

**Control de broca del café (*Hypothenemus hampei*) utilizando once cepas del hongo *Beauveria bassiana* y el nematodo *Heterorhabditis bacteriophora***

**Osman Alexander Avila Sosa**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2010

ZAMORANO  
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Control de broca del café (*Hypothenemus hampei*) utilizando once cepas del hongo *Beauveria bassiana* y el nematodo *Heterorhabditis bacteriophora***

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Osman Alexander Avila Sosa**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2010

**Control de broca del café (*Hypothenemus hampei*) utilizando once cepas del hongo *Beauveria bassiana* y el nematodo *Heterorhabditis bacteriophora***

Presentado por:

Osman Alexander Avila Sosa

Aprobado:

---

Rogelio Trabanino, M. Sc.  
Asesor principal

---

Abelino Pitty, Ph. D.  
Coordinador de Fitotecnia

---

Alfredo Rueda, Ph. D.  
Asesor

---

Abel Gernat, Ph. D.  
Director de Carrera de  
Ciencia y Producción Agropecuaria

---

Isidro A. Matamoros, Ph. D.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph. D.  
Decano Académico

---

Miguel Cocom, Ing. Agr.  
Asesor

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

## RESUMEN

Avila, O. A. 2010. Evaluación de once cepas de *Beauveria bassiana* y del nematodo *Heterorhabditis bacteriophora*, en el control de broca del café (*Hypothenemus hampei*). Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 14 p.

La broca del café *Hypothenemus hampei* reduce significativamente la ganancia de los productores cafetaleros. El hongo entomopatógeno *B. bassiana* y el nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* son utilizados para el control biológico de la broca. El objetivo del estudio fue determinar la eficiencia en laboratorio y en campo de once cepas de *B. bassiana* y el nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* para el control de los adultos de la broca del café. El estudio se realizó en el laboratorio de control biológico de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, y el ensayo de campo en la Hacienda Santa Elisa, ubicada a 5 km de Danlí, El Paraíso, Honduras. En laboratorio se utilizó el método de inmersión para inocular las brocas con *B. bassiana*, a una concentración de  $3 \times 10^6$  UFC/ml de agua y el nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* a una concentración de  $2 \times 10^3$  nematodos/ml de agua. En el campo, para las unidades experimentales, se usaron parcelas con café variedad Caturra de  $10 \times 10$  m, las cepas del hongo fueron aplicadas a una dosis de  $6 \times 10^{11}$  UFC/ha, y el nematodo con dosis de  $4 \times 10^8$  nematodos/ha, ambos tratamientos fueron aplicados utilizando 200 L de agua/ha. También se utilizó un testigo con agua y un insecticida (Endosulfán) a una dosis de 1.5 L/ha del producto comercial. Los resultados en el laboratorio muestran que no hubo diferencia significativa entre la cepa CATIE XN y el nematodo, los cuales obtuvieron mortalidad corregida de 98 y 96%, respectivamente; la cepa Disagro obtuvo el menor porcentaje de mortalidad corregida (17%), los demás tratamientos obtuvieron mortalidades corregidas entre 80 y 28%. Las cepas CATIE XN y El Salvador presentaron la mayor cantidad de brocas con micelio de *B. bassiana*, ambas obtuvieron 95%. En el campo las cepas CATIE XN y CATIE 415 obtuvieron los mayores porcentajes de brocas con micelio de *B. bassiana* con 43 y 41%, respectivamente, como era de esperar el testigo y el insecticida no presentaron esporulación de *B. bassiana*. En mortalidad corregida la cepa CATIE XN fue la que presentó mayor porcentaje (95%). El tratamiento con nematodos obtuvo una mortalidad corregida de 86%, encontrando en promedio 18 brocas muertas.

