



Por un desarrollo agrario  
integral y sostenible

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMIA

## Trabajo de Diploma

Eficiencia de tres métodos de muestreo para estimar poblaciones de broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari Coleóptera: Curculionidae) en el ciclo 2007 – 2008 en dos zonas cafetaleras de Nicaragua.

### AUTORES

Br. Eliar Miguel Pineda Méndez  
Br. Henry José Blandón Siles

Asesor:  
Dr. Arnulfo José Monzón C.

Managua, Nicaragua  
Julio, 2009

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios nuestro creador por sustentar nuestros pasos en nuestras vidas y permitirnos con su gracia y amor culminar con éxitos nuestros estudios.

A nuestros padres por el apoyo económico, moral y oraciones; partes fundamentales en la finalización de nuestros estudios.

Al Dr. Arnulfo Monzón Centeno promotor y asesor del presente trabajo ya que con su apoyo y dedicación incondicional hizo posible la realización de nuestro trabajo de tesis.

A la MSc. Isabel Herrera Sirias por su apoyo y consejos durante la realización de nuestro trabajo de tesis.

A los profesores de la Universidad Nacional Agraria por sus conocimientos y experiencias aportadas.

A todas las personas que en un debido momento nos apoyaron

## **DEDICATORIAS**

Dedico este trabajo de tesis a nuestro Dios Padre por haberme dado la vida, salud, fuerza de voluntad y brindarme las oportunidades que hicieron que realizara un sueño que pocos podemos lograr.

A mi madre, Rosa María Méndez López que por su sacrificio, apoyo económico, consejos y oraciones me ayudaron a ver un sueño hecho realidad.

A mi padre, José Miguel Pineda Hernández, ya que aun después de fallecido su recuerdo me sirvió de fortaleza e inspiración para alcanzar mi objetivo.

A mis hermanos Nesly Pineda Méndez, Ivette Pineda Méndez, Kenia Pineda Méndez, Ubaldo Pineda Méndez, Adelma Pineda Méndez y Miguel Pineda Méndez por que de forma indirecta tuvieron que sacrificarse, además de servirme de inspiración y apoyo moral para culminar mis estudios.

**Eliar Miguel Pineda Méndez**

Dedico mi trabajo de tesis a Dios quien es el creador de vida por darme salud, por ser mi fortaleza y permitir con su amor que lograra culminar mis estudios.

A mis padres Máximo Blandón Picado y Dina Siles Huerta por su apoyo incondicional y sus consejos brindándome su amor sacrificio y empeño que me han ayudado a alcanzar las metas que me he propuesto en la vida.

A mis queridos hermanos Marianela y Natanael Blandón Siles.

**Henry José Blandón Siles**

## INDICE DE CONTENIDO

SECCION	PAGINA
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>i</b>
<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>i</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>i0</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>0</b>
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	<b>0</b>
2.1. Objetivo general.....	0
2.2. Objetivos específicos.....	0
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>0</b>
3.1. Descripción del área experimental.....	0
3.2. Diseño del muestreo.....	0
3.2.1. Muestreo de frutos brocados.....	0
3.2.2. Muestreo de adultos con trampas artesanales.....	1
3.2.3. Colecta de frutos para disección.....	1
3.2.4. Frecuencia de muestreo.....	2
3.3. Área (tamaño) de la parcela experimental.....	2
3.4. Variables evaluadas.....	2
3.5. Procesamiento y Análisis de datos.....	2
3.6. Manejo agronómico del experimento.....	2
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>3</b>
4.1. Incidencia de <i>H. hampei</i> .....	3
4.2. Infestación de <i>H. hampei</i> con base en los tres métodos de muestreo.....	3
4.2.1. Cuantificación de frutos brocados.....	3
4.2.2. Monitoreo de poblaciones de <i>H. hampei</i> mediante trampeo de adultos.....	6
4.2.2.1. Época lluviosa.....	6
4.2.2.2. Época seca.....	7
4.2.3. Monitoreo de población a través de disección de frutos.....	10
4.2.3.1. Época lluviosa.....	10
4.2.3.2. Época seca.....	14
4.5. Relación entre adultos capturados mediante trampeo y disección de frutos brocados de Junio 2007 a Junio 2008.....	20
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	<b>0</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>0</b>

<b>VII. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>0</b>
<b>VIII. ANEXOS .....</b>	<b>3</b>
Anexo 1. Tabla de ANDEVA de porcentaje de frutos brocados.....	3
Anexo 2. Tabla de ANDEVA de número de individuos capturados en trampas durante la época lluviosa. ....	3
Anexo 3. Tabla de ANDEVA de número de individuos capturados en trampas durante la época seca. ....	3
Anexo 4. Muestreo de frutos brocados, trampas, daño y estados del ciclo de vida de <i>H. hampei</i> .....	4

## RESUMEN

Con el objetivo de estudiar la eficiencia de tres métodos de muestreo de broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferr), se realizó la presente investigación en fincas cafetaleras ubicadas en las zonas cafetaleras de San Ramón, Matagalpa y en El Crucero, Managua durante el ciclo 2007 - 2008. Los métodos de muestreo que se utilizaron fueron: Recuento de frutos brocados, disección de frutos brocados y trapeo de adultos. Los muestreos se realizaron mensualmente. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de frutos brocados, número de adultos, número de larvas, número de pupas, número de huevos, total (adultos, larvas, pupas, huevos) de estados biológicos por fruto disectado y número de adultos por trampa. A los datos obtenidos del porcentaje de frutos brocados y número de adultos por trampa se les realizó un ANDEVA y separación de medias por Tukey. También se realizó una correlación entre los datos obtenidos en cada fecha de muestreo en los tres métodos de muestreo. Los tres métodos de muestreo reflejan que la infestación de broca es significativamente mayor en la zona de Matagalpa con promedio de 15.8% que en la de Managua con promedio de 0.7%. El mayor porcentaje de frutos brocados se presentó en el mes de Diciembre. En época seca las capturas de adultos en trampas fueron mayores en comparación con la época lluviosa. Los mayores promedios larvas, pupas y adultos fueron encontrados en el mes de Noviembre, en cambio el mayor promedio de huevos se encontró en el mes de Diciembre. El resultado de la correlación indicó la existencia de una asociación positiva solo entre los métodos de muestreo de frutos brocados y disección de frutos con un  $r = 0.59$ . Los mayores promedios de estados inmaduros y adultos por frutos fueron encontrados en la finca Santa Emilia, presentando un comportamiento ascendente durante el periodo de desarrollo y maduración del fruto. Se determinó que el muestreo visual de frutos brocados es el método más eficiente para la estimación de niveles de infestación de *H. hampei* en el cultivo de café.

