and *B. bassiana* applied to the soil and to the plant with motor pump. A high prevalence of females was found in a ratio of 24/1, equivalent to 1 male per 24 females. The highest incidence of borer was 8.97% and was recorded in the month of October. The lowest percentage of damage in coffee parchment was found in coffee from plots where picking of fallen berries was performed and application of *B. bassiana* with motor pump.

**Key words:** Entomopathogenic fungi, biologic control, insect pest, infestation, incidence, borer control, damage.

## I. INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea arabica L.*), se produce en casi todos los países tropicales y es uno de los productos más apreciados de la agricultura (Le Pelley, 1973). En el comercio mundial el café ocupa el segundo puesto de valor dentro de los principales productos, siendo superado solamente por el petróleo (IICA, 2004).

En Nicaragua el café se cultiva en la zona norte, central y pacífico; sin embargo, las mejores condiciones agroecológicas para el cultivo lo presentan, los departamentos de Jinotega, Matagalpa y Nueva Segovia, donde se ubica la mayor producción del país, con aproximadamente 70% del área y 85% de la producción nacional de café (IICA, 2004).

El aporte a la economía de Nicaragua, es que es uno de los principales generadores de divisas, en el 2015 fue de \$395.73 millones (15.6 % del total de exportaciones), sostiene económicamente al 15% de la población nacional y el 54% en el sector agropecuario, ubicándose como el segundo rubro de exportación sólo superado por las exportaciones de carne (ICO, 2015), esta actividad productiva genera más de 332 mil empleos directos e indirectos en el sector, el 14% del total del empleo del país (El Nuevo Diario, 2015).

La caficultura nicaragüense es afectada por una serie de limitaciones, problemas agronómicos, dificultades en el manejo de plagas, enfermedades y malezas (MIDINRA, 1988). Entre las plagas de mayor importancia económica encontramos la broca del fruto *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleóptero: Curculionidae: Scolytidae), este insecto es considerado la principal plaga que afecta a los productores de café (Baker, 1999; Damon, 2000 y Mathieu *et al.*, 1999), afecta directamente al fruto, con la consecuente reducción de hasta 50% de la producción (Alvarado, 1998; Decazy, 1989; Coste, 1975).

Tradicionalmente el control más común de *H. hampei* es el uso de agroquímicos. Estos productos además de ser altamente tóxicos se han acumulado en el suelo, en las plantas y en el grano del café, causando intoxicaciones en los mismos trabajadores (Boyce *et al.*, 1994).

Uno de los plaguicidas más utilizados es el endosulfan, insecticida tóxico, bioacumulable (RAP-AL, 2009); que tiene varias restricciones de uso, debido a sus efectos nocivos en la salud, en los países centroamericanos y a nivel nacional se prohíbe la importación, comercialización y uso de esta molécula según la comisión Nacional de registro y control de sustancias tóxicas (CNRST, 2014).

Otras formas de control de la broca son el método cultural y el uso de trampas. El control cultural constituye un 80% del éxito en el control general de la broca (Moreno *et al.*, 2001); que incluye el graniteo, la repela y la recolección exhaustiva de los frutos sobre maduros y secos después de la cosecha, prácticas fundamentales para mantener niveles bajos de daño por broca del café en la finca (CENICAFE, 1994b).

Otro método alternativo de manejo es el control biológico, el que consiste en la acción de parasitoides, depredadores, entomopatógenos y hongos antagonistas para mantener la densidad de la población a un promedio menor del que ocurriría en su ausencia (Debach, 1964).

Uno de los hongos más usados para el control de un gran número de insectos plaga es *B. bassiana* (Bálsamo) (Hypocreales, Cordycipitaceae), entomopatógeno más utilizado comercialmente alrededor del mundo (Alves, 2003). Siendo el enemigo natural más conocido de la broca del café (Neves y Hirose, 2005).

*B. bassiana*, que pertenece a la clase Sordariomycetes, orden Hypocreales, familia Cordycipitaceae, género Cordyceps (Naturalista, 2017); tiene la habilidad de sobrevivir como parásito y como saprófito en materia orgánica, ya que durante su ciclo desarrolla una fase parasítica que finaliza con la muerte del insecto y una fase saprofítica que ocurre después de la muerte del insecto (Monzón, 2004).

Estudios realizados en Nicaragua, indican que *B. bassiana* es el control biológico más importante de *H. hampei*, llegando a controlar entre el 40 y 50% de la población, (Monzón, 2004). A pesar de la importancia que tiene *B. bassiana* como agente de control biológico, su ocurrencia natural generalmente es endémica y no es suficiente para lograr un completo control de las plagas (Monzón, 2001), por lo que se hace necesario incrementar los niveles del hongo, a través de estrategias inundativas, mediante aplicaciones del hongo.

La metodología de aspersión permite que se asegure un buen cubrimiento de los frutos de los árboles (Villalba, 1995). Con respecto a la tecnología de aspersión, se recomienda asegurar una calibración apropiada de las máquinas aspersoras, que permita un buen cubrimiento de las esporas sobre los frutos a proteger, de tal forma que se asegure que se está aplicando la concentración adecuada del hongo por litro de agua (Villalba, 1995).

Los buenos resultados biológicos y económicos que se obtienen con la aspersión de un producto de calidad, depende de la tecnología de aspersión (Villalba, 1995). Se recomienda utilizar aspersoras convencionales (de presión previa retenida o de palanca), nebulizadoras o equipo de bajo volumen, con boquillas de bajo flujo de descarga (Bustillo, 1998).

Las investigaciones sobre equipos para asperjar el hongo *B. bassiana* han demostrado que este se puede aplicar eficientemente con todos los equipos disponibles para el cultivo del café (Flórez *et al.*, 1997).

Un alto porcentaje del éxito en el control de una plaga se obtiene siguiendo los principios de la tecnología de aspersiones (Matthews, 1979). Para el caso de *H. hampei*, es necesario tener en cuenta realizar una correcta aspersión en el momento oportuno de susceptibilidad de la plaga, a una dosis recomendada, logrando óptimos recubrimientos, adecuado tamaño de gota y condiciones ambientales que no afecten la aspersión (Villalba, 2003; Villalba, 1993; Villalba, 1982).

La aplicación de un bioinsecticida a base de *B. bassiana* para el control de la broca del café, requiere evaluar diferentes métodos, equipos y frecuencias de aplicación y desarrollar formulaciones que permitan mayores rendimientos y disminución de los costos de aplicación, así como el establecimiento y sobrevivencia del hongo en el medio, para lograr una mayor efectividad en el control de la broca del café.

Tomando en cuenta la necesidad de desarrollar métodos alternativos de manejo de plagas, particularmente la broca del fruto del café, se desarrolló el presente estudio con el propósito de evaluar programas de manejo a base de prácticas culturales y uso del hongo *B. bassiana* usando dos tipos de equipos de aplicación.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Contribuir al desarrollo de programas de manejo de la broca del fruto del café en fincas de pequeños y medianos productores de café.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Determinar el efecto de programas de manejo sobre la incidencia de la broca del fruto del café.
- Describir la estructura poblacional por estadio y sexo de la broca del fruto del café, en frutos de café provenientes de parcelas con diferentes programas de manejo.
- Determinar el efecto de programas de manejo de broca en el campo, sobre el porcentaje de pergamino brocado.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Ubicación del estudio**

El estudio se realizó en el período de abril 2016 a enero 2017, en la finca La Fortuna, enfocada a la plantación de café, localizada en el departamento de Nueva Segovia.

#### **3.2. Descripción de la zona del estudio**

La finca la fortuna, está ubicada en la comunidad de El Escambray, en el municipio de Jalapa, a 293 km al norte de Managua, cuenta con suelos franco arcillosos, localizada en las coordenadas 13°57'42N"; 86°08'47"O, a una altitud de 850 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar); con una temperatura promedio entre 18° C y 27° C, la finca tiene un área de 74 Mz con plantaciones variedad Catimor, de 4 años de edad, con 35% de sombra, establecida a una a una distancia de 1 metro entre planta y 1.67 metros entre surco, para una densidad equivalente de 5,720 plantas por hectárea.

#### **3.3. Diseño experimental**

El experimento fue de tipo factorial con arreglo de parcela dividida, asignando a la parcela grande, el factor equipos de aplicación y en la parcela pequeña, los programas de manejo.

La parcela experimental estaba constituida por un área de 10 parcelas, cada parcela de 20 surcos, cada surco de 31 plantas, con 620 plantas en cada parcela, equivalente a un total en el área experimental de 6,200 plantas.

#### **3.4. Descripción de los tratamientos**

El estudio estuvo conformado por 10 tratamientos, resultantes de la combinación de los programas de manejo y el equipo de aplicación lo que se refleja en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Niveles y factores evaluados en el manejo de la broca del café, en la Finca La Fortuna, Jalapa, Nueva Segovia.**

Factor A (Equipo de aplicación)	Factor B (Programa de manejo)	Tratamiento	
Bomba de mochila marca Jacto®, con capacidad de 20 litros de agua.	Pepena, trampeo y <i>B. bassiana</i> aplicado al suelo y a la planta	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	P+T+B <sub>s</sub> +B <sub>p</sub> 1
	Pepena y aplicación de <i>B. bassiana</i> aplicado al suelo y a la planta	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	P+B <sub>s</sub> +B <sub>p</sub> 1
	Pepena y <i>B. bassiana</i> aplicado a la planta	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	P+B <sub>p</sub> 1
	Clorpirifos con una dosis de 1.2 l/ha	A <sub>1</sub> B <sub>4</sub>	Insecticida 1
	Testigo	A <sub>1</sub> B <sub>5</sub>	Testigo 1
Bomba de motor marca Shindaiwa®, con capacidad de 25 litros de agua.	Pepena, trampeo y aplicación de <i>B. bassiana</i> aplicado al suelo y a la planta	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	P+T+B <sub>s</sub> +B <sub>p</sub> 2
	Pepena y <i>B. bassiana</i> aplicado al suelo y a la planta	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	P+B <sub>s</sub> +B <sub>p</sub> 2
	Pepena y <i>B. bassiana</i> aplicado a la planta	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	P+B <sub>p</sub> 2
	Clorpirifos con una dosis de 1.2 l/ha	A <sub>2</sub> B <sub>4</sub>	Insecticida 2
	Testigo absoluto (Sin manejo)	A <sub>2</sub> B <sub>5</sub>	Testigo 2

Pepena, práctica cultural que consiste en la recolección de los frutos maduros y secos después de la cosecha dejados por los corteros en el suelo, práctica fundamental para mantener niveles bajos de daño por broca del café en la finca. Las prácticas de cosechas oportunas y recolección de los frutos maduros y secos (pepena), reducen los niveles de infestación durante un ciclo de cosecha. La pepena se realizó en el mes de marzo, una sola vez por falta de mano de obra para esta labor en el campo.

Trampas, se colocaron trampas comerciales tipo Brocat usando como atrayente una mezcla de etanol y metanol, la trampa consistió de un difusor con un dispositivo donde es colocado el atrayente que el mismo se encarga de liberar, se utilizaron 16 trampas por hectárea. La broca del café es atraída a trampas cebadas con una mezcla de alcoholes, estas trampas localizadas en los cafetales, sirven como una herramienta de alerta para los caficultores para conocer cuando la broca está volando en busca de nuevos frutos.

*Beauveria bassiana* aplicada al suelo y a la planta, se realizaron aplicaciones del hongo *B. bassiana*, con dos equipos de aplicación, bomba de mochila y bomba de motor, las aplicaciones del hongo al suelo se realizó en abril 2016 y a la planta se realizó en junio, julio y septiembre 2016 con dosis de  $1.42 \times 10^{12}$  conidias del hongo/litro por hectárea. La eficiencia de *B. bassiana* en el campo son muy variables y están influenciados por condiciones climáticas y condiciones del cultivo.

Insecticida (Testigo relativo); se utilizó el insecticida Clorpirifos producto químico elegido por el productor para controlar broca a una dosis de 1.2 litros por hectárea.

El uso de insecticidas para el control de la broca sólo se debe llevar a cabo cuando técnicamente se requiera, o se justifique por los niveles de infestación, en forma localizada, en el tiempo apropiado de ataque de la broca y con la tecnología de aspersion recomendada

Testigo, (Absoluto); no se realizó ninguna aplicación para control de *H. hampei*.

Bomba de mochila, se utilizó una bomba de palanca marca Jacto®, con capacidad de 20 litros.

Bomba de motor, se utilizó una bomba marca Shindaiwa®, con capacidad de 25 litros.

### **3.5. Preparación de los tratamientos**

En este estudio se utilizó en cada aplicación una dosis equivalente de  $1.42 \times 10^{12}$  conidias del hongo *B. bassiana* por hectárea en 100 litros de agua. La mezcla se preparó en el campo, haciendo previamente una pre-mezcla, es decir, que antes de preparar la mezcla de aplicación, el hongo se mezcló con 5 litros de agua en un recipiente plástico, frotando bien el arroz colonizado para desprender las esporas del hongo de los granos de arroz. A partir de la pre-mezcla se preparó la mezcla de aplicación, preparando un volumen de mezcla que fue determinado previamente mediante la calibración de los equipos de aplicación. El volumen de mezcla para la bomba de mochila fue de 32.6 litros por parcela, equivalente a 300 litros por hectárea y para la motobomba se utilizó 49.46 litros por parcela, equivalente a 275 litros por hectárea.

Las aplicaciones se realizaron en tres fechas, realizando un total de 3 aplicaciones en el ciclo, iniciando en el mes de junio (52 días después de la floración principal) para controlar la broca proveniente de los frutos de la floración loca y finalizando en septiembre, para controlar las brocas presentes en los frutos de la cosecha principal, con base a lo recomendado por Monzón (2004). Las aplicaciones a la planta fueron dirigidas directamente a las bandolas para optimizar el contacto del hongo con la broca.

### **3.6. Muestreo**

Para el muestreo de frutos brocados se seleccionaron al azar cinco sitios de muestreo en cada parcela (Cuadro 2), los sitios estaban distribuidos en forma de 'X' y cada uno estaba conformada por 10 plantas. En cada planta se seleccionó una bandola, alternando bandolas de estrato alto y del estrato bajo entre planta y planta para un total de 50 bandolas por parcela.