**Palabras clave:** Control biológico, esporulación, hongo entomopatógeno.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros .....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>12</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>13</b>
<b>6. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>14</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Porcentaje de viabilidad y conteo de unidades formadoras de colonias (UFC) de las cepas de <i>B. bassiana</i> evaluadas en laboratorio, Zamorano, Honduras, 2009.....	8
2. Porcentaje de mortalidad, mortalidad corregida de brocas a los 7 días y porcentaje de brocas con micelio a los 15 días de haber inoculado las brocas de los tratamientos evaluados en condiciones de laboratorio. Zamorano, Honduras, 2009.	10
3. Porcentaje de mortalidad, mortalidad corregida y brocas con micelio, de tratamientos evaluados en condiciones de campo. Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras, 2009. ....	11

## 1. INTRODUCCIÓN

La broca del café (*Hypothenemus hampei*) del orden Coleóptera y familia Scolytidae, es considerada como la plaga más importante del cultivo de café. Es una plaga directa pues daña directamente el producto que se desea cosechar (grano). Su ataque reduce el rendimiento y merma la calidad del grano. Los daños más característicos son: pudrición del grano en formación causada por microorganismos saprófitos que entran por la perforación, caída de frutos jóvenes debido al ataque y disminución de peso del grano por efecto de la alimentación del insecto (Barrera 2002).

La broca del fruto del café constituye uno de los mayores problemas entomológicos en la caficultura mundial, ya que puede implicar pérdidas importantes en los rendimientos por cosecha que van desde 5% hasta 24%, según la infestación que se presente. En casos extremos se reportan pérdidas hasta del 50% de la cosecha (Ramírez y Mora 2001).

El control biológico fue concebido a inicios del siglo XIX cuando algunos naturistas de diferentes países reseñaron el importante papel de los organismos entomófagos en la naturaleza. Con el empleo de la lucha o control biológico se intenta restablecer el perturbado equilibrio ecológico, mediante la utilización de organismos vivos, para eliminar o reducir los daños causados por organismos perjudiciales (Badii y Abreu 2006).

El hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* de la familia Clavicipitaceae se encuentra presente en todo el mundo, parasita a varias especies de insectos, entre ellos a la broca del café. El hongo se desarrolla en el insecto, al cual mata en poco tiempo, se reconoce por el micelio blanco que desarrolla entre los tegumentos de su hospedero. El hongo puede atacar a la broca cuando está fuera del fruto, o bien si no se encuentra muy profunda en el fruto, ya que de otra forma es casi invulnerable al patógeno. Si la broca se contamina con el hongo, muere después de 3 a 6 días en condiciones de humedad saturada y dura hasta 9 días si las condiciones de humedad relativa son de 70 a 80%. Si la humedad es excesiva, la viabilidad de las esporas del hongo baja (Borbón 1991). La hora propicia para la aplicación de *Beauveria bassiana* es durante las horas más frescas del día, asperjando en forma directa al fruto dañado y aplicándolo con bomba de mochila (Procafé 2000). El hongo *Beauveria bassiana* en un sustrato sintético o sobre un cereal como arroz, reduce la virulencia del hongo (Cenicafé 1993).

Otra fuerza natural identificada para el control de broca son los nematodos del género *Heterorhabditis*. Estos nematodos son gusanos cilíndricos parásitos de insectos, son utilizados en la agricultura para el control de insectos con estadios susceptibles en el suelo o en el cultivo. El nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* presenta relación mutua con una bacteria patógena a insectos (*Photorhabdus luminiscences*). Los

nematodos tienen la capacidad de emboscar sus hospederos, por eso son muy eficientes para controlar insectos de los órdenes Coleóptera y Lepidóptera. Los nematodos juveniles infectivos penetran los insectos por la boca, ano, espiráculos, también tienen la facilidad de penetrar por la cutícula del insecto (Rosales 1999).

Estudios realizados en Cenicafé (Colombia) sobre el uso de entomonemátodos han demostrado su efecto regulador sobre las poblaciones de brocas presentes en los frutos del suelo. La especie del nematodo *Heterorhabditis* tiene la capacidad de penetrar los frutos de café brocados que se encuentran en los árboles, causar mortalidad y multiplicarse en los estados de la broca que hay en dicho fruto (Lara *et al.* 2004).