Palabras claves: Broca, fluctuación poblacional, estructura poblacional, muestreo, trampas, disección, frutos brocados, época seca, época lluviosa

## ABSTRACT

The objective of this investigation was to study the fluctuation and population structure of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei* Ferr). The study was carried out from 2007 to 2008 on coffee farms located in the coffee growing zones of San Ramon, Matagalpa and in El Crucero, Managua. Three sampling methods were used: Counting of bored berries, capture of *H. hampei* adults by artisanal traps and dissection of bored berries and counting of insects (all stages). The sampling was made monthly during the dry and the rainy season. The evaluated variables were: percentage of bored berries, number of immature stages (eggs, larvae and pupae) and adults per bored berries, and number of adults captured per trap. Data of percentage of bored berries and number of adults per trap were analyzed by Analysis of Variance and means comparisons by Tukey. A correlation between the data collected by the three sampling methods was also carried out. The results obtained by the three sampling methods showed a higher *H. hampei* infestation at the coffee farms in Matagalpa, compared to the infestation in El Crucero Managua. The highest percentage of bored berries was observed in December. The mean of adults captured per trap was higher during the dry season than in the rainy season. Higher number of larvae, pupae and adults per bored berries was found in November, whereas a higher number of eggs was found in December. The result of the correlation indicated the existence of a positive association between the percentage of bored berries and the mean number of insects per bored berry. The higher averages of immature and adult stages by fruits were found in Santa Emilia, displaying an ascending behavior during the period of development and maturation of the fruit. This study showed that the visual sampling of bored berries is the most efficient method for the estimation of infestation levels of *H. hampei* in the coffee plantations.

## I. INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea spp*) es una de las bebidas más populares en el mundo occidental y se considera como un producto básico de gran importancia para la economía mundial y hasta el inicio de la "crisis del café" internacional, era el segundo producto con más valor del mercado después del petróleo (MIFIC, 2005). Esta planta originaria de Etiopia y Sudan, África, actualmente es cultivada en este continente, además de Asia, América y las islas del Caribe (Peysson, 2001).

Históricamente la caficultura ha dado grandes aportes al desarrollo de este país. Resultados del ciclo agrícola 2005-2006 indican, que a nivel nacional la producción de café alcanzó un volumen de 1.8 millones de qq oro (PROMECAFE, 2006) en un área de 181.97 miles de manzanas para un rendimiento promedio nacional de 9.89 quintales oro por manzana (MAGFOR, 2007). La tasa de crecimiento anual (PIB) en ese mismo año fue de 3.7%, de los cuales el café oro hizo un aporte marginal de 0.6% (BCN, 2007). Según cifras del MIFIC (2005), la actividad cafetalera genera el 32% de los empleos rurales, unas 30,000 familias siembran café y otras 150,000 a 200,000 familias devengan parte de sus ingresos trabajando tiempo completo o medio tiempo en la producción, procesamiento y comercialización del café.

La broca del fruto del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleóptera: Curculionidae) es el principal insecto plaga en todos los países productores de café (Mathieu *et al.*, 1999; Damon, 2000), siendo la plaga más destructiva en todos los países productores donde se ha introducido. Este insecto es originario de África central y fue descrito inicialmente por Ferrari en el año de 1867 (Baker, 1999). En Nicaragua, la presencia de esta plaga fue reportada por primera vez en Febrero de 1988 en la finca La Fundadora, Matagalpa (MIDINRA, 1988; Guharay *et al.*, 2000). La broca del café constituye uno de los principales problemas que enfrentan las zonas cafetaleras, debido a sus características biológicas, naturaleza no endémica y la ausencia de enemigos naturales que facilitan su rápida adaptación (Guharay *et al.*, 2000).

El ciclo de vida de la broca ocurre en el interior de las cerezas de café. Las hembras adultas emergen de cerezas infestadas y perforan nuevos frutos. La ovoposición ocurre durante un periodo de aproximadamente 20 días, tiempo durante el cual cada hembra deposita de 2 a 3 huevos diariamente dentro de las almendras (Alonzo, 1984). El promedio de progenie por hembra a sido estimado en 74 individuos y el ciclo de vida ha sido calculado entre 26 y 45 días en dependencia de los factores climáticos como la temperatura y humedad relativa (Bergamin, 1943, 1946).

Las hembras inician el ataque al perforar los frutos a nivel de la corona y luego penetrar hasta una de las almendras, donde construyen una cámara de oviposición y empiezan su multiplicación (Bergamin, 1946). Esto inicia cuando el endospermo acumula aproximadamente

20% de peso seco y continúa hasta cuando los frutos están maduros, sobre-maduros y aún secos, causando el mayor daño cuando se encuentra en estado larval (Baker et al, 1992; Le Pelley, 1973).

Los daños causados por la broca según Borbón (2001) consisten principalmente en la reducción de la producción por disminución en el peso, pérdida en la calidad del grano, aumento de costos de producción y de beneficiado. Se considera que la broca puede provocar de 40 a 60% de pérdida total del grano, mermando considerablemente la producción (Barrios y Sequeira, 1996). Según Gaviria *et al.* (1995), la población de la broca incrementa a medida que avanza el desarrollo del fruto.

El conocimiento de los niveles de infestación de broca es un factor importante para la toma de decisiones sobre una medida de control y el momento oportuno para la implementación del mismo (CATIE, 1997); sin embargo, los niveles de infestación de broca son difíciles de estimar por la distribución agregada de este insecto y la heterogeneidad de las plantaciones. Son muchas las investigaciones realizadas para conocer la población real, pero ninguna ha sido concluyente en la forma de estimar poblaciones exactas de *H. hampei* (Montoya *et al.*, 1999,2005).

De acuerdo con investigaciones realizadas en varios países, el Manejo Integrado de la Broca (MIB), es la estrategia económica y ambientalmente más adecuada para reducir los daños económicos que ocasiona este insecto (Jarquín *et al.* 2002). El MIB se basa principalmente en las siguientes tácticas: recolecta y destrucción de frutos perforados, aplicación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, liberación del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis*; y uso de trampas cebadas con etanol- metanol (Barrera, 2002).

La toma de decisiones en el MIB se basa en el muestreo, generalmente a través del conteo de frutos perforados por la plaga en el cafetal. Considerando que el muestreo es un elemento indispensable para el buen funcionamiento del MIB, diversos estudios se han realizado con el objetivo de mejorar su eficiencia (Barrera, 1994).