Las bandolas seleccionadas se marcaron con una cinta de color para ser muestreadas durante todo el estudio, tanto la bandola como los puntos de muestreo eran fijos. En cada bandola se contó el número total de frutos, el número de frutos brocados, frutos brocados con presencia de *B. bassiana* y número de nudos productivos. Adicionalmente, en cada parcela se colectaron frutos brocados para diseccionar y determinar la población de broca en el interior de los frutos. Los frutos fueron colectados alrededor de los sitios de muestreo de frutos brocados para evitar alguna interferencia de un método de muestreo sobre el otro.

**Cuadro 2. Esquema y puntos de muestreo en la parcela experimental.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
3	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
4	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
6	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
7	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
8	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
9	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
10	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
11	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
12	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
13	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
14	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
15	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
16	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
17	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
18	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
19	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
20	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

### 3.7. Variables evaluadas

- Porcentaje de frutos brocados
- Número de frutos brocados
- Número de huevos de *H. hampei* por fruto
- Número de larvas de *H. hampei* por fruto
- Número de pupas de *H. hampei* por fruto
- Número de adultos de *H. hampei* por fruto
- Proporción de sexos de *H. hampei*
- Porcentaje de pergamino brocado

El porcentaje de frutos brocados se obtuvo dividiendo el número de frutos brocados entre el número total de frutos en cada bandola, de acuerdo a la fórmula;

$$\text{Frutos brocados (\%)} = \frac{\text{Número de frutos brocados}}{\text{Total de frutos muestreados}} \times 100$$

En cada muestreo de campo se revisó y contabilizó en la bandola seleccionada permanentemente la cantidad de frutos brocados y frutos totales, se colectaron en cada parcela 20 frutos brocados, los que fueron llevados al laboratorio y diseccionados con un bisturí, para determinar el número de especímenes de broca por cada estado de desarrollo de su ciclo de vida, presentes dentro del fruto. Se registró el número de huevos, larvas, pupas y adultos de *H. hampei* por fruto. En el caso de los adultos estos fueron registrados por sexo.

Para estimar el porcentaje de pergamino brocados, se recolectó, al momento de la cosecha, una muestra de aproximadamente 500 frutos de cada parcela. Las muestras fueron despulpadas, beneficiadas y secadas por separado, hasta obtener el café pergamino seco. Luego este fue revisado individualmente, registrando el número de granos brocados (con una o más perforaciones) y el número de granos sanos. Posteriormente se dividió el número de granos brocados entre el número de granos totales y se multiplicó por 100 para obtener el porcentaje de café pergamino brocado.

### **3.8. Análisis de datos**

Todos los datos obtenidos para cada una de las variables fueron organizados en el programa Excel 2013. Posteriormente se realizó la prueba de Shapiro Wilks con el propósito de conocer si los datos tenían distribución normal. Posteriormente se realizó transformación de datos, raíz cuadrada ( $\sqrt{(x+0.5)}$ ) para variables discretas y la transformación arcoseno ( $\text{Arcos}(\sqrt{x})$ ) para variables continuas; posteriormente se realizó análisis de varianza de medidas repetidas tomando en cuenta, los equipos de aplicación como la parcela grande y los programas de manejo como la parcela pequeña. A los efectos principales (programa de manejo y equipo de aplicación) se les realizó separación de medias mediante la prueba de Tukey, tanto para fecha como para tratamiento. El análisis de los datos fue analizado con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 9.1.

### **3.8. Manejo agronómico del experimento**

Las prácticas encaminadas al manejo agronómico de la plantación, se realizaron de acuerdo a un plan elaborado por el productor, realizando manejo de sombra en el mes de julio y septiembre, dejando una cobertura de sombra de 35%, garantizando un óptimo nivel de producción en la plantación y estabilidad en la productividad. El control de malezas se realizó en el mes de junio y octubre a través de chapias, y una aplicación de herbicidas en el mes de octubre. La fertilización de la plantación se realizó en el mes de junio, agosto y octubre.

Se programaron cinco aplicaciones en todo el ciclo de la plantación para el proceso de la fertilización foliar, control de plagas y enfermedades estas se realizaron en marzo, junio, agosto, septiembre y octubre.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general la población de broca se mantuvo alta durante todo el ciclo 2016-2017 en todos los tratamientos, oscilando entre 2.9% y 9.8% de frutos brocados, manteniéndose en algunas fechas próximo al nivel de daño económico y en otras por encima de este. Según Díaz-Vicente *et al.*, (2011); cuando se observa un 5% de infestación se deben implementar medidas de control de la plaga. Ya que el productor no realizó porcentaje de infestación en la finca no se conoce como era el porcentaje de infestación en años anteriores en la zona.

### 4.1. Porcentaje de frutos brocados

El análisis de varianza para el porcentaje de frutos brocados indica que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ( $P= 0.810$ ), pero si entre las fechas de muestreo ( $P= <0.026$ ). La interacción entre los tratamientos y las fechas de muestreos no resultó significativa, indicando que el efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de frutos brocados no está relacionado con la fecha de muestreo.

A los 183 días después de la floración principal, correspondiente al mes de Octubre 2016, se encontró el mayor porcentaje promedio de frutos brocados, que fue de 8.97% (Cuadro 3) esto debido al desarrollo de los frutos y a la vez el incremento de la plaga. Este resultado se corresponde con lo reportado por Sequeira (1992); quien afirma que la mayor infestación de broca durante el año se produce en el mes de octubre, aproximadamente unos 165 días después de la floración principal.

Resultados obtenidos por Gómez y Guerrero (2007); en estudios realizados en campos azules demuestran que la mayor incidencia de la plaga fue encontrada en el mes de Octubre con promedios de 7.2%.

En un estudio realizado en dos zonas cafetaleras de Nicaragua, Pineda y Blandón (2009); encontraron que en fincas ubicadas en zona cafetalera de Matagalpa, el mayor porcentaje de frutos brocados se observó en los meses de octubre, noviembre y diciembre.

El mayor porcentaje de frutos brocados encontrados en el mes de octubre puede atribuirse a que en este mes, es el período donde los frutos han alcanzado el grado de desarrollo óptimo para la colonización, favorecido probablemente por las condiciones climáticas. Otro factor que pudo influir en este resultado es la disponibilidad de hembras colonizadoras, aptas para la ovoposición. Baker y Barrera (1985); afirman que de 120 a 150 días después de la floración las hembras comienzan a perforar los frutos en búsqueda de condiciones óptimas para el establecimiento y reproducción.

Este alto porcentaje pudo deberse a que en cosechas anteriores hubo gran pérdida de café, el cual cayó al suelo y sirvió de alimento y refugio para la broca, también a que en estos meses es el período que comienza la época de lluvias y se da el desarrollo de los frutos y el

incremento de la plaga, otro factor que pudo influir es que esta finca presenta condiciones óptimas para el desarrollo de la plaga, según Barrios y Centeno (1989); indican que las mayores infestaciones de broca ocurren donde las condiciones de temperatura está entre los 22 a 26 °C y humedad relativa de hasta el 80% y el rango altitudinal para el ataque de la plaga según Alonzo (1983), está entre los 800 y 1000 m.s.n.m. Las plantaciones de café en zonas de baja altitud suelen ser más afectadas por la plaga (Anónimo, 2000).

Rebelles *et al.*, (1980); indica que existe gran variación en la infestación de la broca entre las regiones y dentro de las regiones; esta variación también es observada a través del tiempo y puede estar influenciada por el comportamiento bianual de la producción de café; en este sentido, Baker (1985); expresa que es muy difícil entender los procesos involucrados en las fluctuaciones poblacionales de la broca, debido a la heterogeneidad en la población y en el desarrollo de su ciclo de vida. Klein *et al.*, (1987); afirma que la densidad poblacional de una plaga en el tiempo es un balance entre los factores que la incrementan (reproducción e inmigración) y aquellos que la disminuyen (muerte y migración).

El menor porcentaje promedio de frutos brocados fue de 2.26% y se registró a los 93 días después de la floración principal, correspondiente al mes de julio 2016 (Cuadro 3). Es probable, que el bajo porcentaje de frutos brocados en este período se deba a que los frutos aún no han alcanzado el estado óptimo de desarrollo para la penetración y ovoposición. Diversos estudios reportan que cuando los frutos tienen menos del 20% de peso sólido, no son adecuados para la ovoposición por *H. hampei*, ya que el alto contenido de humedad no favorece el desarrollo del insecto (Bustillo *et al.*, 1998).

**Cuadro 3. Porcentaje promedio de frutos brocados y separación de medias por fecha de muestreo (Tukey  $\alpha$ : 0.05), período 2016-2017.**

<b>Días después de la floración</b>	<b>Medias <math>\pm</math> E.S**</b>	<b>Categoría estadística (Tukey 0.05)</b>
<b>63</b>	6.172 $\pm$ 0.86	ab
<b>78</b>	3.256 $\pm$ 0.52	b
<b>93</b>	2.256 $\pm$ 0.41	b
<b>108</b>	3.926 $\pm$ 0.70	b
<b>123</b>	5.504 $\pm$ 0.75	ab
<b>138</b>	4.838 $\pm$ 0.62	ab
<b>153</b>	5.538 $\pm$ 0.68	ab
<b>168</b>	5.490 $\pm$ 0.66	ab
<b>183</b>	8.97 $\pm$ 2.04	a
<b>198</b>	4.590 $\pm$ 0.89	ab
<b>213</b>	5.654 $\pm$ 1.65	ab

Medias con la misma letra no difieren significativamente entre sí, Tukey ( $\alpha= 0.05$ ). \*\*E.S: error estándar.

## 4.2. Número de frutos brocados

Decazy (1990); expresa que la broca tiene un comportamiento agregado o de contagio dentro del cafetal, no se le encuentra infestando uniformemente todo el predio, sino en focos. Los estudios de fluctuación poblacional de la plaga permiten conocer la variación poblacional del insecto en el tiempo (Guzmán *et al.*, 1996).

Es importante mencionar que a pesar que el mayor porcentaje de frutos brocados se encontró a los 183 días después de la floración principal, en el mes de octubre, se puede observar que la población de broca expresada como número de frutos brocados, inicia relativamente alta a los 63 días después de la floración principal, en el mes de Junio en el primer muestreo y se va incrementando hasta alcanzar el mayor número en el mes de Octubre, a los 168 días después de la floración principal, con promedio de 42.16 frutos brocados por bandola esto debido posiblemente a la época de lluvia donde se da el desarrollo de los frutos y a la vez el incremento de la plaga y la consecuente mayor número de frutos brocados. Después de este período los frutos brocados comienzan a descender, hasta alcanzar un promedio de 16.34 frutos brocados por bandola, en el último muestreo realizado a los 213 días después de la floración principal en el mes de Noviembre (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Número promedio de frutos brocados por fecha de muestreo, período 2016-2017.**

<b>Días después de la floración</b>	<b>Medias <math>\pm</math> E.E**</b>	<b>Categoría Estadística (Tukey 0.05)</b>
<b>63</b>	27.68 $\pm$ 3.21	abc
<b>78</b>	22.54 $\pm$ 2.76	bc
<b>93</b>	20.58 $\pm$ 2.94	bc
<b>108</b>	31.40 $\pm$ 4.14	abc
<b>123</b>	38.86 $\pm$ 3.85	a
<b>138</b>	35.50 $\pm$ 3.60	ab
<b>153</b>	41.82 $\pm$ 4.17	a
<b>168</b>	42.16 $\pm$ 4.20	a
<b>183</b>	40.16 $\pm$ 3.77	a
<b>198</b>	19.64 $\pm$ 2.63	c
<b>213</b>	16.34 $\pm$ 2.49	c

Medias con la misma letra no difieren significativamente entre sí, Tukey ( $\alpha= 0.05$ ). \*\*E.E: error estándar.

Muñoz *et al.*, (1986); en sus estudios indica que la broca tiene dos periodos bien diferenciados de incremento en la perforación de frutos, el primero en Junio y el segundo en Octubre.

Bustillo *et al.*, (1998); afirma que la fluctuación poblacional de *H. hampei* con base en el grado de infestación en frutos, va incrementando paulatinamente debido a que al suceder varias floraciones existen frutos de diferentes estados, las que luego descienden al finalizar el período de cosecha. Estos resultados coinciden con lo encontrado en nuestro estudio, ya que en las últimas fechas de muestreo se encontró el menor número de frutos brocados.

Gaviria *et al.*, (1995), Quintero y Morales (1996); encontraron un comportamiento sigmoideal en el nivel de infestación de broca durante el período de formación y maduración de los frutos. Estos altos niveles de frutos brocados se pueden atribuir a que en estos períodos los frutos están aptos para la colonización ya que cuentan con suficiente alimento y refugio para desarrollarse y reproducirse.

La variación de la población de broca a través del tiempo, puede estar explicada por la biología de la plaga, la que está directamente relacionada a la biología de la planta, particularmente al estado del fruto. Salazar (1993); reporta que el momento apto en el cual la broca puede instalarse en el fruto y que este pueda servir de alimento para su progenie ocurre a los 119 días post-floración. Así mismo Bustillo *et al.*, (1998); expresan que los frutos de café empiezan a ser susceptibles al ataque de la broca, cuando su peso seco es igual o mayor al 20%, lo cual se alcanza entre 100 y 150 días de desarrollo después de la floración, dependiendo de la latitud.

Estudios realizados por Monzón *et al.*, (2004); encontraron que los picos poblacionales de broca pueden variar de un año a otro, con altas poblaciones en el mes de agosto y al final del ciclo productivo. Según Guzmán *et al.* (1996), las fluctuaciones poblacionales de la plaga pueden relacionarse con secuencias cronológicas de las especies y sus enemigos naturales.

Una medida de control amigable con el ambiente es el control biológico con el hongo *B. bassiana*, el cual es prometedor, particularmente en regiones húmedas donde puede eliminar hasta el 80% de los adultos de la broca cuando éstos inician la perforación de los frutos de café (Baker, 1998; Arias, 2007).