El objetivo de este estudio fue evaluar once cepas del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* y el nematodo parasitoide *Heterorhabditis bacteriophora* para el control de la broca del café (*Hypothenemus hampei*), en laboratorio y campo, bajo las condiciones de Honduras.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 UBICACIÓN**

Los ensayos se realizaron de septiembre a noviembre de 2009. El primero en el laboratorio de la unidad de control biológico de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada en el valle Yeguaré, Honduras, a 14<sup>o</sup> latitud norte, 87<sup>o</sup> latitud oeste, a una altitud de 800 msnm, con temperatura promedio de 24 °C y una precipitación promedio anual de 1100 mm. El segundo ensayo se realizó en campo, en la plantación de café de la finca Santa Elisa ubicada a 5 km de la ciudad de Danlí, El Paraíso, Honduras, esta finca tiene sembrado 55 ha de café, se encuentra a 800 msnm, precipitación promedio de 1200 mm anuales y una temperatura promedio de 25 °C.

### **2.2 ENSAYO DE LABORATORIO**

#### **Reproducción de las cepas**

Para los ensayos de laboratorio y campo se utilizaron aislamientos de *B. bassiana* provenientes de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Nicaragua y Honduras. Una vez obtenidos los aislamientos puros se reprodujeron usando arroz como sustrato de crecimiento en el laboratorio de control biológico de Zamorano. También se utilizó el nematodo parasitoide *Heterorhabditis bacteriophora* reproducido en el mismo laboratorio.

#### **Viabilidad de las esporas del hongo**

La viabilidad de las esporas de cada cepa se determinó con el conteo de un mínimo de 100 esporas, tomando como espora germinada aquella que presentó desarrollo del tubo germinativo. Con los resultados obtenidos de las UFC/g y viabilidad se ajustó cada tratamiento para obtener una dosificación para las evaluaciones de campo, esta concentración fue de  $6 \times 10^{11}$  UFC/ha, y una concentración de  $3 \times 10^6$  UFC/ml de agua, para el ensayo de laboratorio. Las inoculaciones de los tratamientos se realizaron bajo una cámara de flujo laminar y los materiales fueron esterilizados en una autoclave a 121<sup>o</sup>C por 27 minutos.

### **Prueba de concentración de las esporas del hongo**

Para el conteo de esporas se tomó 1.0 g de esporas, se colocaron en 100 ml de agua estéril más una gota de solución dispersante (Tween 80), se mezcló hasta obtener una solución homogénea, de esta solución se extrajo 1 ml y se diluyó en 9 ml de agua estéril, luego con una micropipeta se tomó una gota de la dilución y se colocó en una cámara hematocitométrica de Neubauer para el conteo.

### **Prueba de concentración del nematodo**

Los nematodos se contaron con un método directo, se preparó una suspensión de 100 ml de agua con nematodos a una concentración de 100 nematodos por milímetro de agua, se mezcló, luego se extrajo 1 ml de la suspensión y se agregó en 9 ml de agua, de esta dilución se tomó un 1 ml para el conteo en la cámara de Neubauer.

Para el conteo se utilizó la metodología descrita en la tesis por Méndez González (2008). Los conteos se realizaron en un microscopio electrónico, contando los cuatro cuadrantes de las esquinas de la cámara de Neubauer.

### **Recolección de brocas**

Las brocas (*Hypothenemus hampei*) se recolectaron de granos brocados del suelo de la cosecha anterior de la plantación de café de la unidad de frutales de Zamorano. Los granos se llevaron al laboratorio de control biológico para extraer los insectos disectando los granos. Se seleccionaron las brocas que presentaron mayor movilidad.

### **Tratamientos**

Se usaron once cepas del hongo *B. bassiana*, el nematodo parasitoide *Heterorhabditis bacteriophora*, y un testigo al que se le aplicó agua potable. Las cepas de *B. bassiana* evaluadas fueron: Cepa Nicaragua, Cepa CATIE 84, Cepa CATIE 89, Cepa Disagro, Cepa Teraboveria, Cepa CATIE 415, Cepa CATIE XN, Cepa Zamorano, Cepa Cengicaña, Cepa El Salvador y la Cepa CR1.

### **Metodología de aplicación de los tratamientos en el laboratorio**

Para la aplicación de *B. bassiana* en el laboratorio se utilizó el método de inmersión, que consiste en sumergir 20 brocas colocadas dentro en una malla de tela en una solución de cloro al 0.01%, por un minuto, luego fueron sumergidas en 100 ml de agua destilada durante otro minuto para eliminar los residuos de cloro. Una vez desinfectadas se procedió a sumergir las brocas durante un minuto en una solución de 10 ml de agua con esporas de *B. bassiana* a razón de  $3 \times 10^6$  UFC/ml de agua.