Remond (1992) demostró que la evaluación de poblaciones de broca puede ser establecida de manera indirecta por la evaluación del número o del porcentaje de frutos infestados. Otro método de evaluación de poblaciones es la disección de frutos brocados, el cual da una mejor aproximación de la población real existente en un lote y a la vez una aproximación de la población futura, ya que se conoce la cantidad de individuos existentes en cada fruto brocado, pero su desventaja más significativa es su mayor costo y tiempo de ejecución.

Ante la necesidad de desarrollar mejores métodos de muestreo de poblaciones de *H. hampei* y con el avance de estudios sobre mediadores químicos se ha desarrollado una herramienta de evaluación y seguimiento de los niveles de población de broca, basado en estas sustancias. De

tal manera que Mendoza (1991) propuso la utilización de trampas cebadas como método de monitoreo de *H. hampei* ya que en estudios realizados por él se logró registrar y conocer el comportamiento de la fluctuación de las capturas de hembras voladoras de *H. hampei* a lo largo de un ciclo. La desventaja primordial es que los resultados pueden ser no muy confiables, ya que en la época de cosecha por ser esta trampa de atracción alimenticia *H. hampei* va a preferir los frutos antes que a la trampa (Barrera y Montoya, 2006).

Hasta el presente se han propuesto diversos métodos de muestreo de *H. hampei* (Sánchez, 1985; Baker et al., 1988; Decazy, 1989). Esto indica claramente la existencia de dificultades técnicas y prácticas. Desde el punto de vista técnico, la distribución de la plaga puede variar en función del nivel de infestación y desde el punto de vista práctico el número de frutos y cafetos a muestrear es forzosamente limitado por razones de mano de obra y de velocidad de ejecución.

## II. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general

Generar información sobre la estructura y dinámica poblacional de la broca del café, que sirva de base para el diseño de métodos adecuados para la estimación de las poblaciones para la toma de decisiones de manejo.

### 2.2. Objetivos específicos

Determinar la fluctuación y estructura poblacional de la broca del café en dos zonas del país.

Determinar la correlación entre tres métodos utilizados para la estimación de poblaciones de broca del café.

Determinar la eficiencia del muestreo visual de frutos brocados, disección de frutos y trampeo como métodos para la estimación de niveles de infestación de *H. hampei* en el cultivo de café

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Descripción del área experimental**

El estudio se llevó a cabo de Junio 2007 a Junio 2008 en cuatro fincas del país, dos (La Canavalia y Santa Emilia) localizadas en el departamento de Matagalpa y dos (Monte Vista y Los Penachos) en el departamento de Managua.

La finca Monte Vista, está ubicada en el municipio de El Crucero, Managua, entre las coordenadas 11°55'46''N y 86°18'65''O a 740 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), con temperatura promedio de 18 a 25°C y una precipitación anual de 2,200 mm. La finca tiene un área de 35 Mz. Las variedades de café son: Caturra, Catuaí (rojo y amarillo) y Catrenic; la edad de los árboles de café es aproximadamente de 8 años de edad.

La finca Los Penachos, está ubicada en el municipio de El Crucero, Managua, entre las coordenadas 11°57'54''N y 86°11'50''O a 764 m.s.n.m., con temperatura promedio de 22 a 28°C y una precipitación anual de 1800 mm. La finca tiene un área de 120 Mz. Las variedades de café son Catuaí rojo y Catuaí amarillo de 15 años de edad.

La finca Santa Emilia, está ubicada en el Km. 145 carretera el Tuma, La Dalia, Matagalpa entre las coordenadas 12°58'40'' N y 85°50'27'' O a 800 m.s.n.m, con temperatura promedio de 24.5°C y precipitación anual entre 1500 y 1800 mm. La finca tiene un área de 400 Mz. Las variedades de café son: Caturra, Borbón y Pacamara de 10 años de edad.

La finca La Canavalia está ubicada en el municipio de San Ramón, Matagalpa entre las coordenadas 12°59'03''N y 85°48'11''O a 780 m.s.n.m, con temperatura promedio de 24°C y precipitación anual entre 1500 y 1800 mm. Tiene un área de 98.45 Mz. Las variedades de café son: Mundo Novo, Catimor, Caturra Estrella y Borbón de 8 años de edad.

#### **3.2. Diseño del muestreo**

Para las actividades de muestreo y colecta de frutos, en cada finca se seleccionó un lote de aproximadamente una manzana de café en producción. En cada lote se implementaron tres tipos de muestreo: muestreo de frutos brocados, muestreo de adultos mediante trampas artesanales y muestreo de huevos, larvas, pupas y adultos mediante disección de frutos.

##### **3.2.1. Muestreo de frutos brocados**

Para el muestreo de frutos brocados se seleccionaron al azar cinco sitios de muestreo en cada parcela. Los sitios estaban distribuidos más o menos en forma de X en la parcela y

cada uno estaba conformado por 6 plantas, para un total de 30 plantas muestreadas en cada parcela. Estos puntos de muestreo eran fijos a excepción de las bandolas que en cada muestreo se muestreaban una bandola diferente. La distancia mínima entre sitios de muestreo fue de cinco surcos laterales y de diez plantas de forma longitudinal.

El muestreo consistió en revisar dos bandolas de la planta, una del estrato superior y una del estrato bajo para un total de 60 bandolas. En cada bandola se contaron el número total de frutos y el número de frutos brocados.

### **3.2.2. Muestreo de adultos con trampas artesanales**

En el mismo lote donde se hizo muestreo de frutos brocados, se distribuyeron al azar 9 trampas en tres surcos (tres trampas por surco), localizadas cada una a 20 plantas entre sí y 15 surcos entre sí, distribuidas en todo el lote. Se usaron trampas artesanales (ECOIAPAR) usando como atrayente una mezcla de etanol y metanol en proporción 2:1. La trampa consistió de un difusor que consiste en un dispositivo donde es colocado el atrayente que el mismo se encarga de liberar, en este se agregaron aproximadamente 10 cc de la mezcla (etanol – metanol). Este fue colocado colgando dentro de una botella plástica de 1.5L, a la que se le hicieron 4 aberturas a modo de ventana, ubicadas opuestamente una de la otra. En cada botella se depositaron aproximadamente 100 ml de agua, donde cayeron los adultos atraídos. El atrayente era renovado mensualmente o más frecuente en caso de encontrar vacío el difusor. Las trampas fueron colocadas a una altura media de la planta.