El hongo entomopatógeno *B. bassiana* se encuentra presente como agente de control natural de *H. hampei*, en las zonas cafetaleras del país (Tórez y Castillo, 2005; Feliz, 2003; Simonsen, 2001; Bertrand y Rapidel, 1999; Quintero y Morales, 1996; Bustillo y Posada, 1995; Morales y Quintero, 1994; Barrios, 1992; Molinari, 1988; Monterroso, 1984; Villacorta, 1984; Penagos, 1978; DeBach, 1977). Según Monzón (2004); *B. bassiana* siempre se encuentra presente en el campo, principalmente en las zonas húmedas y donde hay alta incidencia de broca.

La ocurrencia de *Beauveria bassiana* sobre broca de café, se presentó durante las fechas de muestreo pero con incidencias muy bajas. La presencia del hongo *B. bassiana* en frutos brocados, registró el mayor número promedio de frutos brocados, a los 183 días después de la floración principal con un valor de 0.66 frutos brocados por bandola con presencia del hongo, correspondiente al mes de Octubre 2016, seguido por 0.42 frutos brocados con presencia del hongo, encontrado a los 63 días después de la floración principal, correspondiente al mes de Junio 2016 (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Número promedio de frutos brocados con presencia de *B. bassiana* y separación de medias por fecha de muestreo (Tukey  $\alpha= 0.05$ ), período 2016-2017.**

<b>Días después de la floración</b>	<b>Medias <math>\pm</math> E.S**</b>	<b>Categoría Estadística (Tukey 0.05)</b>
<b>63</b>	0.42 $\pm$ 0.21	ab
<b>78</b>	0.00 $\pm$ 0.00	b
<b>93</b>	0.26 $\pm$ 0.12	ab
<b>108</b>	0.22 $\pm$ 0.09	ab
<b>123</b>	0.10 $\pm$ 0.10	b
<b>138</b>	0.16 $\pm$ 0.10	ab
<b>153</b>	0.10 $\pm$ 0.10	b
<b>168</b>	0.10 $\pm$ 0.10	b
<b>183</b>	0.66 $\pm$ 0.17	a
<b>198</b>	0.16 $\pm$ 0.07	ab
<b>213</b>	0.16 $\pm$ 0.07	ab

Medias con la misma letra no difieren significativamente entre sí (Tukey,  $P= 0.05$ ). \*\*E.S: error estándar.

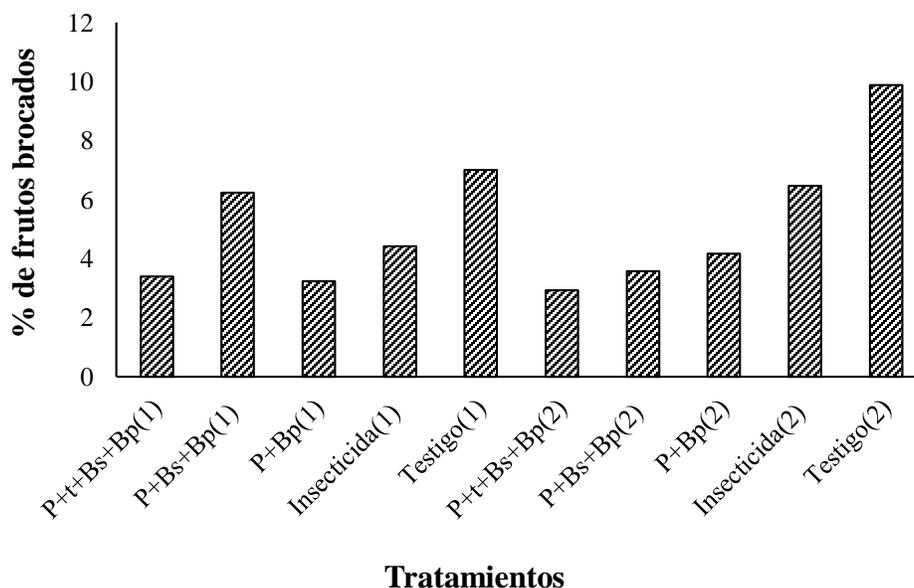
Según Acuña y Betanco (2007); en un estudio realizado en dos zonas cafetaleras de Nicaragua, la presencia de *B. bassiana* en fruto brocados fue variada, indicando que existen condiciones naturales, así como condiciones ligadas al manejo del cultivo, que tienen influencia sobre el hongo. La baja incidencia del hongo, puede ser explicada por la poca disponibilidad de su hospedero, ya que en los primeros meses de muestreo los frutos probablemente no habían alcanzado el estado de consistencia semi-lechoso (más del 20% de materia seca), por lo que la población de la plaga era muy baja para que el patógeno se estableciera.

De acuerdo a Bustillo (2005), aunque *B. bassiana* siempre está presente en los cafetales, las epizootias ocurren de forma esporádica y no son generalizadas debido a la variabilidad agroecológica. Las hifas del hongo penetran la cutícula desde el interior del insecto y emergen a la superficie iniciando la formación de esporas cuando se presentan las condiciones adecuadas como es la humedad relativa y temperatura (Gillespie y Claydon, 1989). Se observó que el número de frutos brocados con presencia de *B. bassiana* inicia relativamente alto y que en las siguientes fechas desciende, esto debido a que factores abióticos afectan la viabilidad y la persistencia del hongo en campo, incrementándose hasta alcanzar la mayor incidencia en el mes de Octubre, a los 183 días después de la floración principal.

En un estudio realizado en dos zonas cafetaleras de Nicaragua Tórrez y Castillo (2005); encontraron que *B. bassiana* ocurría de forma natural sobre *H. hampei*, registrando niveles de infección de hasta 60% en broca, reportando que los niveles de incidencia natural son variables y pueden estar influenciados por varios factores entre los que se pueden mencionar el tipo de insecto (hospedante), las condiciones ambientales como temperatura y humedad, así como factores asociados al manejo del cultivo. Según Monzón (2004); si el hongo se encuentra presente en el campo, principalmente en las zonas húmedas y donde hay alta incidencia de broca, se realizará un eficiente control sobre la plaga.

Según Bustillo, 2006; los resultados de la eficiencia de *B. bassiana* contra la broca en campo son muy variables, pudiendo fluctuar de 20 a 75%.

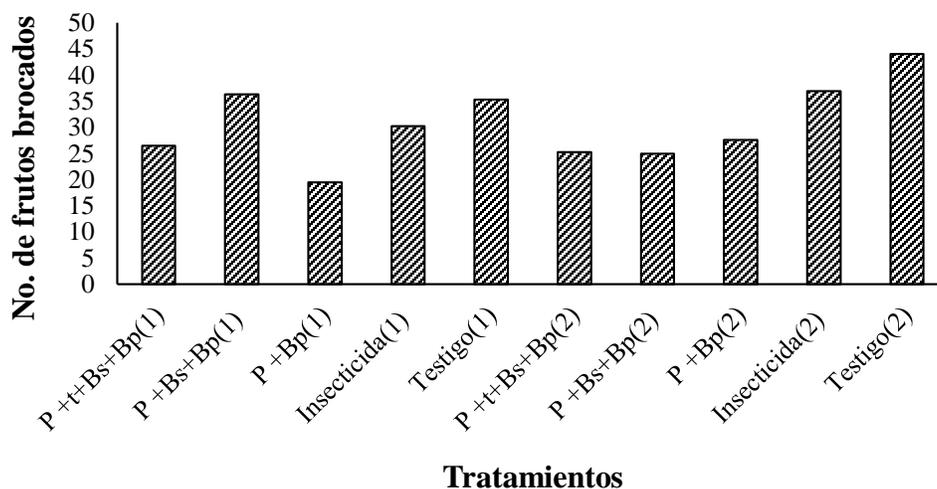
En el estudio no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos, pero se observó que en el tratamiento testigo se encontró el mayor porcentaje promedio con 9.89% frutos brocados por bandola y el menor porcentaje promedio de frutos brocados que se registró, fue 2.92% y se presentó en el tratamiento que combinó pepena, trampa y *B. bassiana* aplicado con bomba de motor al suelo y a la planta (Figura 1).



**Figura 1. Porcentaje promedio de frutos brocados en los tratamientos durante el período 2016-2017 (1=Bomba de aspersión manual, 2= Bomba de motor).**

En lo concerniente al número promedio de frutos brocados por bandola el mayor promedio se registró en el tratamiento testigo con un promedio de 44.03 frutos brocados por bandola y el menor número promedio se observó en el tratamiento donde se combinó pepena y *B. bassiana* aplicado con bomba de mochila a la planta, con un promedio de 19.45 frutos brocados por bandola (Figura 2).

Este resultado sugiere una alta población de broca, ya que la cantidad de frutos brocados se asocia a la cantidad de hembras colonizadoras en el lote; sin embargo hay que tomar en cuenta que la perforación de un fruto no siempre está asociada al daño en el grano, ya que muchas veces la hembra perfora el fruto y se queda en el canal de penetración, abandonando posteriormente el fruto sin causar el daño.



**Figura 2. Número promedio de frutos brocados por bandola, en los tratamientos evaluados durante el período 2016-2017. (1=Bomba de aspersión manual, 2= Bomba de motor).**

A pesar que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, se pudo observar una menor incidencia de *H. hampei* en el tratamiento pepena y *B. bassiana* aplicado con bomba de mochila a la planta; así mismo se observa que en el tratamiento testigo, en el que no se implementó ninguna práctica de manejo, el número de frutos brocados fue superior. Este resultado indica que aunque no hubo diferencia significativa entre tratamientos, todos ellos lograron reducir considerablemente el número de frutos brocados con respecto al testigo.

Bustillo *et al.*, (1998); afirma que el manejo de broca se debe enfocar a través de un programa de manejo integrado, que comprende el conocimiento a fondo de todos los factores que componen el ecosistema cafetero y de sus múltiples interacciones, al analizar el daño que la broca hace al café, su biología y comportamiento de ataque, el efecto de las labores agronómicas y de cosecha, ya que estas desempeñan un papel importante en la reducción de las poblaciones de esta plaga. Estas labores denominadas prácticas culturales, constituyen el 80% del éxito en el control, este control está sustentado en las prácticas encaminadas a minimizar la disponibilidad de alimento y refugio de la plaga y a modificar las condiciones favorables para la reproducción de la broca.

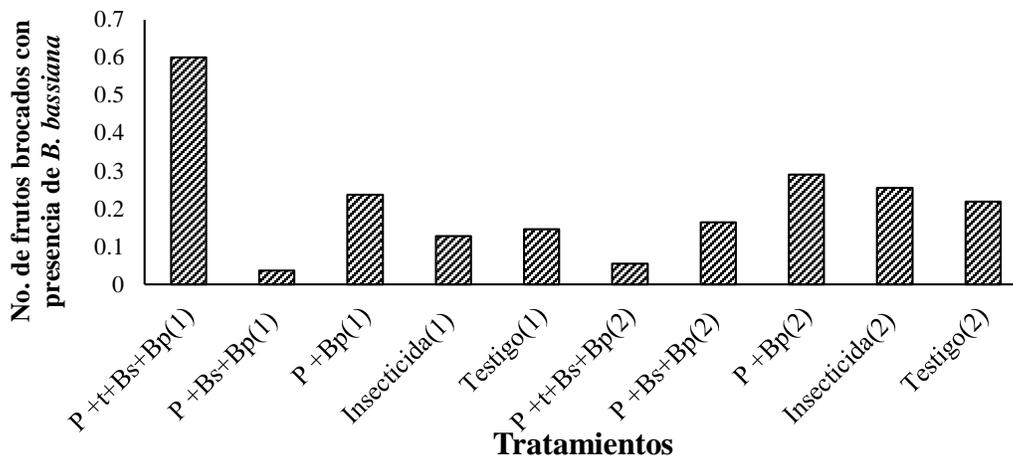
Beaker (1984) y Le Pelley (1968); afirman que la recolección periódica de los frutos reduce considerablemente los porcentajes de frutos perforados, pero presenta la desventaja de ocupar mucha mano de obra. A pesar de este inconveniente, se ha demostrado el efecto positivo de la recolección oportuna para el manejo de las poblaciones de la broca del café, evitando la caída de los frutos y dejando un número bajo de frutos de cosecha por árbol, para obtener una reducción en los niveles de infestación (Benavides, Bustillo, 2002).

En Nicaragua, *B. bassiana* fue reportada en 1988, el mismo año que se detectó la broca (Ruíz, 1994). Aunque no existe un estudio sistemático sobre los porcentajes de incidencia de este patógeno, muestreos en algunas zonas cafetaleras del país, indican que se puede encontrar la existencia del hongo en el campo (Lacayo y Estrada, 1994). En el departamento de Matagalpa durante un estudio de dinámica del hongo por un período de 3 años (1990-1993) se observó un porcentaje de infección de hasta 40% en el primer año, sin embargo en el segundo año de estudio el comportamiento fue totalmente diferente, detectándose solo un 10%. El tercer año también presentó poblaciones altas del patógeno con 35% (Guharay y Sequeira, 1992).

*B. bassiana* ha sido reportado en diversos estudios, infectando de forma natural a *H. hampei* los índices de infección reportados han sido variables e indican que existen condiciones tanto naturales, así como condiciones ligadas al manejo del cultivo que ejercen influencia sobre la incidencia del hongo (Cárdenas, 1991; Bustamante, 1994; Lacayo *et al.*, 1994 y Simonsen, 2001).

Evaluaciones realizadas en campos altamente infestados por la broca del café permitieron comprobar que la infección visible (hembras adultas micosadas), se manifiesta a niveles que pueden resultar importantes, pues alcanzan valores de hasta el 40 % de los frutos en que la hembra se encontraba en el canal de perforación (Vazquez *et al.*, 2010).

Fue notorio la incidencia de *B. bassiana* en frutos de café brocados donde se presentó mucha variación entre los tratamientos pero con valores muy bajos, observándose un mayor número de frutos brocados con presencia de *Beauveria* donde se combinó pepena, trampa y *B. bassiana* aplicado con bomba de mochila al suelo y a la planta con valores promedios de 0.60 y la menor presencia cuando se implementó pepena y *B. bassiana* aplicado con bomba de mochila al suelo y a la planta con promedio de 0.0364 (Figura 3).