El tratamiento con nematodos consistió en una solución de 10 ml de agua con una concentración de nematodos juveniles de  $2 \times 10^3$  por ml de agua, las brocas fueron sumergidas durante dos minutos. Las brocas inoculadas se colocaron en platos petri con un pincel, a razón de 20 brocas por plato y cinco granos de café, para evitar canibalismo entre ellas y muerte por hambre, a la vez se colocó papel filtro estéril humedecido en la base del plato, para facilitar el desarrollo del hongo sobre la broca. Cada plato petri se tapó con papel parafina y fue identificado por tratamiento y repetición para los conteos posteriores. Los platos petri fueron colocados en un cuarto de incubación a  $28^{\circ}\text{C}$  durante siete días. Todos los días, con un atomizador se roció el papel filtro con agua destilada para mantenerle la humedad sin que se saturara de agua. Este método de aplicación de los tratamientos se hizo similar al que utilizó en su tesis Méndez González (2008).

### **Diseño experimental y evaluaciones de los tratamientos**

Se usó un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones por tratamiento para un total de 39 unidades experimentales. Las variables medidas fueron: porcentaje de brocas muertas y esporuladas por efecto del hongo y porcentaje de parasitismo del nematodo. La unidad experimental estuvo representada con 20 brocas por plato petri, para un total de 60 brocas por tratamiento.

Las brocas muertas se evaluaron al séptimo día de haber sumergidos las brocas en las diluciones, las brocas muertas esporuladas fueron evaluadas a los 15 días de haber sido inoculadas. Para determinar si las brocas habían muerto por efecto de los nematodos disectamos las brocas al día siguiente de haber hecho las evaluaciones de mortalidad, para luego observar en el microscopio las brocas que tenían presencia de nematodos. La esporulación de *B. bassiana* sobre las brocas se determinó observando si las brocas presentaban micelio.

El porcentaje de brocas muertas en laboratorio y campo se realizó calculando mortalidad corregida, debido a la mortalidad encontrada en los testigos, se hizo utilizando la fórmula Sun- Shepard's (Püntener 1981).

Fórmula Sun- Shepard's

$$\text{Mortalidad Corregida} = \frac{(\text{Mortalidad obtenida} - \text{Mortalidad Testigo})}{100 - \text{Mortalidad Testigo}} \times 100$$

### 2.3 ENSAYO DE CAMPO

La evaluación en campo se realizó en la Hacienda Santa Elisa, en un lote de café variedad Caturra de cinco años de edad sembrado a 2 m entre planta por 1.5 m entre surco. En el lote se marcaron parcelas experimentales de 10 m × 10 m, con 30 plantas de café por parcela. Previo a la aplicación se realizó un muestreo para determinar el porcentaje de infestación de broca, este muestreo se efectuó escogiendo 10 plantas de café al asar por manzana, luego de cada planta de café se cosecharon 100 granos al asar para determinar el porcentaje de infestación de broca, se consideró un nivel crítico de 5% de infestación. Ocho días después se procedió a la aplicación de los tratamientos, debido a que las poblaciones alcanzaron el nivel crítico esperado.

#### Tratamientos

Se usaron los mismos tratamientos que en el estudio del laboratorio. Las cepas fueron asperjadas a una dosis de  $6 \times 10^{11}$  UFC/ha y el nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* a una dosis de  $4 \times 10^8$  nematodos/ha, ambos tratamientos se diluyeron en 200 L de agua/ha, también se utilizó un testigo absoluto al que se le aplicó agua potable (200 L de agua/ha) y un insecticida (Endosulfán) a una dosis de 1.5 L/ha de producto comercial. Las aplicaciones fueron dirigidas a las áreas productivas ubicadas en la parte media de cada planta. Para las aplicaciones se utilizaron bombas de mochila tipo pistón, marca Jacto® serie Pj-16 con tanque de 21 L de capacidad, con boquilla de cono hueco JD-12P, con un caudal de boquilla de 800 ml/min.