Las trampas eran revisadas mensualmente y el contenido de las mismas (adultos de broca y agua) se depositaba en recipientes plásticos y eran llevados al laboratorio de entomología de la Universidad Nacional Agraria en Managua, donde se realizó el conteo de insectos con ayuda de una lupa.

### **3.2.3. Colecta de frutos para disección**

Para la disección de frutos se colectaron al azar 100 frutos brocados en el mismo lote donde se hicieron los otros tipos de muestreo. Los frutos fueron colectados lejos de las trampas y de los sitios de muestreo de frutos brocados para evitar alguna interferencia de un método de muestreo sobre el otro.

Los frutos colectados se llevaron al laboratorio para ser disectados. Con ayuda de un estereoscopio se contabilizaron el número de individuos (huevo, larva, pupa y adulto) encontrados en cada fruto.

### **3.2.4. Frecuencia de muestreo**

El primer muestreo se realizó en Junio 2007 y posteriormente uno cada mes hasta cerrar el ciclo en el mes de Junio del 2008. En el caso de frutos brocados se realizaron siete muestreos en las fincas en estudio. Con el método de trampas se realizaron diez muestreos y con el método de disección se realizaron 12 colectas.

### **3.3. Área (tamaño) de la parcela experimental**

El área de cada parcela experimental era aproximadamente 7,026 m<sup>2</sup> (1mz) para cada una de las fincas seleccionadas, para un total de 28104 m<sup>2</sup> en las cuatro parcelas (fincas).

### **3.4. Variables evaluadas**

- Porcentaje de frutos brocados
- Número de huevos, larvas, pupas, adultos y total por fruto disectado
- Número de adultos por trampa

### **3.5. Procesamiento y Análisis de datos**

Los resultados obtenidos en cada finca con los métodos de trampas y frutos brocados fueron comparados entre si mediante un ANDEVA para determinar si existían diferencias en los niveles de infestación de la plaga entre las fincas y entre fechas de muestreo.

Los totales obtenidos con cada método de muestreo fueron comparados entre sí mediante una prueba de correlación, incluyendo los totales por estadio en el caso de disección. Para los casos en que se encontró una correlación significativa entre los datos de los diferentes tipos de muestreo se realizó análisis de regresión lineal simple para cuantificar la relación entre los datos obtenidos con porcentaje de frutos brocados y disección de frutos.

### **3.6. Manejo agronómico del experimento.**

El manejo de sombra se hizo de acuerdo a la práctica del productor garantizando un nivel de sombra adecuado a la zona, para lo cual se realizó regulación de sombra a la entrada del invierno.

Fertilización, deshierbe y manejo de malezas se realizó de acuerdo a la práctica del productor y no se realizó manejo de broca.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Incidencia de *H. hampei*

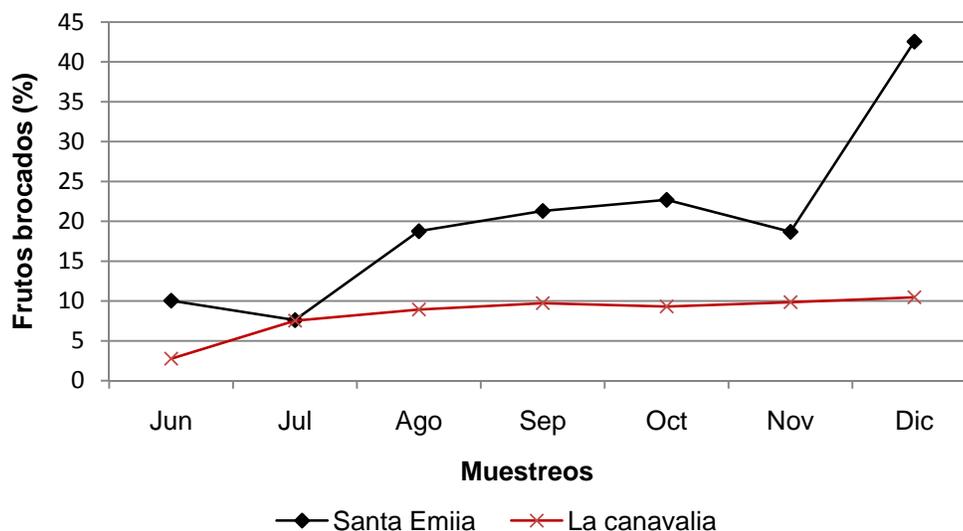
En general la incidencia de la broca fue alta en la zona cafetalera de Matagalpa en donde en cada muestreo la población de broca encontrada era superior a los niveles críticos establecidos, en cambio en la zona cafetalera de El Crucero los niveles fueron bajos.

Los tres métodos de muestreo proporcionaron información importante sobre la población de broca y su fluctuación durante todo el ciclo. Se observó mayor población de *H. hampei* en la finca Santa Emilia ubicada en la zona cafetalera de Matagalpa, seguido de la finca La Canavalia. El menor nivel poblacional se observó en la finca Monte Vista.

### 4.2. Infestación de *H. hampei* con base en los tres métodos de muestreo

#### 4.2.1. Cuantificación de frutos brocados

En todas las fincas en estudio se observaron frutos brocados. Los primeros frutos brocados se encontraron a partir del mes de Junio y se mantuvieron durante la época lluviosa hasta el mes de Diciembre del 2007. El mayor porcentaje de frutos brocados se observó en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre. Las fincas donde se observaron porcentajes más altos de frutos brocados fueron Santa Emilia y La Canavalia, ubicadas en la zona cafetalera de Matagalpa (Figura 1). En general, en las fincas Los penachos y Monte Vista, ubicadas en la zona cafetalera de El Crucero, Managua el porcentaje de frutos brocados fue bajo.



**Figura 1. Porcentaje de frutos brocados en el periodo Junio - Diciembre 2007, en dos fincas en la zona cafetalera de Matagalpa.**

El análisis de varianza indica que existen diferencias estadísticas significativas entre fincas ( $p=0.0369$ ) y entre fechas de muestreo ( $p<0.0001$ ). El mayor porcentaje de frutos brocados se observó en la finca Santa Emilia con promedio de 21.3%, seguido por la finca La Canavalia (10.4%). El porcentaje de frutos brocados más bajo fue de 0.7 % y se encontró en la finca Monte Vista (Cuadro 1).