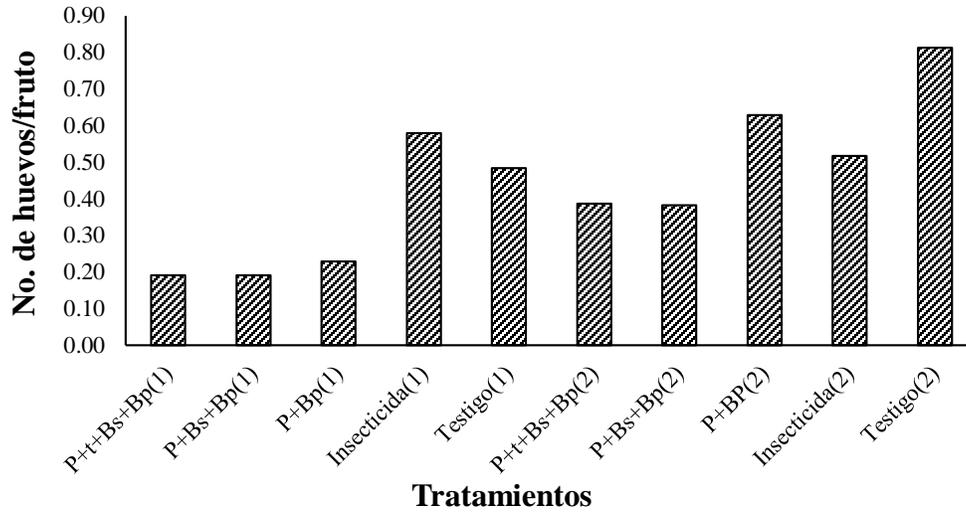


**Figura 3. Promedio de frutos brocados con presencia del hongo *B. bassiana* en los tratamientos durante el período 2016-2017. (1=Bomba de aspersión manual, 2=Bomba de motor).**

#### 4.3. Número de huevos de *H. hampei* por fruto

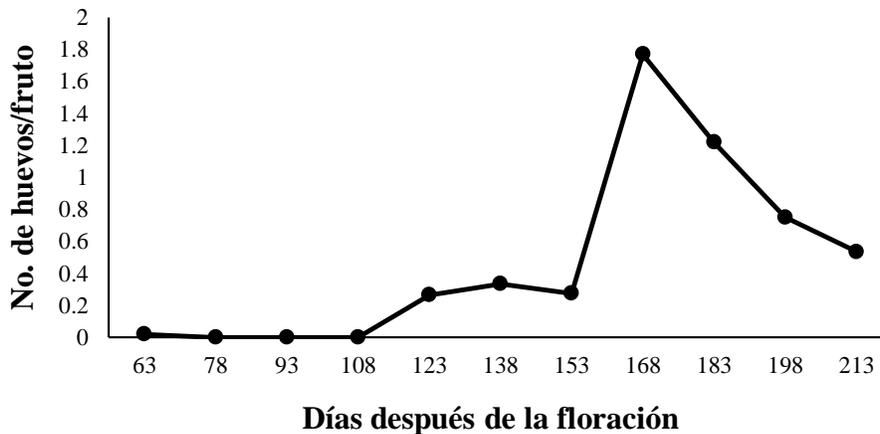
El registro de la población de *H. hampei*, se realizó mediante la disección de frutos brocados, indicando poca variabilidad de la población entre los tratamientos y a través del tiempo. La mayor población total en número de individuos dentro del fruto, incluyendo todos los estadios del ciclo de vida fue de 755 individuos en 200 frutos brocados diseccionados y se registró a los 168 días después de la floración principal y a los 108 días después de la floración, se registró la menor población con 83 individuos en 200 frutos brocados diseccionados, en cuanto a los tratamientos, el tratamiento donde se encontró la mayor población total de individuos en 200 frutos brocados diseccionados fue en el tratamiento donde se combinó pepena y *B. bassiana* aplicado con bomba de motor al suelo y a la planta con 455 individuos y la menor población total se encontró en el tratamiento pepena y *B. bassiana* aplicado con bomba de mochila a la planta con 223 individuos en 200 frutos brocados diseccionados. También se encontró que el estadio que prevaleció dentro de los frutos es el huevo y que el menos frecuente es la pupa.

La presencia de huevos se registró desde el primer muestreo en donde la broca logró penetrar y ovopositar en el fruto del café. El mayor número promedio de huevos por fruto brocado fue de 0.81, equivalente a 16.2 huevos en 200 frutos brocados diseccionados y se registró en el tratamiento testigo y el menor valor lo registraron los tratamientos que incluían pepena, trampa y *B. bassiana* aplicado con bomba de mochila al suelo y a la planta, así como el tratamiento pepena y *B. bassiana* aplicado con bomba de mochila al suelo y a la planta, con promedio de 0.19 huevos en 200 frutos brocado diseccionados (Figura 4).



**Figura 4. Promedio de huevos de *H. hampei* por fruto en cada tratamiento evaluado durante el período 2016-2017. (1=Bomba de aspersión manual, 2= Bomba de motor).**

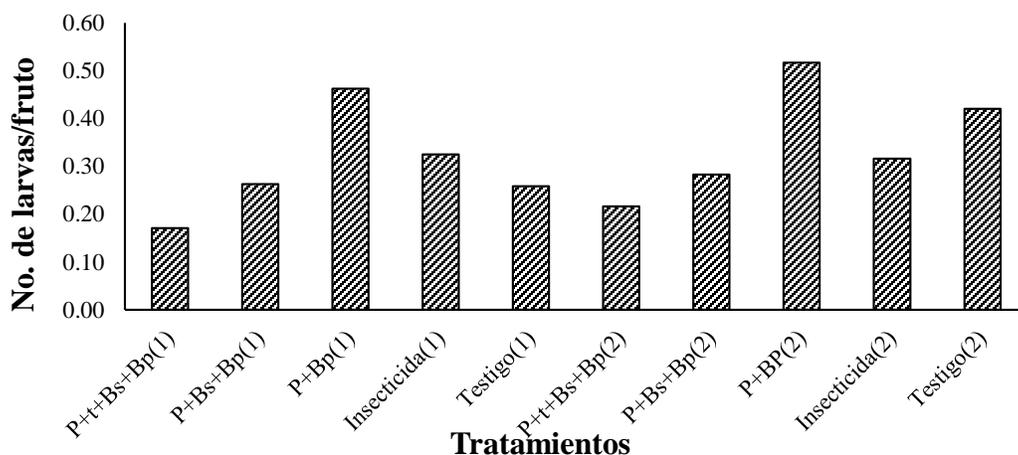
La presencia de huevos dentro de los frutos en los tratamientos evaluados presentó una tendencia ascendente a través del tiempo, se puede observar un pico de mayor promedio de huevos a los 168 días después de la floración principal (Figura 5).



**Figura 5. Promedio de huevos de *H. hampei* por fruto en las diferentes fechas de muestreo durante el período productivo 2016-2017.**

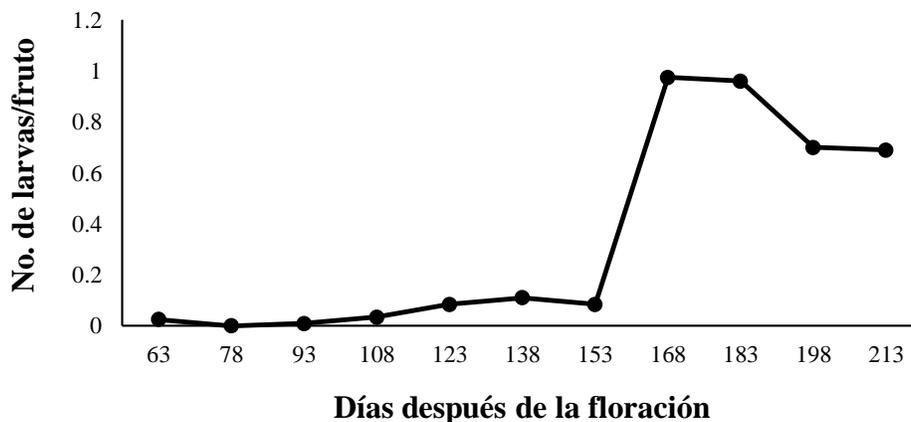
#### 4.4. Número de larvas de *H. hampei* por fruto

La población de larvas, a pesar de aparecer desde los primeros muestreos, fue baja en todos los tratamientos en estudio. El tratamiento que presentó el mayor número promedio de larvas en frutos brocados fue donde se combinó pepena y *B. bassiana* aplicado con bomba de motor a la planta, con un promedio de 0.52 larvas en 200 frutos brocados diseccionados y el menor valor se observó en el tratamiento donde se combinó pepena, trampa y *B. bassiana* aplicado con bomba de mochila al suelo y a la planta, con un promedio de 0.17 larvas en 200 frutos brocados diseccionados (Figura 6).



**Figura 6. Promedio de larvas de *H. hampei* por fruto en cada tratamiento evaluado durante el período 2016-2017. (1=Bomba de aspersión manual, 2= Bomba de motor).**

En la figura 7 se observa, que el número promedio de larvas va aumentando a medida que pasan los muestreos encontrándose el mayor pico a los 168 días después de la floración principal.



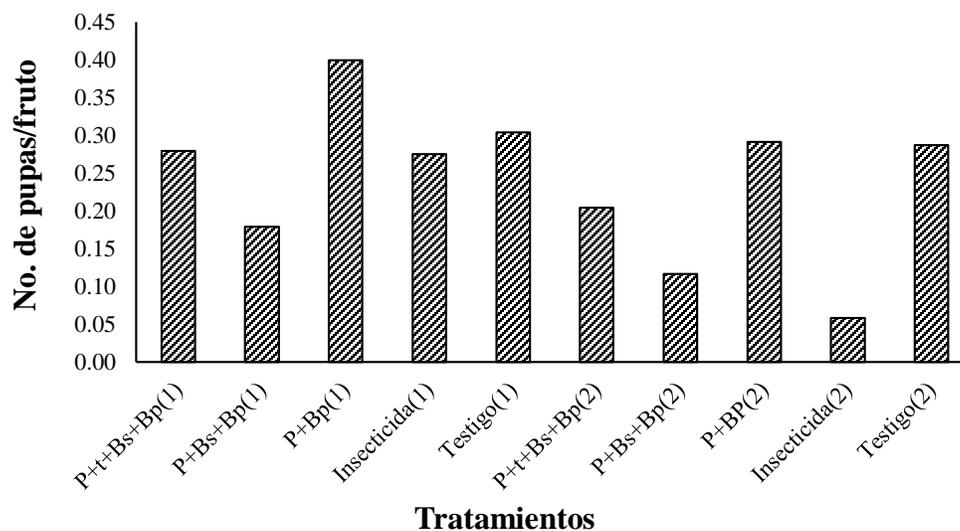
**Figura 7. Promedio de larvas de *H. hampei* por fruto en las diferentes fechas de muestreo durante el período productivo 2016-2017.**

#### 4.5. Número de pupas de *H. hampei* por fruto

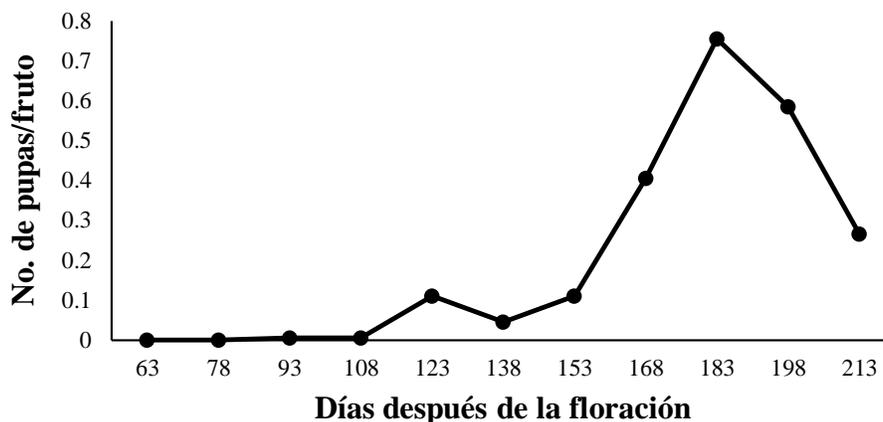
La presencia de pupas en los tratamientos evaluados, se registró pero con valores muy bajos. Este estado presentó el mayor valor como promedio en el tratamiento donde se combinó pepena y *B. bassiana* aplicado con bomba de mochila a la planta con 0.40, seguido por el tratamiento testigo con 0.30 y el menor valor lo registró el tratamiento insecticida aplicado con bomba de motor con 0.06 pupas como promedio en 200 frutos brocados diseccionados.

En los tratamientos se observó mucha variación del promedio de pupas por fruto brocado. Al igual que en el caso de larvas, se observó que el tratamiento pepena y *B. bassiana* aplicada con bomba de mochila a la planta y el tratamiento pepena y *B. bassiana* aplicado con bomba de motor a la planta, así como el tratamiento testigo fueron los que presentaron los mayores valores (Figura 8).

En la figura 9, se puede observar que en el transcurso de los muestreos el mayor promedio se encontró a los 183 días después de la floración principal, observándose el mayor pico de pupas durante los muestreos.