#### Diseño experimental

Se usó un diseño de bloques completos al azar (BCA), con cuatro repeticiones por tratamiento para un total de 56 unidades experimentales. Las variables medidas fueron: porcentaje de brocas con presencia de micelio de *B. bassiana*, porcentaje de mortalidad corregida de las brocas y porcentaje de brocas parasitadas por el nematodo *Heterorhabditis bacteriophora*.

#### Evaluación de los tratamientos

Los tratamientos se evaluaron al día 30 después de la aplicación, se tomaron 300 granos de café brocados de 15 cafetos por unidad experimental, cosechando por cada cafeto 20 granos al azar de la parte media de la planta. Los granos cosechados se trasladaron al laboratorio para determinar la mortalidad corregida de los las brocas, estimar mediante disección el porcentaje de parasitismo del nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* y encontrar el porcentaje de brocas con esporulación de *B. bassiana*, estos porcentajes se determinaron de igual forma de como se hizo en el estudio de laboratorio.

**Análisis estadístico**

Para el análisis estadístico de los resultados de laboratorio y campo, se utilizó el paquete estadístico SAS<sup>®</sup> (Statistical Analysis System), se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) usando un Modelo Lineal General (GLM) y una prueba de separación de medias Duncan al 5%.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Ensayo de laboratorio

#### Conteo de esporas y viabilidad de las cepas

Las cepas de *B. bassiana* después de pasar un ciclo reproductivo en arroz se contabilizó la cantidad de esporas por gramo y la viabilidad. Las cepas CATIE 415, Zamorano y Teraboveria mostraron mayor cantidad de esporas, indicando mayor capacidad de reproducirse (Cuadro 1). Esto demuestra una mayor producción de estas cepas a las condiciones en los cuartos de incubación, o un ciclo reproductivo más corto. En la prueba de viabilidad las cepas CATIE 89, CATIE XN y CATIE 415 presentaron el mayor porcentaje de esporas germinadas a las 20 horas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentaje de viabilidad y conteo de unidades formadoras de colonias (UFC) de las cepas de *B. bassiana* evaluadas en laboratorio, Zamorano, Honduras, 2009.

Tratamiento	%Viabilidad	UFC/g	UFC/g viables
Nicaragua	70	$4.73 \times 10^9$	$3.31 \times 10^9$
El Salvador	83	$4.83 \times 10^9$	$4.01 \times 10^9$
CATIE 89	90	$5.38 \times 10^9$	$4.84 \times 10^9$
CATIE XN	90	$6.58 \times 10^9$	$5.92 \times 10^9$
CATIE 84	80	$6.48 \times 10^9$	$5.18 \times 10^9$
Teraboveria	89	$7.03 \times 10^9$	$6.26 \times 10^9$
Zamorano	82	$7.88 \times 10^9$	$6.46 \times 10^9$
CATIE 415	90	$1.53 \times 10^{10}$	$1.38 \times 10^{10}$
Cengicaña	85	$1.62 \times 10^8$	$1.38 \times 10^8$
CR1	85	$1.04 \times 10^8$	$8.84 \times 10^7$
Disagro	85	$1.06 \times 10^8$	$9.01 \times 10^7$

La dosificación de las cepas que presentaron bajo número de UFC y bajo porcentaje de viabilidad, fueron ajustadas para alcanzar la concentración de UFC/ha deseadas para las aplicaciones en campo.

### **Porcentaje de mortalidad corregida de las brocas en laboratorio**

A los 7 días de infectar las brocas con los tratamientos se observó que el testigo tenía una mortalidad alta, posiblemente por la contaminación de las brocas con *B. bassiana* en el laboratorio. Estas brocas pudieron haber muerto porque no tenían las condiciones adecuadas dentro del plato petri, ya sea porque sólo se sumergieron en una solución con agua. Se procedió a calcular la mortalidad corregida usando la fórmula de F. Sun-Shepard's para visualizar el efecto de los tratamientos sin la influencia del testigo.

Los tratamientos CATIE XN y el nematodo, obtuvieron la mortalidad corregida más alta, teniendo 98 y 96% respectivamente, estos tratamientos sólo fueron diferente ( $P < 0.05$ ) de los tratamientos CATIE 84, Cengicaña, CR1 y Disagro, Los cuales sólo lograron de mortalidad corregida entre el 35 y 17%. La cepa que presentó el menor porcentaje de mortalidad corregida fue Disagro (17%), siendo significativo sólo de los tratamientos Teraboveria, nematodo y CATIE XN (Cuadro 2).