En la finca Santa Emilia y La Canavalia el porcentaje de frutos brocados fue mayor al que se observó en las demás fincas, esto puede atribuirse a que en estas fincas se presentan condiciones óptimas para el desarrollo de la plaga. Según Baker *et al.* (1988) la temperatura para el desarrollo de la broca está entre los 23 a 25 °C; y el rango altitudinal para el ataque de la plaga según Alonzo (1983) entre los 800 y 1000 m.s.n.m. En estas fincas además varias variedades de café están establecidas, unas en mezcla como en el caso de La Canavalia (Caturra, Bourbon y Pacamara) y otras en plantíos diferentes como es el caso de Santa Emilia, lo que según Guharay *et al* (2000) es favorable para *H. hampei*, ya que la mezcla de variedades da pauta a floraciones sucesivas que ocasionan mayor disponibilidad de frutos en distintas épocas del año permitiendo a la broca sobrevivir y desarrollarse con más facilidad.

En las fincas de la zona cafetalera de Matagalpa (Santa Emilia y La Canavalia) el porcentaje de frutos brocados aumentó en forma progresiva a partir de Agosto según Guharay *et al* (2000), las curvas de incidencia de esta plaga en la zonas cafetaleras del norte de Nicaragua presentaron un incremento lineal durante el periodo de maduración del grano (Julio a Noviembre) en plantaciones donde no se ha realizado manejo de la broca.

**Cuadro 1. Promedios de Frutos Brocados y resultados de la separación de medias por Fincas y por meses de muestreo (Tukey;  $\alpha=0.05$ )**

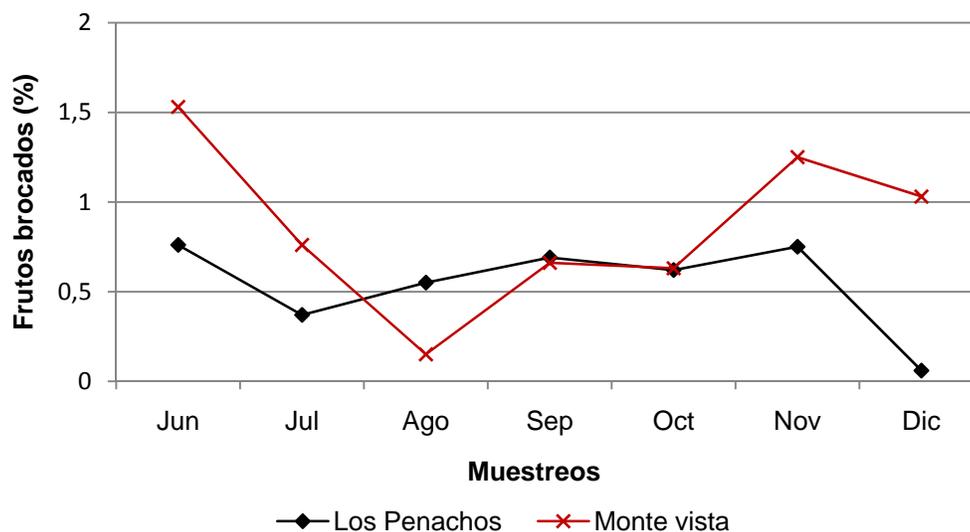
Fincas	Medias	Categoría	Mes	Medias	Categoría
Santa Emilia	21.3	A	Diciembre	16.2	A
La Canavalia	10.4	AB	Octubre	9.2	AB
Los penachos	0.8	B	Noviembre	8.9	B
Monte vista	0.7	B	Septiembre	8.8	BC
			Agosto	7.2	BC
			Julio	4.2	DC
			Junio	3.6	C

R<sup>2</sup>: 0.51 CV: 105.20

El análisis estadístico indica que el mayor porcentaje de frutos brocados se observó en el mes de Diciembre con promedio de 16.2%. La menor incidencia fue de 3.6% y se observó en el mes de Junio (Cuadro 1).

En la finca Santa Emilia y La Canavalia el porcentaje de frutos brocados en cada fecha de muestreo sobrepasó los niveles críticos, aumentando de forma progresiva a partir del mes de Agosto. Esto debido posiblemente a la época de lluvias, es decir, que se da el desarrollo de los frutos y a la vez el incremento de la plaga, correspondiendo los máximos porcentajes con la existencia de frutos en estado de maduración. Estos resultados coinciden con los encontrados por Gaviria *et al* (1995) y Quintero y Morales (1996) quienes en sus estudios encontraron un comportamiento sigmoideal en el nivel de infestación de broca durante el periodo de formación y maduración de los frutos. Estos altos niveles de frutos brocados se pueden atribuir a que en estos periodos los frutos están aptos para la colonización de la broca ya que esta encuentra suficiente alimento y refugio para desarrollarse y reproducirse. Según Sequeira (1992), la mayor infestación de broca durante el año se produce en el periodo de Octubre a Diciembre.

En las fincas Los Penachos y Monte Vista ubicadas en la zona cafetalera de El Crucero, Managua, la fluctuación poblacional de la plaga presentó dos fechas de incremento poblacional (picos) bien diferenciados uno en Junio y otro en Noviembre. Estos resultados son similares a los encontrados por Muñoz *et al.* (1986) quienes afirman que la broca tiene dos periodos bien diferenciados de incremento en la perforación de frutos, el primero en Junio y el segundo entre Octubre y Diciembre (Figura 2).

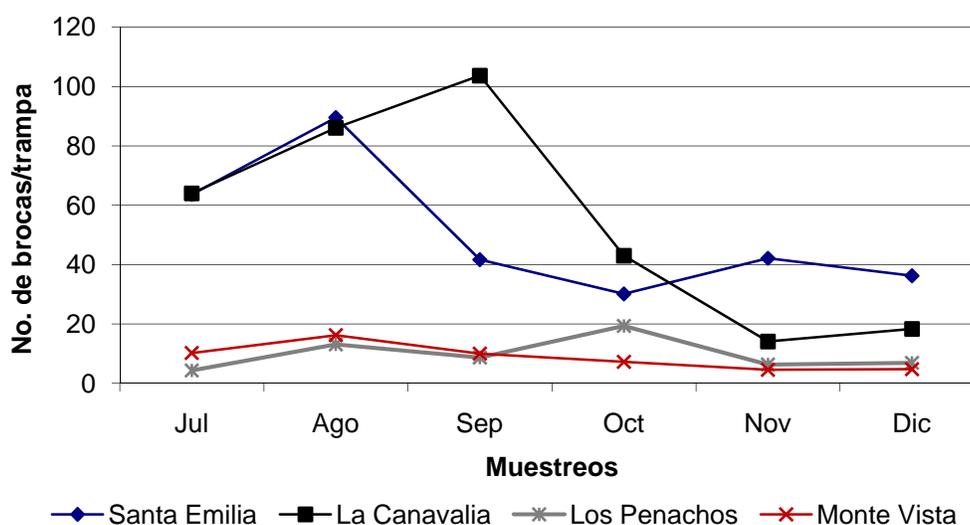


**Figura 2. Porcentaje de frutos brocados en el periodo Junio - Diciembre 2007, en dos fincas en la zona cafetalera de Managua.**

## 4.2.2. Monitoreo de poblaciones de *H. hampei* mediante trapeo de adultos

### 4.2.2.1. Época lluviosa

En las cuatro fincas en estudio se capturaron adultos de broca mediante el trapeo; sin embargo el resultado fue variable para cada zona. Las mayores capturas se registraron en las fincas Santa Emilia y La Canavalia y las menores capturas se registraron en las fincas Los Penachos y Monte Vista (Figura 3).