**Figura 8. Promedio de pupas de *H. hampei* por fruto en cada tratamiento evaluado durante el período 2016-2017. (1=Bomba de aspersion manual, 2= Bomba de motor).**

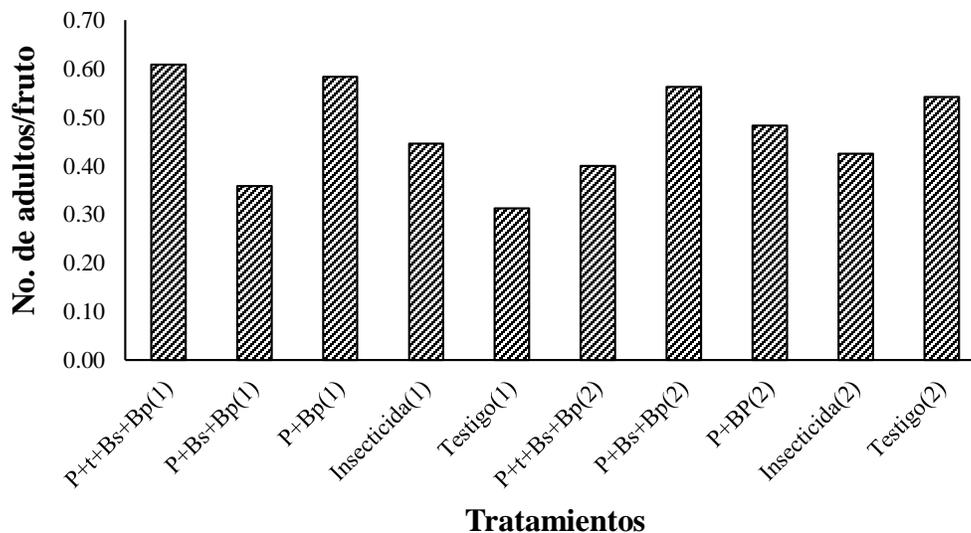


**Figura 9. Promedio de pupas de *H. hampei* por fruto en las diferentes fechas de muestreo durante el período productivo 2016-2017.**

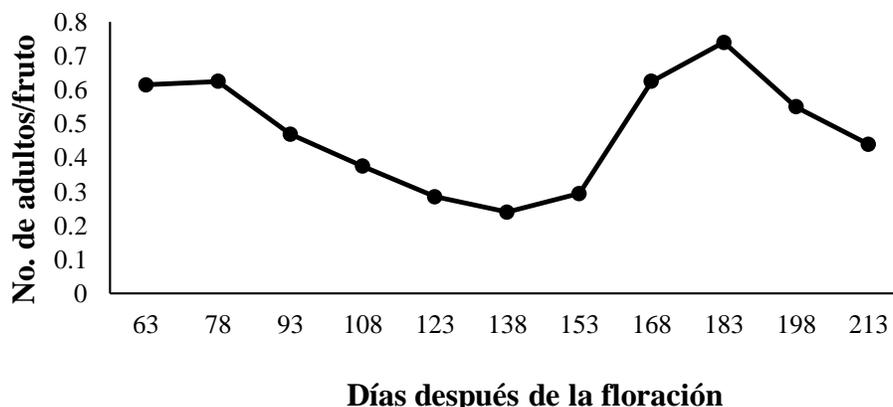
#### 4.6. Número de adulto de *H. hampei* por fruto

Desde el primer muestreo realizado se observó la presencia de adultos en los tratamientos evaluados. El mayor valor como promedio de adulto por fruto brocado se observó en el tratamiento donde se combinó pepena, trampa y *B. bassiana* aplicado con bomba de mochila al suelo y a la planta con 0.61 adulto en 200 frutos brocados diseccionados (Figura 10).

Se puede observar en la figura 11, que en todos los muestreos se encontró presencia de adultos, pero el mayor número en promedio de adultos se encontró a los 183 días después de la floración principal.



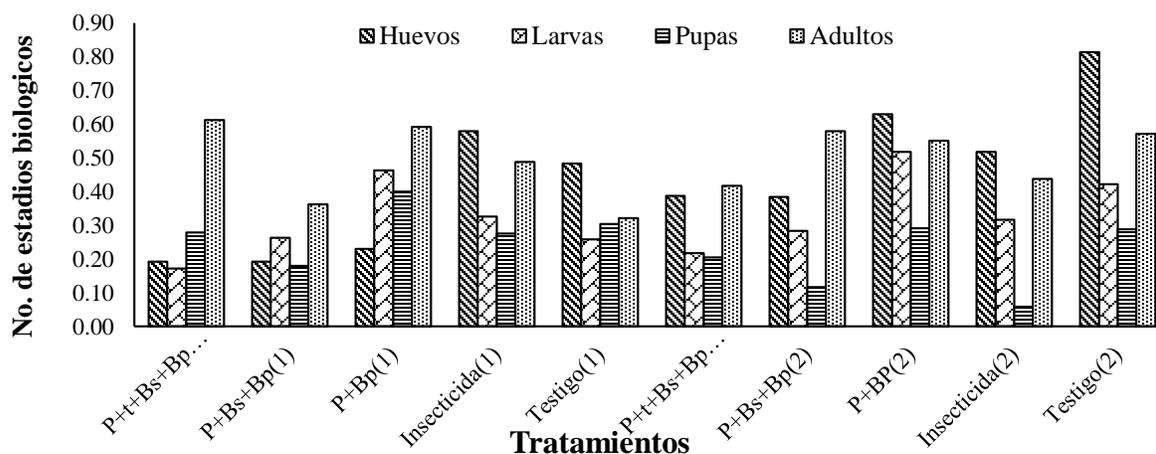
**Figura 10. Promedio de adultos de *H. hampei* por fruto en cada tratamiento evaluado durante el período 2016-2017. (1=Bomba de aspersión manual, 2= Bomba de motor).**



**Figura 11. Promedio de adultos de *H. hampei* por fruto en las diferentes fechas de muestreo durante el período productivo 2016-2017.**

Baker (1985); expresa que es muy difícil entender los procesos involucrados en las fluctuaciones poblacionales de la broca, debido a la heterogeneidad en la población y en el desarrollo de su ciclo de vida; así mismo Klein *et al.*, (1987); plantea que la densidad poblacional de una plaga en el tiempo es un balance entre los factores que la incrementan (reproducción e inmigración) y aquellos que la disminuyen (muerte y migración).

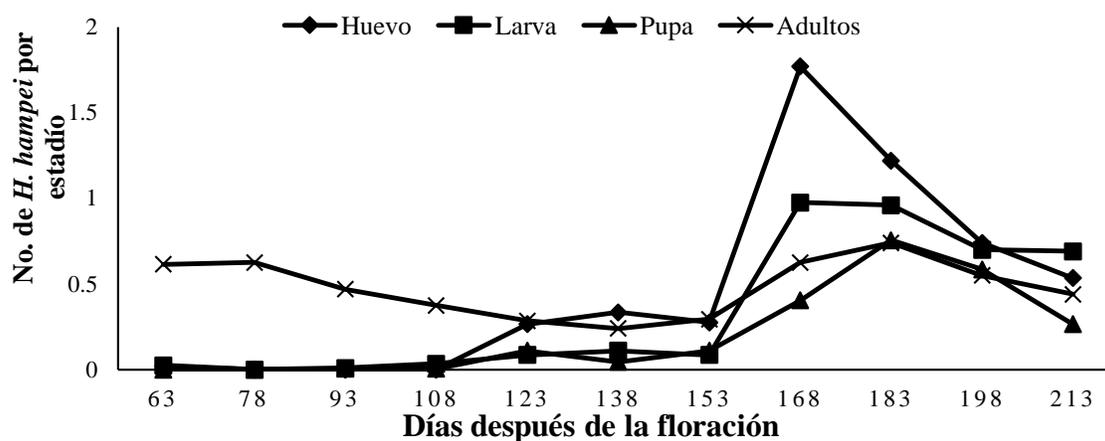
Los resultados encontrados en los tratamientos evaluados presentan una variación diferente en cuanto a la fluctuación de huevos, larvas, pupas y adultos (Figura 12), lo que indica que la broca al iniciar el ataque al perforar los frutos a nivel de la corona y luego penetrar a una de las almendras, en formación aptos para ovopositar empieza su multiplicación (Bergamín, 1946), esto inicia aproximadamente cuando el endospermo acumula 20% de peso seco y continua hasta cuando los frutos están maduros, sobre maduros y aun secos, causando el mayor daño cuando se encuentra en estado larval (Baker *et al.*, 1992; Le Pelley, 1973, esto también puede atribuirse a las floraciones locas ocurridas en la zona.



**Figura 12. Promedio total de huevos, larvas, pupas y adultos de *H. hampei* por fruto en cada tratamiento evaluado durante el período 2016-2017. (1=Bomba de aspersión manual, 2= Bomba de motor).**

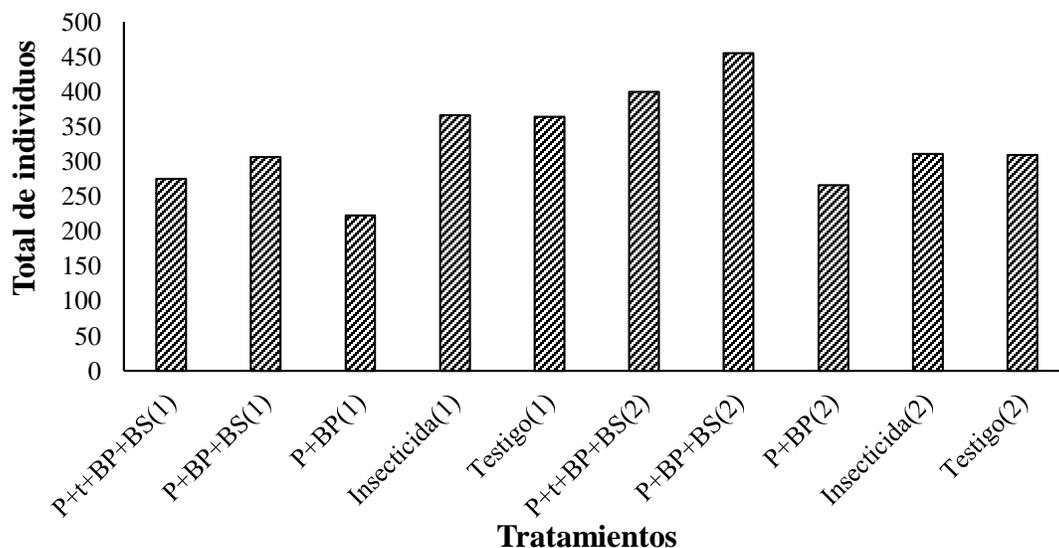
En la figura 13, se observa un aumento de los estadios biológicos registrándose a los 168 días después de la floración principal, es probable que se dé por el aumento de frutos aptos para ovipositar provenientes de las floraciones locas. A medida que avanza el desarrollo del fruto también aumenta el número de estados biológicos de la broca lo cual se puede observar en las curvas del promedio total de estados biológicos de la broca (Gaviria *et al.*, 1995).

Según estos resultados aún que el promedio de estados biológicos de la broca por fruto son bajos, se debe considerar realizar un buen manejo de la plaga para evitar perdida en la cosecha.



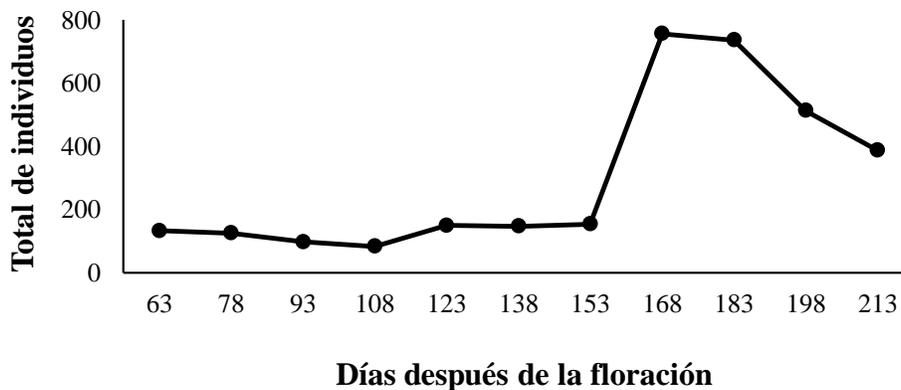
**Figura 13. Promedio total de huevos, larvas, pupas y adultos de *H. hampei* por fruto en las diferentes fechas de muestreo durante el período productivo 2016-2017.**

En la figura 14, se presenta la población total de individuos de *H. hampei*, presentando una mayor población en el tratamiento donde se combinó pepena y *B. bassiana* aplicado con bomba de motor al suelo y a la planta con 455 individuos en 200 frutos brocados diseccionados y la menor población total se encontró en el tratamiento donde se combinó pepena y *B. bassiana* aplicado con bomba de mochila a la planta con 223 individuos en 200 frutos brocados diseccionados.



**Figura 14. Total de *H. hampei* en 200 frutos brocados diseccionados en cada tratamiento evaluado durante el período 2016-2017. (1=Bomba de aspersión manual, 2= Bomba de motor).**

De forma general se observó que la broca siguió reproduciéndose, esta se reproduce desde el primer muestreo con tendencia de aumento, encontrándose la mayor cantidad de individuos a los 168 días después de la floración principal, en el mes de octubre con un total de 755 individuos en 200 frutos brocados diseccionados y la menor cantidad de individuos a los 108 días después de la floración principal en el mes de agosto con un total de 83 individuos en 200 frutos brocados diseccionados (Figura 15).



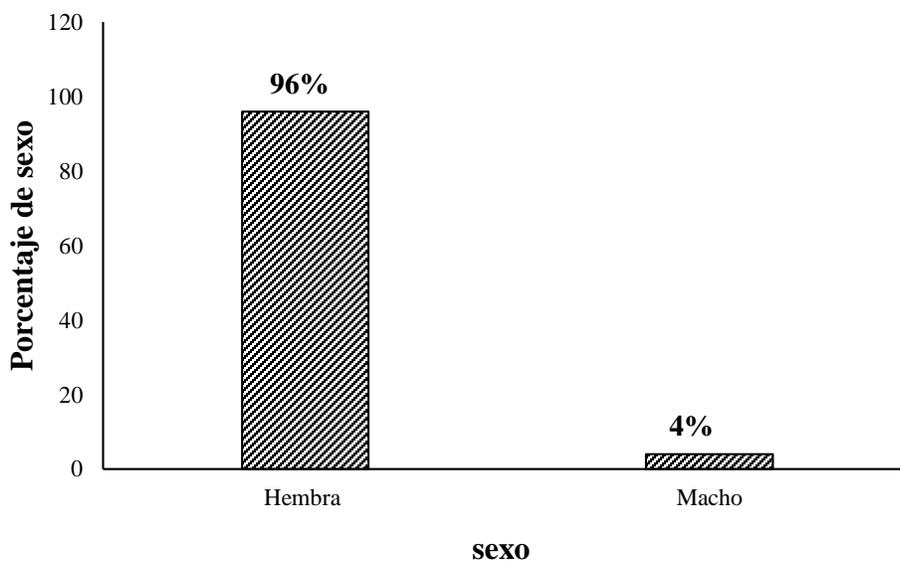
**Figura 15. Total de *H. hampei* en 200 frutos brocados diseccionados en las diferentes fechas de muestreo durante el período productivo 2016-2017.**

#### 4.7. Proporción de sexo

En el experimento realizado se encontró que la proporción de sexo fue 24:1 (hembras machos), equivalente a 96% hembras y 4% machos de *H. hampei* en el fruto (Figura 16), indicando una alta predominancia de hembras. Este resultado explica de alguna manera el porqué de la alta cantidad de frutos brocados que se encontraron en el muestreo de campo.