El nematodo obtuvo 96% de mortalidad corregida, encontrando un promedio de brocas parasitadas con nematodos de 19 brocas parasitadas (Cuadro 2). Esto demuestra que además del hongo *B. bassiana*, se puede utilizar el nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* para el control de broca del café.

A los 15 días se encontró micelio en las brocas muertas. Los tratamientos El Salvador y CATIE XN mostraron 95% de brocas con micelio, aunque estadísticamente iguales al resto de tratamientos con *B. bassiana* y solo siendo menores ( $P < 0.05$ ) de el nematodo y el testigo. Los demás tratamientos aplicados con *B. bassiana* obtuvieron un porcentaje de brocas con micelio entre 85 y 51% (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de mortalidad, mortalidad corregida de brocas a los 7 días y porcentaje de brocas con micelio a los 15 días de haber inoculado las brocas de los tratamientos evaluados en condiciones de laboratorio. Zamorano, Honduras, 2009.<sup>1</sup>

Tratamiento	PBM <sup>2</sup>	% Mortalidad corregida (F. Sun-Shepard`s)	% BCM <sup>3</sup>
CATIE XN	20 a	98 a	95 a
Nematodo	19 a	96 a	0 c
Teraboveria	17 ab	80 ab	73 a
Nicaragua	14 abc	61 abc	63 a
El Salvador	15 abc	64 abc	95 a
CATIE 89	16 ab	60 abc	72 a
Zamorano	15 ab	58 abc	63 a
CATIE 415	14 abc	57 abc	85 a
CATIE 84	10 bc	35 bc	65 a
Cengicaña	11 abc	39 bc	62 a
CR1	9 bc	28 bc	51 ab
Disagro	9 bc	17 c	58 a
Testigo	6 c		15 bc

<sup>1</sup> Medias con diferente letra en cada columna son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>2</sup> PBM= Promedio de brocas muertas

<sup>3</sup> % BCM: Porcentaje de brocas con micelio

## Ensayo de campo

### Porcentaje de mortalidad y brocas con micelio

Los porcentajes de brocas con micelio fluctuaron de 43 a 23% (Cuadro 3), en la tesis realizada por Méndez González (2008) en su evaluación de campo obtuvo porcentajes de brocas con micelio de 4 a 17% con diferentes cepas de *B. bassiana*, esta diferencia se debió probablemente a que Méndez González aplicó una dosis menos concentrada.

Los tratamientos CATIE XN y CATIE 415 obtuvieron el mayor número de brocas con micelio (43 y 41%) solo difiriendo ( $P < 0.05$ ) del testigo, químico y del nematodo. En los demás tratamientos con *B. bassiana* se encontró una esporulación entre 39 y 23%, (Cuadro 3).

En el testigo y el insecticida no se encontraron brocas con micelio, pero sí en el nematodo (9%) (Cuadro 3). Respecto a la presencia de brocas con micelio en el tratamiento con nematodos, se puede concluir que fue a causa de contaminación cruzada por la presencia de micelio.

La mortalidad corregida obtenida en el tratamiento CATIE XN fue mayor que todos los tratamientos (95%), sólo teniendo diferencia ( $P < 0.05$ ) de los tratamientos CATIE 84 y

CR1, los cuales solo obtuvieron de mortalidad corregida 31 y 50%, respectivamente (Cuadro 3).

Respecto a la mortalidad de brocas por efecto del nematodo se determinó de igual forma que en la fase de laboratorio, se encontró que ejerció control en un 86% de mortalidad corregida (Cuadro 3).

La cepa CATIE XN presentó un promedio alto de brocas muertas (19), por lo cual se considera el mejor tratamiento para el control de broca del café en campo, además de presentar la mayor mortalidad, también obtuvo el mayor porcentaje de brocas con micelio (Cuadro 3). Las cepas Nicaragua, El Salvador, CATIE 89 y Zamorano obtuvieron un promedio de brocas muertas alto, pero menor que CATIE XN, estas cepas se consideran buenas para el control de brocas ya que además presentaron un porcentaje alto de esporas viables.