**Figura 3. Promedio de individuos de *H. hampei* capturados por trampa artesanal en cuatro fincas durante el periodo Junio - Diciembre 2007, en dos zonas cafetaleras de Nicaragua**

El análisis de varianza indica que el promedio de adultos por trampa difiere significativamente entre fincas ( $P \leq 0.0227$ ) así como entre fechas de muestreo ( $P \leq 0.0001$ ). La mayor captura promedio se registró en la finca La Canavalia con 54.9 individuos por trampa/mes, seguida de la finca Santa Emilia con 50.6 individuos. La menor captura promedio se registró en la finca Monte Vista con 8.8 individuos (Cuadro 2).

La captura de adultos de *H. hampei* presentó una tendencia decreciente a medida que los frutos se encontraban mas aptos para la colonización. Esta disminución en las capturas se debe a que la broca emigra hacia los frutos atraídos por el olor desprendido por los granos de café. Este resultado se pudo constatar con el aumento de frutos brocados, siendo así que las trampas se volvieron ineficientes para la captura. La captura por mes fue diferente en cada finca, la tendencia de captura fue igual en las zonas en estudio para todas las fincas. En la finca La Canavalia se obtuvo mayor captura de adultos en Septiembre con 933 y la menor captura en Noviembre con 127. En Santa Emilia la mayor captura fue en Agosto con un total de 806 adultos y la menor en el mes de Octubre con 271. En las fincas ubicadas en El crucero la

mayor captura se registró en Octubre con 174 y en Julio la menor con 39 para la finca Los Penachos y en la finca Monte Vista la mayor captura se registró en Agosto con 146 y la menor en Noviembre con 41. Estas altas capturas entre los meses de Agosto y Septiembre en las fincas de la zona cafetalera del norte se pueden atribuir a que se dio la emigración de broca de los frutos provenientes de las floraciones locas a los frutos provenientes de la floración principal por lo que durante el vuelo estas fueron atraídas hacia las trampas.

La captura de adultos no tuvo igual tendencia que los otros métodos ya que a medida que incrementó el porcentaje de frutos brocados y el número de individuos encontrados en la disección de frutos, el número de adultos capturados disminuyó.

**Cuadro 2. Promedios de capturas de *H. hampei* y resultado de la separación de medias por mes de muestreo (Tukey;  $\alpha=0.05$ )**

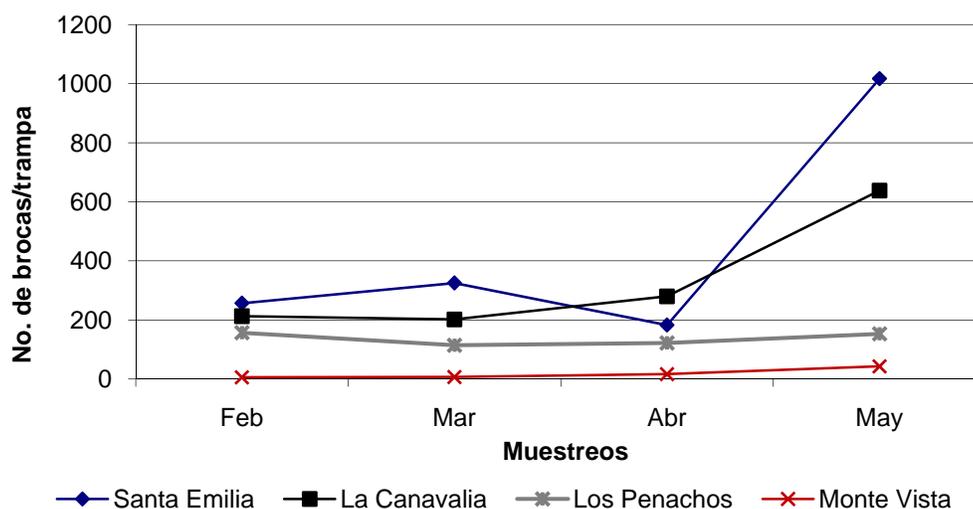
Fincas	Medias	Categoría	Mes	Medias	Categoría
La Canavalia	54.87	A	Agosto	51.52	A
Santa Emilia	50.56	A	Septiembre	41.00	AB
Los penachos	9.78	B	Julio	35.56	B
Monte vista	8.83	B	Octubre	24.91	BC
			Noviembre	16.78	C
			Diciembre	16.56	C

R<sup>2</sup>: 0.70 CV: 35.69

Los resultados demuestran que la mayor captura de *H. hampei* se registró en el mes de Agosto con promedio de 51.5 individuos, seguido del mes de Septiembre con 41.0 individuos y la menor captura registrada fue de 16.6 individuos correspondiente al mes de Diciembre (Cuadro 2).

#### 4.2.2.2. Época seca

En las cuatro fincas en estudio se logró captura de adultos de broca; sin embargo el resultado fue variable para cada zona. Las mayores capturas se registraron en las fincas Santa Emilia y La Canavalia localizadas a la zona cafetalera norte y las menores capturas se registraron en las fincas Los Penachos y Monte Vista en la zona cafetalera del pacifico (Figura 4).