La reproducción de *H. hampei*, presenta una alta endogamia, en la que la broca colonizadora da lugar a una progenie de muchas hembras y pocos machos (Brun *et al.*, 1995); reportándose una proporción aproximada de 10:1 hembras-macho (Bergamín, 1943; Baker *et al.*, 1992a, 1993); según estudios realizados en varios países. Estas cifras son similares a las reportadas por Baker *et al.*, (1992); quienes encontraron una proporción sexual de 10:1, y por Baker y Barrera (1993); quienes mencionan una proporción de 11:1. Estudios realizados en México reportan una relación de sexos de 5.2 hembras por macho (Pérez, 1995).

Según Anacafe (2005); los resultados de los estudios sobre la proporción de sexos de *H. hampei*, presentan variación entre países, pero con bastante aproximación entre Brasil, que reporta 9.75 hembras por un macho, México y Guatemala con proporciones entre 8 y 10 hembras por macho; Bergamín indica una relación de 9.75 hembras por cada macho, De Oliveria encontró una relación de 5.7:1, mientras que Cobertí, señala una relación de 30 hembras por cada macho en Malasia.



**Figura 16. Proporción poblacional por sexo de adultos de *H. hampei* durante el período 2016-2017.**

#### 4.8. Porcentaje de incidencia de daño de *H. hampei* en café estado pergamino

Al evaluar el número de granos en pergamino seco brocado, se obtuvo que el porcentaje varió de un tratamiento a otro, oscilando entre 1.21 % y 14.8%. El menor porcentaje de pergamino brocado fue de 1.21% y se registró en el tratamiento donde se combinó pepena y *B. bassiana* aplicado con bomba de motor a la planta y el mayor porcentaje de pergamino brocado fue de 14.81% y se registró en el tratamiento testigo (Figura 17). En el resto de los tratamientos el porcentaje de pergamino seco brocado, osciló entre 2.2% en el tratamiento pepena y *B. bassiana* aplicado con bomba de mochila a la planta y 3.73% en pergamino seco brocado, en el tratamiento insecticida aplicado con bomba de motor.

Es preciso recordar que la materia prima inicial en este proceso, es el fruto del cafeto, que a través del beneficiado húmedo se transforma en café pergamino seco, para luego transformarse en café oro en el beneficio seco, seguidamente ser tostado y molido, para obtener finalmente la bebida a degustar. Esto supone que antes de que el producto llegue al comprador, en forma de café oro, tostado y molido o como bebida, debe ser evaluado, calificado y controlado de modo que no contenga defectos tanto físicos como organoléptico (sabor).

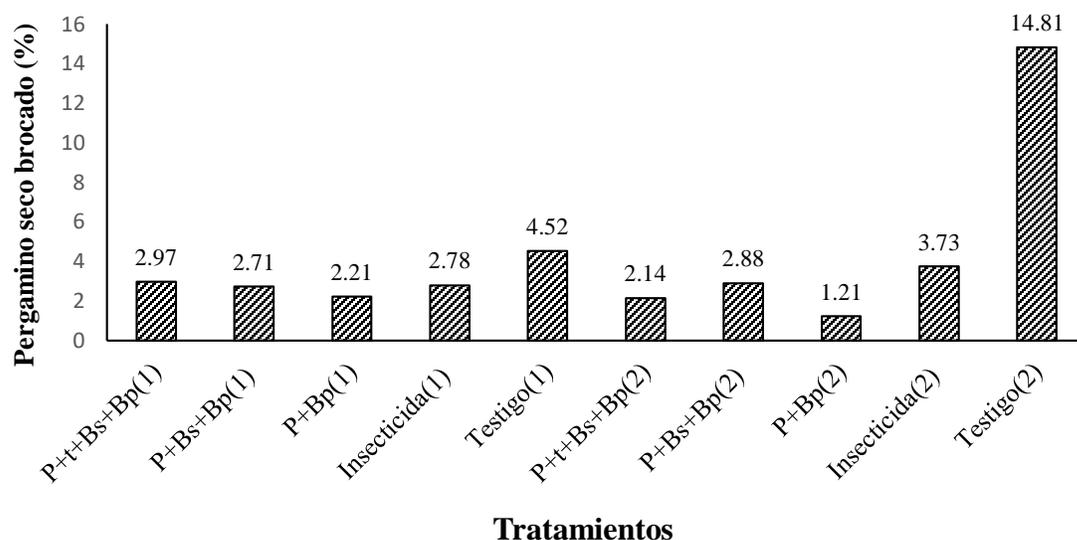
El daño que ocasiona la broca al fruto de café, consiste en perforaciones a los frutos y caída de estos, cuando atacan frutos jóvenes. Se ha reportado que cuando la broca ataca frutos de café de dos meses de edad, más del 50% de los frutos afectados se caen de las ramas y muchos de ellos toman un color característico de madurez; pero si el ataque ocurre después de los tres meses de edad, la caída de frutos es menor al 23,5%. La pérdida de peso del café pergamino seco por causa de la broca puede ser en promedio de 18,1%, y los frutos que son atacados tempranamente se maduran prematuramente, lo cual repercute en un manchado del pergamino de los granos sanos (Álzate, 1993).

El precio se ve grandemente reducido cuando los granos exhiben daño de *H. hampei*, ya que las políticas internacionales de mercadeo no permiten que el café para exportación tenga más del 1.5% de daño causado por insectos (Benavides *et al.*, 2012). Montoya (1999), ha estimado las pérdidas en peso del 50% cuando los granos de café son atacados por *H. hampei*. Sin embargo, Borbón (1990); afirma que la disminución en el peso del total de la producción de café es del 18%.

Le Pelley (1968); afirma que *H. hampei* causa pérdidas en el rendimiento del 40-80% con infestaciones de campo del 90%. Sea cual sea los resultados de cada una de las investigaciones, se concluye que el precio del café de los países productores es severamente reducido si los niveles de infestación de broca son mayores del 1.5% (Benavides *et al.*, 2012; Duque y Baker, 2003).

Según Bustillo *et al.*, (1998); un fruto seco puede albergar desde unos pocos adultos de broca hasta un gran número entre 25 y 150 insectos adultos, estos insectos permanecen dentro del fruto hasta que las condiciones ambientales le sean favorables para su reproducción. Así mismo Fajardo y Sáenz (1999); mencionan que el nivel de pérdida económica al momento de la venta del grano por el caficultor, es hasta de 5% por daños causado por la broca causando defectos en el pergamino.

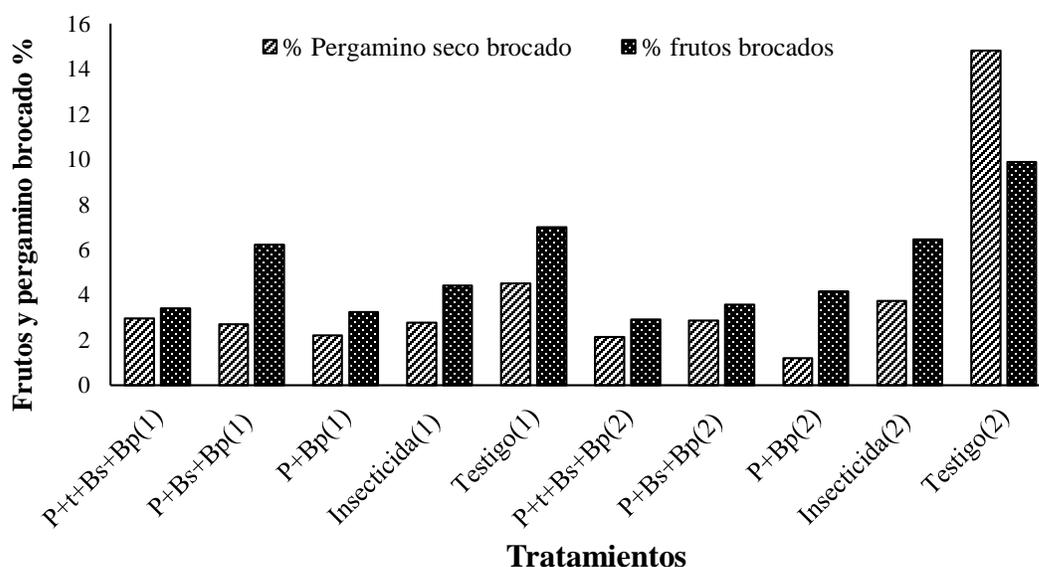
En Colombia, la pérdida económica al momento de la venta del grano por el caficultor, está establecida por normas de la Federación Nacional de Cafeteros, que estipula un nivel máximo de defectos en el café pergamino del 5,0%, incluyendo daño por broca. Esto indica que al establecerse un tope del 2% de daño por broca en café pergamino, significa que en los cafetales a la cosecha no deben tener más del 5% de infestación. El 5% de infestación de café cereza produce 2,5% de infestación en café pergamino, ya que en la mayoría de los casos sólo uno de los dos endospermos está atacado por la broca. Además se estima que en el proceso húmedo de beneficio del café un 20% del café brocado se puede separar, resultando una reducción adicional del 0,5% en la infestación del pergamino para teóricamente llegar a un 2% de infestación en el pergamino seco (Fajardo y Sanz, 1999).



**Figura 17. Porcentaje de granos de café pergamino seco brocado en los tratamientos durante el período 2016-2017. (1=Bomba de aspersión manual, 2= Bomba de motor).**

Con frecuencia se indica por parte de los cafeteros que los niveles de infestación en campo no correlacionan con las mediciones al momento de la venta de café. Sin embargo, esto se puede explicar por diferentes circunstancias: 1) las evaluaciones no se realizan apropiadamente en una forma representativa y con la frecuencia establecida; 2) los datos de los niveles de infestación se confunden y no se llevan por lotes; 3) al momento del beneficio se mezcla el café de diferentes lotes; 4) no se realizan oportunamente los pases de cosecha, por lo tanto caen muchos frutos brocados que posteriormente dan lugar a la emergencia de brocas y al incremento de los niveles de infestación en las poblaciones de frutos que vienen madurando durante la cosecha (Bustillo *et al.*, 1998).

Al comparar el porcentaje de pergamino seco brocado con el porcentaje de frutos brocados en el campo, no se observó una relación clara entre las variables ya que los niveles de infestación en el campo no correlacionan con las medidas de infestación de pergamino seco; esto obedece a que muchos frutos de café atacados caen al suelo que posteriormente dan lugar a la emergencia de adultos y al incremento de los niveles de infestación en los frutos que vienen madurando durante la cosecha (Figura 18).



**Figura 18. Relación entre porcentaje pergamino seco brocado y porcentaje de frutos brocados en el campo en los tratamientos durante el período 2016-2017. (1=Bomba de aspersión manual, 2= Bomba de motor).**

El daño causado por la broca del café, hace que se deban tomar medidas de control eficientes, en el momento oportuno y cuando el insecto amenace con causar pérdidas económicas. Por lo tanto un requisito importante en un programa de manejo integrado, es el de poder medir una población en el campo en un momento dado y correlacionar esta población con el daño que se obtiene cuando el productor vende su cosecha.

## V. CONCLUSIONES

La menor incidencia de broca en el campo se registró en el programa de manejo que incluyó pepena, trampa y *B. bassiana* aplicado al suelo y a la planta con bomba de motor.

El mayor número de insectos de broca por fruto incluyendo todos los estadíos fue de 142 y se encontró en las muestras provenientes de la parcela tratada con insecticida aplicado con bomba de mochila.

Se encontró una alta prevalencia de hembras de broca en una proporción de 24/1, equivalente a 1 macho por cada 24 hembras.

La mayor incidencia de broca del café fue de 8.97% y se registró en el mes de octubre.

La población de *H. hampei* dentro de los frutos de café fue baja, en comparación con la incidencia de broca registrada en el campo.

El menor porcentaje de daño en café pergamino se encontró en café proveniente de parcelas donde se realizó pepena y *B. bassiana* aplicada a la planta con bomba de motor.

El fruto brocado en el campo no es una evidencia de daño mientras no se verifica el daño dentro de los frutos.

No existe relación en tomar frutos brocados en el campo ya que muchos frutos brocados no presentan el daño en el pergamino.

## VI. RECOMENDACIONES

Realizar investigaciones con diferentes niveles de infestación de broca, donde se combine pepena y aplicación de *B. bassiana* a la planta con bomba de motor ya que donde se implementó este tipo de programa se encontró menor daño de *H. hampei* y por ende menor porcentaje de frutos brocados.

Tomar en cuenta la disponibilidad del hongo y las condiciones ambientales ya que da más elementos para determinar la efectividad de la incidencia de *B. bassiana*.