Cuadro 3. Porcentaje de mortalidad, mortalidad corregida y brocas con micelio, de tratamientos evaluados en condiciones de campo. Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras, 2009.<sup>1</sup>

Tratamiento	PBM <sup>2</sup>	% Mortalidad corregida (F. Sun-Shepards)	% BCM <sup>3</sup>
Catie XN	19 a	95 a	43 a
Nematodo	18 a	86 a	9 bc
Teraboveria	18 a	83 a	24 abc
Nicaragua	19 a	92 a	23 abc
El Salvador	19 a	91 a	24 abc
CATIE 89	19 a	90 a	34 ab
Zamorano	19 a	92 a	26 abc
CATIE 415	18 a	85 a	41 a
CATIE 84	11 b	31 b	23 abc
Cengicaña	18 a	87 a	39 ab
CR1	13 b	50 b	36 ab
Disagro	17 a	81 a	38 ab
Testigo	6 c		0 c
Insecticida	19 a	90 a	0 c

<sup>1</sup> Medias con diferente letra en cada columna son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

<sup>2</sup> PBM= Promedio de brocas muertas en porcentaje

<sup>3</sup> % BCM= Porcentaje de brocas con micelio de *B. bassiana*

#### 4. CONCLUSIONES

- La cepa CATIE XN y el nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* causaron los mayores porcentajes de mortalidad de brocas bajo condiciones de laboratorio.
- Las cepas que presentaron el mayor porcentaje de brocas con micelio en laboratorio fueron El Salvador y CATIE XN.
- En campo, la cepa CATIE 415 y la cepa CATIE XN, fueron las que presentaron mayor porcentaje de brocas con micelio.
- La cepa CATIE XN fue la que presentó el mayor porcentaje de brocas muertas en el campo.
- Algunas cepas del hongo *Beauveria bassiana* ejercieron mayor control de broca del café que el químico (Endosulfán).

## **5. RECOMENDACIONES**

- Realizar nuevos estudios utilizando estas mismas cepas en fincas que se encuentren a una mayor altura sobre el nivel del mar.
- Evaluar en futuros estudios la compatibilidad de varias cepas juntas en el control de broca del café.
- Desarrollar un producto específico para el control de broca con la cepa CATIE XN.

## 6. LITERATURA CITADA

Badii, M.H., Abreu, J.L. 2006. Control biológico una forma sustentable de control de plagas. *International Journal of Good Conscience* 1(1):82-89.

Barrera, J.F. 2002. Tres plagas de café: la broca de café una plaga que llegó para quedarse. Colegio de la Frontera Sur, México. 17 p.

Borbón, O. 1991. La broca del fruto del cafeto: programa cooperativo ICAFE-MAG. ICAFE-MAG. San José, CR. 50 p.

CENICAFÉ (Centro Nacional de Investigaciones de Café). 1993. Pérdida de virulencia del hongo *Beauveria bassiana* cultivado sucesivamente en sustrato de arroz. Brocarta No. 14.2 p.

Lara, J.C., López, J.C., Alex, E., Bustillo, P. 2004. Efecto de entomonemátodos sobre poblaciones de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae), en frutos en el suelo. *Revista Colombiana de Entomología* 30 (2): 179 –185.

Méndez González, N.A. 2008. Evaluación de ocho cepas de *Bauveria bassiana* para el control de broca del café *Hypothenemus hampei*. Ing Agr. Tesis. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 14 p.

PROCAFÉ (Fundación Salvadoreña para la investigación del café). 2000. Hoja técnica. El hongo *Beauveria bassiana*, una herramienta para el control de la broca del fruto del cafeto. San Salvador, El Salvador. 1 p.

Püntener, W. 1981 Manual for field trials in plant protection Second edition. Agricultural Division, Ciba-Geigy Limited. 19 p.

Ramírez, G., Mora, M. 2001. Boletín informativo. La broca del fruto del café nos amenaza. ICAFE. San José, Costa Rica. 1 p.

Rosales L. 1999. Nematodos entomopatógenos: Generalidades, (en línea). Maracay, Venezuela. Consultado el 24 de agosto de 2010. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/FonaiapDivulga/fd63/texto/nematodos.htm>.

SAS. 2010. SAS® Institute User's guide: statistics. Versión 5, SAS Institute Inc., Cary, NC.