**Figura 4. Promedio de individuos de *H. hampei* capturados por trampa artesanal en cuatro fincas durante el periodo Febrero - Mayo 2008, en dos zonas cafetaleras de Nicaragua**

El análisis de varianza indica que en esta época, el número promedio de adultos capturados difiere significativamente entre fincas ( $P \leq 0.0514$ ) así como entre fechas de muestreo ( $P \leq 0.0001$ ). La mayor captura se registró en la finca Santa Emilia con 445.6 individuos por trampa, seguida de la finca La Canavalia con 333.2 individuos. La menor captura registrada fue de 18.0 individuos en la finca Monte Vista (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Promedios de capturas de *H. hampei* y resultado de la separación de medias por mes de muestreo (Tukey;  $\alpha = 0.05$ ).**

Fincas	Medias	Categoría	Mes	Medias	Categoría
Santa Emilia	445.6	A	Mayo	462.9	A
La Canavalia	333.2	AB	Marzo	181.6	B
Los penachos	136.7	BC	Febrero	158.1	B
Monte vista	18.0	C	Abril	130.9	B

$R^2: 0.71$  CV: 41.24

Los resultados demuestran que la mayor captura de *H. hampei* se registró en el mes de Mayo con promedio de 462.9 individuos por trampa, seguido del mes de Marzo con 181.6 individuos. La menor captura registrada fue de 130.9 individuos correspondientes al mes de Abril (Cuadro 3).

Las capturas fueron diferentes para cada zona, presentándose mayores capturas en la zona cafetalera de Matagalpa que en la de El Crucero, Managua. Esto puede deberse a que en la zona norte las condiciones climatológicas presentes favorecen el desarrollo de la plaga. Al contrario con la zona del pacifico donde existen condiciones adversas al desarrollo de la plaga como la altitud( menor a 800 m.s.n.m )y temperaturas por encima de los 25<sup>0</sup>C;. Las bajas capturas en la zona del pacifico se pueden atribuir a que en la finca Monte Vista históricamente no se ha registrado alta incidencia de broca por lo ausencia de una fuente de infestación cercana a la finca, además de que en esta se realizan practicas culturales (repela y pepena). En la finca Los Penachos la baja captura se puede atribuir a que en años anteriores al estudio, en esta finca se realizó un control exhaustivo de la plaga con el uso del trapeo masivo en el periodo de inter cosecha, prácticas culturales (repela y pepena) y aplicación de químicos (Endosulfán).

En esta época (Febrero a Mayo del 2008) las capturas fueron mayores en comparación con la época de invierno (Julio a Diciembre del 2007), además de mostrar una tendencia creciente. Las capturas en la época lluviosa que correspondió de Julio a Diciembre del 2007 fueron mucho menores que en la época seca de Febrero a Mayo del 2008, tendiendo a disminuir aún más con el desarrollo del fruto. Esta disminución en las capturas se debe a que la broca emigra hacia frutos verdes atraídos por el olor desprendido por los granos de café. Este resultado se pudo constatar con el aumento de frutos brocados, siendo así que las trampas se volvieron ineficientes para la captura.

Estos resultados coinciden con un estudio realizado por Quintero y Morales (1996) en el cual encontraron menor captura en la época lluviosa tendiendo a disminuir al acercarse la cosecha de los frutos.

Las capturas en las trampas en la época seca (Febrero-Mayo 2008) fueron más efectivas en Mayo y Marzo con máximo de 16664 y 5835 individuos capturados respectivamente. Se capturó una mayor cantidad de adultos de broca al no haber frutos en los árboles para alimentarse y reproducirse, es decir, ya no se estaba liberando una alta tasa de semioquímicos volátiles por los frutos de café en consecuencia solamente se dirige a las fuentes que están liberando los químicos volátiles colocados en las trampas. En Mayo se observó la mayor captura, a este resultado se le atribuye que en este mes se da inicio a la época lluviosa dando consigo el aumento en la humedad relativa por lo que la broca es incitada a abandonar masivamente los frutos residuales de la cosecha anterior en busca de frutos disponibles procedentes de las floraciones locas ocurridas entre Enero y Febrero (Borbón, 2004).

Estos resultados en las capturas coinciden con estudios realizados por Barrera *et al.* (2004) en el cual registraron mayores capturas en el mes de Mayo seguido por el mes de Marzo.

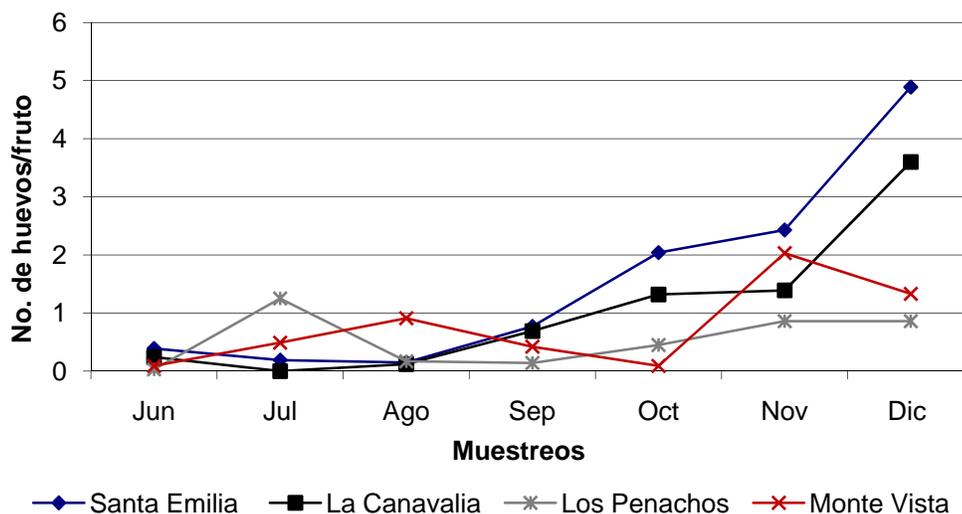
### 4.2.3. Monitoreo de población a través de disección de frutos

#### 4.2.3.1. Época lluviosa.

En los resultados se observa que hubo variación para cada finca, así como para cada estado biológico de *H. hampei* por finca. En general se observa que para cada estado inmaduro de la broca la finca Santa Emilia registró los mayores valores como promedio por fruto brocado, seguida de la finca La Canavalia. Los menores valores en cuanto al promedio de estados inmaduros de broca por fruto brocado se observan en la finca Los Penachos.

Los resultados demuestran que aunque en bajas cantidades, desde el primer muestreo se observó la presencia de huevos en cada una de las fincas en estudio. El mayor número promedio de huevos por fruto brocado fue de 1.5 y lo registró la finca Santa Emilia, seguido por la finca la Canavalia con 1.05 huevos por fruto brocado. El menor valor lo registró la finca Los Penachos con un número promedio de 0.5 huevos por fruto brocado (Figura 5).