## VII. LITERATURA CITADA

- Acuña, G. P. y Betanco, V. W. 2007. Evaluación de la incidencia natural de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill, sobre *Hypothenemus hampei* (Ferrari) y *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville) en el cultivo de café en dos zonas cafetaleras de Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Pág. 50.
- Alonzo, F. 1983. Biología de la Broca del fruto del café. In: La Broca y su control. IICA/PROMECAFE. Pág. 42-47.
- Alvarado, S. y Rojas, C. 1998. El cultivo y beneficio del café. 1era Reimpresión. Editorial Universidad Nacional a Distancia. Costa Rica. Pág. 3.
- Alves, S. A; Pereira, R.M; Lopez, R; Tamaima, B. 2003. Use of entomopathogenic fungi in Latin America. In: Advances in microbial control of insect pests, Upadhyay, R. K. ed., Klumer, New York. Pág. 193-211.
- Alzate, V. A. 1993. Rendimiento y porcentaje de infestación del café cereza atacado por broca. Cenicafé, Informe de labores no publicado, Chinchiná. Pág. 14.
- Asociación Nacional del café. ANACAFE. 2015. Boletín técnico Centro de investigaciones en café: Manejo integrado de la broca (MIB). Guatemala. Pág. 42
- Anónimo, 2000. Naturland. Organic Farming in the Tropics and Subtropics. Exemplary Description of 20 Crops. Coffee. Naturland Association, 1st Edition, Gräfelfing, Germany. Pág. 20.
- Arias Z., E. M. 2007. Aislamiento y patogenicidad del hongo nativo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Controlador biológico de la broca del cafeto *Hypothenemus hampei* Ferrari. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Protección Vegetal. San Salvador, El Salvador, C. A. Pág. 52.
- Baker, P.; Barrera, G. 1985. La distribución, ecología y comportamiento de la broca del café en el Soconusco. En: La información necesaria para ensambalar un programa de control integrado. Memorias del 3er Congreso de Manejo Integrado. Guatemala C. A. Pág. 291-296.
- Baker, P.S. 1984. Some aspects of the behavior of the coffee berry borer in relation to its control in southern Mexico (Coleoptera: Scolytidae). Folia Entomol. Mex. 61: 9-24.
- Baker, P. S.; Barrera, J.E; Rivas, A. 1992. Life-history studies of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*, Scolytidae) on coffee trees in southern Mexico. Journal of Applied Ecology (Inglaterra) v. 29, Pág. 656-662.
- Baker, P.S., J.F. Barrera & A. Rivas. 1992a. Life history studies of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*, Scolytidae) on coffee trees in southern Mexico. J. App. Ecol. 29: 656-662.

- Baker, P.S., C. Ley, R. Balbuena & J.F. Barrera. 1992b. Factors affecting the emergence of *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) from coffee berries. Bull. Ent. Res. 82: 145-150.
- Baker, P. 1998. Biological Control of the Coffee Berry Borer (*Hypothenemus hampei*). CABI Bioscience, UK. <http://www.new-agri.co.uk/98-6/focuson/focuson2.html>. Revisado el 18 de agosto de 2012.
- Baker, P. S. 1999. La broca del café en Colombia. Informe final del proyecto MIP para el café. Cenicafe-CABI Bioscience, Chinchina, Colombia.
- Barrera, J.E 1993. A field study of population of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera:Scolytidae), in Chiap Mexico. Tropical Agricultural (Trinidad) v. no. 4, Pág. 651-655.
- Barrios, M. y Centeno, F. 1989. Eficacia de *Beauveria bassiana* en el control de la broca de café *Hypothenemus hampei* (Ferr. 1867), en la VI Región de Nicaragua. XIV Simposio sobre caficultura Latinoamericana 1991. IICA. Panamá.
- Barrios, M. 1992. Producción y virulencia de algunas cepas del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill, contra la broca del cafeto *Hypothenemus hampei* (Ferrari). CATIE. Turrialba, Costa Rica. Pág. 47.
- Benavides, M. P.; Arévalo, M. H. 2002. Manejo Integrado: una estrategia para el control de la broca del café en Colombia. Cenicafé. 53(1): 39-48.
- Benavides, P.; Góngora, C.; Bustillo, A. 2012. IPM Program to Control Coffee Berry Borer *Hypothenemus hampei*, with Emphasis on Highly Pathogenic Mixed Strains of *Beauveria bassiana*, to Overcome Insecticide Resistance in Colombia, Insecticides - Advances in Integrated Pest Management, Dr. Farzana Perveen (Ed.), ISBN: 978-953-307-780-2, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/insecticides-advances-in-integrated-pest-management/ipm-program-tocontrol-coffee-berry-borer-hypothenemus-hampeii-with-emphasis-on-highly-pathogenic-mix>
- Bergamín, J. 1943. Contribuição para o conhecimento da biologia da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Col. Ipidae). Arquivos do Instituto Biológico, Brasil, v. 14, Pág. 31-72.
- Bergamín, J. 1946. A Broca do Café no Brasil. Boletím da Superintendencia dos Servicos do Café, Brasil, v.33. Pág. 21-22.
- Bertrand, B.; Rapidel, B. 1999. Desafíos de la caficultura en Centroamérica. 1era Edición. Editorial Agromer IICA. San José, Costa Rica. Pág. 304.
- Boyce, J.; Fernández, A.; Fürst, E. y Segura, O. 1994. Café y desarrollo sostenible: del cultivo agronómico a la producción orgánica en Costa Rica. EFUNA, Heredia, Costa Rica. Pág. 248.

- Borbon, O. 1990. Pérdidas de café provocadas por la broca del fruto del cafeto en Togo *Hypothenemus hampei* (Ferr). In: Promecafe (ed) IV Taller Regional sobre la Broca del Fruto del Cafeto. Promecafe, San Salvador (El Salvador)
- Brun, L. O.; Stuart, J.; Gaudichon, V.; Aronstein, K.; Ffrench-Constant, R. H. 1995. Functional haplodiploidy: a mechanism for the spread of insecticide resistance in an important international insect pest. Proceedings National Academy of Sciences, U. S. A. 92: 9861-9865.
- Bustamante, M. 1994. Producción masiva del hongo entomopatígeno *Beauveria Bassiana*. Proyecto CATIE. Managua, Nicaragua.
- Bustillo, A. E. 1995. Estado actual de las recomendaciones sobre el manejo integrado de la Broca *Hypothenemus hampei* en la caficultura colombiana, Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé), Chinchiná (Colombia). Avances técnicos Cenicafé. Pág. 1.
- Bustillo, A.; Posada, F. 1995. El uso de entomopatógenos para el control de la broca del café en Colombia. Boletín informativo. Costa Rica. Pág. 26.
- Bustillo, A. E; Cárdenas R.; Villalba, D.; Benavides, P.; Orozco, J.; Posada F.J. 1998. Manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Chinchiná, Cenicafé. Pág. 134.
- Bustillo, P., A. E. 2002. El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca de café Colombia. Boletín Técnico Cenicafe (Colombia) No. 24: 1-40.
- Bustillo, A. E. y Jiménez, M. 2003. Captura de adultos de la broca del café en trampas con atrayentes. Cenicafé. Brocarta No. 36. Diciembre de 2003. Pág. 2.
- Bustillo Pardey, A. E. 2005. El papel del control biológico en el manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). Rev. Acad. Colomb. Cienc. 29 (110): 55-68, ISSN: 0370-3908.
- Bustillo, A. E., 2005. El papel del control biológico en el manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). Rev. Acad. Colomb. Cienc. 29, 55-68.
- Bustillo Pardey, A.E. 2006. Una revisión sobre la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), en Colombia. Revista colombiana Entomología. 32(2): 101-116
- Cárdenas, R. 1991. El minador de la hoja del café *Leucoptera coffeella* (GM). (Lepidóptero: Lyonitidae). Federación Nacional de cafetaleros de Colombia. Centro Nacional de Investigación del Café. Chinchilla-Candas. Colombia. Pág. 5-23.

- Cárdenas M., R. 2.000. Trampas y atrayentes para monitoreo de poblaciones de broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Col., Scolytidae). In: SIMPOSIO Latinoamericano de Caficultura, 19. Costa Rica. Pág. 369 – 379.
- Centro Nacional de Investigaciones de Café - CENICAFE. 1994b. Recomendaciones para manejar el grano cosechado en el Re - Re de los lotes más infestados con broca. Brocarta No. 25, octubre 22 de 1994. 1 p.
- Comisión Nacional de Registro y Control de Sustancias Tóxicas (CNRST). 2014. Prohibición y restricción a la importación de sustancias tóxicas conforme resolución 01-2014 de la Comisión Nacional de Registro y Control de Sustancias Tóxicas. Managua, Nicaragua. Consultado el 28 Julio 2017. Disponible en <http://www.dga.gob.ni/circulares/2014/CT-027-2014>
- Coste, R. 1975. El café. 1era Reimpresión. Editorial Blume. Barcelona, España. Pág. 37.
- Damon, A. 2000. A review of the biology and control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). Bulletin on Entomological Research 90: 453-465.
- DeBach, P. 1964. Biological control of insect pests and weeds. Reinhold, N.Y. Pág. 844.
- DeBach, P. 1977. Lucha biológica contra los enemigos de las plantas. Edición traducida. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. Pág. 60.
- Decazy, B. 1989. Control de la broca del cafeto. In: Informe. Pág. 53.
- Decazy, B. 1990. El manejo integrado de la broca del fruto de cafeto (*Hypothenemus hampei* Ferr. 1867). Manual Técnico. IICA. PROMECAFE. Pág. 20.
- Decazy, B. 1990b. Niveles y umbrales de daños económicos de las poblaciones de la broca del fruto del cafeto, *Hypothenemus hampei* (Ferr.). p. 146-149. En: 50 años de Cenicafé, 1938-1988, conferencias conmemorativas. Chinchiná, Colombia. Pág. 255.
- Decazy, B. 1990c. Métodos de muestreo para la determinación de poblaciones críticas de la broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* (Ferr.). p. 140-145. En: 50 años de Cenicafé 1938-1988, conferencias conmemorativas. Chinchiná, Colombia. Pág. 255.
- Díaz-Vicente, V. M., M. E. Cabrera-Alvarado, J. N. Pérez-Quintanilla, E. P. Pinson-Rincón, R. Magallanes-Cedeño y M. E. de Coss-Flores. 2011. Pérdida de peso de café *Coffea arabica* L. causada por el daño de la broca *Hypothenemus hampei* Ferr. Entomología Mexicana 10: 453-457.
- Duque O., H.; Baker, P.S. 2003. Devouring profit; the socio-economics of coffee berry borer IPM. Chinchiná, *The Commodities Press* - Cabi-Cenicafé, 2003. 105 p.

- El Nuevo Diario. 2015. Café en segundo lugar de exportaciones nicaragüenses. Consultado el 28 Julio 2017. Disponible en <http://www.elnuevodiario.com.ni/economia/380862-cafe-segundo-lugar-exportaciones-nicaraguenses/>
- Fajardo, I. E.; Sanz, J. R. 1999. Dinámica en los procesos de beneficio tradicional y ecológico, de los granos afectados por la broca del café. *Revista Cenicafé* 50 (2): 136-144.
- Feliz Matos, D. 2003. Incidencia de la broca (*Hypothenemus hampei* Ferr 1867) y sus controladores naturales en plantas de café bajo diferentes tipos de sombra en San Marcos, Nicaragua. Tesis de Maestría. Turrialba, Costa Rica. Pág. 62.
- Flórez, E.; Bustillo, A. E.; Montoya, E. C. 1997. Evaluación de equipos de aspersión para el control de *Hypothenemus hampei* con el hongo *Beauveria bassiana*. *Cenicafé* 48 (2): 92-98.
- Gaviria, A; Cárdenas, R; Montoya, E; Madrigal, A. 1995. Incremento Poblacional de la Broca del Café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) relacionado con el desarrollo del fruto del cafeto. *Revista Colombiana de Entomología*. 21(3):145-151.
- Gómez Gómez, Ruddy.; Guerrero Montenegro, Walter.; 2007. Efecto de diferentes niveles de insumos y tipos de sombra sobre el comportamiento de las principales plagas del cultivo de café, ciclo 2006-2007. Universidad Nacional Agraria. Pág. 73.
- Guharay, F.; Sequeira, A. 1992. Fluctuación poblacional de la broca de café *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (Coleoptera: Scolythidae), en tres localidades de la VI Región de Nicaragua. *Revista de la escuela de sanidad vegetal*. Pág. 85.
- Guzmán, R.; Castillo, M.; López, L. 1996. Fluctuación poblacional de la broca del grano del café (*Hypothenemus hampei*; Ferr.), en dos zonas cafetaleras de la República Dominicana. Memorias. XVIII Simposio latinoamericano de caficultura. Memoria. 1era Edición. Editorama S.A. San José, Costa Rica. Pág. 303.
- Gillespie, A. T.; Claydon, N. 1989. The use of entomogenous fungi for pest control and the role of toxins in pathogenesis. **Pesticide Sci**, v. 27, Pág. 203-215, <http://dx.doi.org/10.1002/ps.2780270210>
- IICA. 2004. Estudios de la cadena de comercialización de café. Edición EDITARTE.
- International Coffee Organization (ICO). 2016. Café de Nicaragua. Consultado el 28 Julio 2017. Disponible en <http://www.ico.org/documents/cy2015-16/Presentations/national-coffee-policies-nicaragua-march-2016.pdf>
- Klein, C.; Molinarí, P.; Tandazo, A. 1987. Distribución y niveles de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferr. 1867). *Sanidad Vegetal*. 2: 4-12.
- Lacayo, L.; Barrios, M.; Jiménez, C.; Sandino, V. 1994. El uso de hongos entomopatógenos para el manejo de la broca (*Hypothenemus hampei*), en Nicaragua.

- Ministerio de Agricultura y Ganadería (Nicaragua). MAG, P.V. Proyecto CATIE/INTA/MIP. (NORAD-ASDI).
- Lacayo, L.; Estrada. 1994. Evaluación de la efectividad de *Beauveria bassiana* (Bals), contra la broca de café *Hypothenemus hampei* (Ferr.), en Matagalpa Región VI de Nicaragua. Resúmenes. II Congreso Nacional de Café. Managua, Nicaragua. Pág. 23.
- Le Pelley, R. 1973. Las plagas del café. Editorial Labor, S. A. La Habana, Cuba. Pág. 693.
- Le Pelley, R. H. 1968. Las plagas del café. Ed. Labor. Barcelona, España. Pág. 693.
- Le Pelley, R.H. 1968. Pest of Coffee. Longmans, Green and Co Ltda., London, 595 pp.
- Mathieu, F; Brun, B; Frerot, D; Suckling y C.Frampton. 1999. Progression in field infestation is linked with tramping of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Col: Scolytidae). J. Appl. Ent. 123: 535-540.
- Matthews, G.A. 1979. Pesticide application methods. London. Longman. Pág. 335.
- Midinra. (Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria). 1988. Guía fitosanitaria para el cultivo de café con énfasis en la broca del fruto. Managua, Nicaragua. Pág. 36.
- Molinari, P. 1988. Situación de la broca *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae), en Santo Domingo de los Colorados. Rev. Sanidad Vegetal. Ecuador. (3): 31-40.
- Monterroso, J. 1984. Incidencia de *Beauveria Bassiana* sobre la broca del café y su reproducción en coco en Guatemala. ANACAFE. Revista Cafetalera. N° 210: 10.
- Montoya, E.C. (1999). Caracterización de la infestación del café por la broca y efecto del daño en la calidad de la bebida. Cenicafé (Colombia) 50:245-258
- Monzón, C. A. 2004. Guía para el control biológico de la broca del café (*Hypothenemus hampei*). Guía, técnica N° 6. Ed. Alemán, F. Universidad Nacional Agraria. Pág. 14.
- Monzón, A. SF. Producción y uso de hongos entomopatógenos. Departamento de Protección agrícola y Forestal. UNA. Programa CATIE/MIP-AF. Managua, Nicaragua. 63p.
- Monzón, A. 2001. Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. MIP. Pág. 103.
- Morales, S.; Quintero, N. 1994. Integración de uso del hongo *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill, en el manejo integrado de la broca del café, en los periodos de Postcosecha, Cosecha Secundaria y Cosecha Principal, en San Marcos, Carazo, Nicaragua. Memorias. 1995. I Taller Nacional de Control Microbial. UNAM-León.

- Moreno, D.; Bustillo, A. E.; Benavides, P.; Montoya, E. C. 2001. Escape y mortalidad de *Hypothenemus hampei* en los procesos de recolección y beneficio del café en Colombia. *Revista Cenicafé* 52 (2): 111-116.
- Muños, R. I.; Bernard, Decazy. 1986. Plagas del cafeto y su control. En: memoria del primer curso nacional sobre manejo integrado de plagas del cafeto. IHCAFE, Honduras. Pág. 168-208.
- Naturalista. *Cordyceps bassiana*. 2017. México. Consultado el 01 Agosto 2017. Disponible en <http://www.naturalista.mx/taxa/381848-Cordyceps-bassiana>.
- Neves, M; Hirose, E. 2005. *Beauveria bassiana* strains selection for biological control of the coffee berry *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). *Neotropical Entomology*. Vol 34.
- Penagos, H. 1978. Control de enfermedades y plagas del café. Instituto Práctico. Nicaragua. Pág. 38-40.
- Pérez, E.J; Bustillo, A.E; González, M.T Y Posada, F.J. 1995. Comparación de dos dietas merídicas para la cría de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari). *Revista colombiana de entomología*. Vol. 21 No. 4, Pág. 177-181.
- Pineda Méndez, E.M y Blandón Siles, H.J. 2009. Eficiencia de tres métodos de muestreo para estimar poblaciones de broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari Coleoptera: *Curculionidae*) en el ciclo 2007-2008 en dos zona cafetaleras de Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Pág. 34.
- Quintero, N; Morales, S. 1996. Manejo de la broca del café *Hypothenemus hampei* durante el año agrícola 1994 en San Dionisio, San Marcos, Carazo. Tesis (Lic. Ecología y Recursos Naturales). Universidad Centroamericana. Pág. 93.
- Rebelles, Reis P.; De souza, J.; Silveira Melo, L. 1980. Fluctuacao populacional do broca do café, *Hypothenemus hampei* Ferr. 1867 (Coleoptera: Scolytidae), no Estado do Minas Gerais. En: Proyecto café: Resúmenes do Trablhos realizados pelo sistema Estadual de Pesquisa Agropecuaria Brazil Empresa do Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais.
- Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América latina (RAP-AL). 2009. La toxicidad del endosulfán: hasta la Bayer -su fabricante- está de acuerdo. Disponible en [http://www.rapaluruaguay.org/agrotoxicos/Prensa/endosulfan\\_Bayer.html](http://www.rapaluruaguay.org/agrotoxicos/Prensa/endosulfan_Bayer.html)
- Ruiz, F. 1994. Uso de hongos entomopatógenos para el manejo de plagas insectiles de Nicaragua In: antecedentes. Informe. Managua, Nicaragua.
- Salazar, M. R.; Arcila, J.; Riaño, N.; Bustillo, A. E. 1993. Crecimiento y desarrollo del fruto del café y su relación con la broca. *Cenicafé*. Avances Técnicos, No. 194. Pág. 4.

- Sequeira, J. A. 1992. Fluctuación Poblacional de la Broca del Fruto del Cafeto en Tres Localidades de la VI región, Nicaragua. Tesis (Ing. Agr). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Pág. 33.
- Simonsen, O. 2001. Natural ocurrence of Insect Pathogenic *Hyphomycetes* in the Coffee Leaf Miner *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1842) (Lepidoptera: *Lyonetiidae*) in Nicaragua. The Norwegian Crop Research Institute. The Agricultural University of Norway, Ås 2001.
- Tórrez, L., Castillo, J. 2005. Evaluación de la incidencia natural de *Beauveria bassiana* (Bals). Vuill sobre *Hypothenemus hampei* (Ferrari) y *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) en el cultivo de café en dos zonas cafetaleras de Nicaragua. Managua, Nicaragua. Pág. 42.
- Vázquez, L.L; Alfonso, J; Ramos, Y; Martínez, A; Moreno, D y Matienzo, Y. 2010. Relaciones de *hypothenemus hampei ferrari* (coleoptera: curculionidae: scolytinae) con el suelo del cafetal como base para su manejo agroecológico. Agroecología. 7: 81-90.
- Villalba, G. D. 1995. Calibración de aspersoras manuales de espalda. Federación Nacional de cafeteros de Colombia. Cenicafé, Gerencia de Producción y Desarrollo. Boletín de extensión No.75. Pág. 16.
- Villalba, D. A.; Bustillo, A. E. y Chávez, B. 1995. Evaluación de insecticidas para el control de la broca del café en Colombia. Revista Cenicafé 46 (3): 152-163.
- Villalba, G, D. A. 1982. Técnica de aplicación de plaguicidas en el cultivo de café. In: Taller sobre la Roya se café *Hemilia vastratix* Beck y Br. Manizales, abril 12-17. Chinchina. Cenicafé. Pág. 22.
- Villalba, G, D. A y Ramírez H, C. J. 1982. Evaluación de los equipos de asperción Triunfo 40-100-10 y Calimax Leo Cafetera. : Taller sobre la Roya del café *Hemileia vastratix* Berk. Y Br. Manizales, abril 12-17. Chinchina. Cenicafé. Pág. 4.
- Villalba, G, D. A. 1993. Calibración de aspersoras manuales de espalda. Bogotá. NC-Cenicafé, Boletín de extensiones No. 75. Pág.16.
- Villalba, G, D. A. 2003. Tecnología y equipos de aspersión para el control de la broca del café. In: Curso tecnología y equipos de asperción para el control de la broca de café. Medellín. Chinchina, Marzo 25-27. Memorias. Chinchina. Cenicafé. Pág. 19-25.
- Villacorta, A. 1984. Ocorrência de *Beauveria sp* infectando a Broca do café –*Hypothenemus hampei*- (Ferr 1867) (Coleoptera: Scolythidae), em Lavouras no Estado do Paraná. Anais da Sacidadade Entomologica do Brasil (Brasil).

## VIII. ANEXOS

### Anexo1. Plano de campo

Pepena + <i>B. bassiana</i> a la planta	Testigo	Pepena + trampas + <i>B. bassiana</i> al suelo y a la planta	Pepena + <i>B. bassiana</i> al suelo y a la planta	Insecticida	Bomba manual de espalda
Pepena + trampas + <i>B. bassiana</i> al suelo y a la planta	Testigo	Pepena + <i>B. bassiana</i> al suelo y a la planta	Insecticida	Pepena + <i>B. bassiana</i> a la planta	Bomba de motor de espalda

Factor A (Equipo de aplicación)	Factor B (Programa de manejo)	Tratamiento	
Bomba de mochila	Pepena, trampeo y <i>B. bassiana</i> aplicado a la planta y al suelo	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	P+T+BP+BS1
	Pepena y aplicación de <i>B. bassiana</i> aplicado al suelo y a la planta	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	P+BP+BS1
	Pepena y <i>B. bassiana</i> aplicado a la planta	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	P+BP1
	Insecticida	A <sub>1</sub> B <sub>4</sub>	Insecticida1
	Testigo	A <sub>1</sub> B <sub>5</sub>	Testigo1
Bomba de motor	Pepena, trampeo y aplicación de <i>B. bassiana</i> aplicado al suelo y a la planta	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	P+T+BP+BS2
	Pepena y <i>B. bassiana</i> aplicado al suelo y a la planta	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	P+BP+BS2
	Pepena y <i>B. bassiana</i> aplicado a la planta	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	P+BP2
	Insecticida	A <sub>2</sub> B <sub>4</sub>	Insecticida2
	Testigo absoluto (Sin manejo)	A <sub>2</sub> B <sub>5</sub>	Testigo2

## Anexo 2. Esquema y puntos de muestreo en la parcela experimental

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
3	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
4	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
6	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
7	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
8	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
9	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
10	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
11	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
12	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
13	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
14	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
15	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
16	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
17	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
18	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
19	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
20	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

## Anexo 3. Análisis de varianza de Porcentaje de frutos brocados, Finca la Fortuna (El Escambray, Jalapa, Nueva Segovia, 2016-2017).

Fuente	G de L	S de C	M de C	F	Pr > F
Model	119	7952.80	66.83	1.38	0.0112
Trat	9	492.39	54.710	0.55	0.8102
Rep*Trat	10	997.96	99.79	2.06	0.0266
Fec	10	1425.26	142.52	2.94	0.0014
Fec*Trat	90	3085.89	34.28	0.71	0.9769
Error	430	20841.67	48.46		
Total	549	28794.48			

R<sup>2</sup>: 0.326527    CV: 56.29628

**Anexo 4.** Análisis de varianza de Frutos brocados, Finca la Fortuna (El Escambray, Jalapa, Nueva Segovia, 2016-2017).

<b>Fuente</b>	<b>G de L</b>	<b>S de C</b>	<b>M de C</b>	<b>F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Model	119	125650.93	1055.89	1.82	<.0001
Trat	9	22430.58	2492.28	1.17	0.4034
Rep*Trat	10	21337.45	2133.74	3.68	<.0001
Fec	10	47064.24	4706.42	8.12	<.0001
Fec*Trat	90	30615.35	340.17	0.59	0.9988
Error	430	249331.34	579.84		
Total	549	374982.28			

R<sup>2</sup>: 0.366596 CV: 40.95522

**Anexo 5.** Análisis de varianza de Frutos brocados con *B. bassiana*, Finca la Fortuna (El Escambray, Jalapa, Nueva Segovia, 2016-2017).

<b>Fuente</b>	<b>G de L</b>	<b>S de C</b>	<b>M de C</b>	<b>F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Model	119	80.81	0.67	1.06	0.3330
Trat	9	2.02	0.22	0.41	0.9030
Rep*Trat	10	5.50	0.55	0.86	0.5719
Fec	10	16.85	1.68	2.63	0.0040
Fec*Trat	90	45.87	0.50	0.80	0.9063
Error	430	275.30	0.64		
Total	549	356.11			

R<sup>2</sup>: 0.24 CV: 35.34

**Anexo 6.** Análisis de varianza de Frutos Totales, Finca la Fortuna (El Escambray, Jalapa, Nueva Segovia, 2016-2017).

<b>Fuente</b>	<b>G de L</b>	<b>S de C</b>	<b>M de C</b>	<b>F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Model	119	22198950.87	186545.81	4.46	<.0001
Trat	9	2566282.73	285142.52	1.48	0.2731
Rep*Trat	10	1921444.26	192144.43	4.60	<.0001
Fec	10	12429183.69	1242918.37	29.74	<.0001
Fec*Trat	90	3273114.16	36367.94	0.87	0.7879
Error	430	17972752.54	41797.10		
Total	549	40171703.41			

R<sup>2</sup>: 0.55 CV: 15.40

**Anexo 7.** Análisis de varianza de Nudos Productivos, Finca la Fortuna (El Escambray, Jalapa, Nueva Segovia, 2016-2017).

<b>Fuente</b>	<b>G de L</b>	<b>S de C</b>	<b>M de C</b>	<b>F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Model	119	49010.28	411.85	1.83	<.0001
Trat	9	16286.01	1809.55	1.61	0.2349
Rep*Trat	10	11256.14	1125.61	5.00	<.0001
Fec	10	17515.09	1751.50	7.78	<.0001
Fec*Trat	90	8802.35	97.80	0.43	1.0000
Error	430	96827.85	225.18		
Total	549	145838.13			

R<sup>2</sup>: 0.33    CV: 8.85

**Anexo 8.** Porcentaje pergamino seco brocado en los tratamientos

<b>Tratamientos</b>	<b>% Pergamino brocado</b>
Pepena más Trampa más <i>Beauveria bassiana</i> al suelo y a la planta	2.97
Pepena más <i>Beauveria bassiana</i> al suelo y a la planta	2.71
Pepena más <i>Beauveria bassiana</i> a la planta	2.21
Insecticida	2.78
Testigo	4.52
Pepena más Trampa más <i>Beauveria bassiana</i> al suelo y a la planta(2)	2.14
Pepena más <i>Beauveria bassiana</i> al suelo y a la planta(2)	2.88
Pepena más <i>Beauveria bassiana</i> a la planta(2)	1.21
Insecticida(2)	3.73
Testigo(2)	14.81