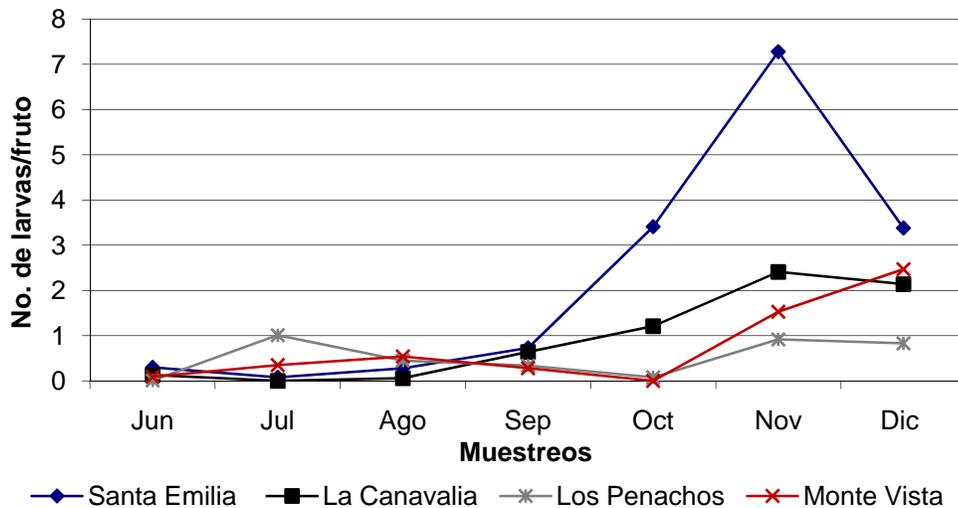
La presencia de huevos en las fincas Santa Emilia y La Canavalia presentan una tendencia ascendente a través del tiempo. En el mes de Diciembre estas registraron sus mayores valores con promedios de 4.9 y 3.6 huevos por fruto brocado respectivamente. Al contrario de la finca Monte Vista que registró dos picos, uno en el mes de Agosto con 0.91 y el otro en Noviembre con 2.0. En la finca Los Penachos se observó esta misma tendencia, observándose dos picos, uno en el mes de Junio con un promedio de 1.3 huevos por fruto brocado y el otro en el mes de Noviembre con 0.9, el cual se mantuvo constante hasta el mes de Diciembre (Figura 5).



**Figura 5. Fluctuación del promedio de huevos de *H. hampei* por fruto en cada una de las fincas en estudio durante el período lluvioso (Junio –Diciembre) del 2007.**

Desde el primer muestreo realizado en el mes de Junio, se observó la presencia de larvas aunque en bajas poblaciones en todas las fincas en estudio. Al igual que en los casos de huevos, en la finca Santa Emilia fue donde se registró la mayor cantidad, con un promedio de 2.2 larvas por fruto, seguido de la finca La Canavalia con un promedio de 0.9 larvas por fruto. El menor valor se observó en la finca Los Penachos con un promedio de 0.5 larvas por fruto brocado (Figura 6).

La tendencia del número de larvas por fruto brocado que presenta las fincas Santa Emilia y La Canavalia es ascendente a través del tiempo, observándose los mayores promedios de larvas por fruto brocado en el mes de Noviembre con 7.3 y 2.4 respectivamente. A diferencia de las fincas Los Penachos y Monte Vista donde se observaron dos picos. En la finca Los Penachos se observó un pico en el mes de Julio con 1.0 larvas como promedio por fruto brocado y otro en Noviembre con 0.9 larvas por fruto. La finca Monte Vista registró un pico en el mes de Agosto con un promedio de 0.5 y el otro en el mes de Diciembre con 2.5 larvas por fruto brocado (Figura 6).

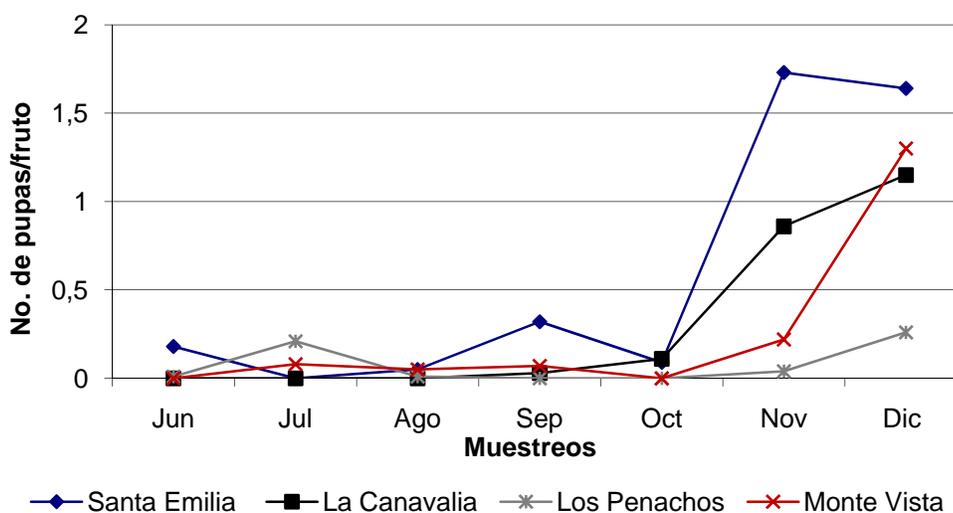


**Figura 6. Fluctuación del promedio de larvas de *H. hampei* por fruto en cada una de las fincas en estudio durante el período lluvioso (Junio – Diciembre) del 2007**

La presencia de pupas se registró desde el primer muestreo, pero solo en las fincas Santa Emilia y Los penachos con valores muy bajos, además de no haberse registrado en otras fechas posteriores en todas las fincas en estudio. Este estado se presentó con mayor valor como promedio por fruto brocado en la Finca Santa Emilia con 0.6, seguido de la finca La

Canavalia con 0.3. El menor valor lo registró la finca Los Penachos con 0.07 pupas como promedio por fruto brocado (Figura 7).

En las fincas Santa Emilia y Los Penachos se observó mucha variación del promedio de pupas por fruto, observándose dos picos. La finca Santa Emilia presenta un pico en el mes de Septiembre con un promedio de 0.3 pupas por fruto brocado y otro en Noviembre con 1.7. La finca Los Penachos presenta un pico en el mes de Julio con 0.2 pupas por fruto brocado y el otro en el mes de Diciembre con 0.3. En las fincas La Canavalia y Monte Vista se observó una tendencia similar, observándose valores muy bajos durante los primeros meses, y con un aumento después del mes de Octubre para observar sus mayores valores en el mes de Diciembre con 1.2 y 1.3 pupas por fruto respectivamente (Figura 7).

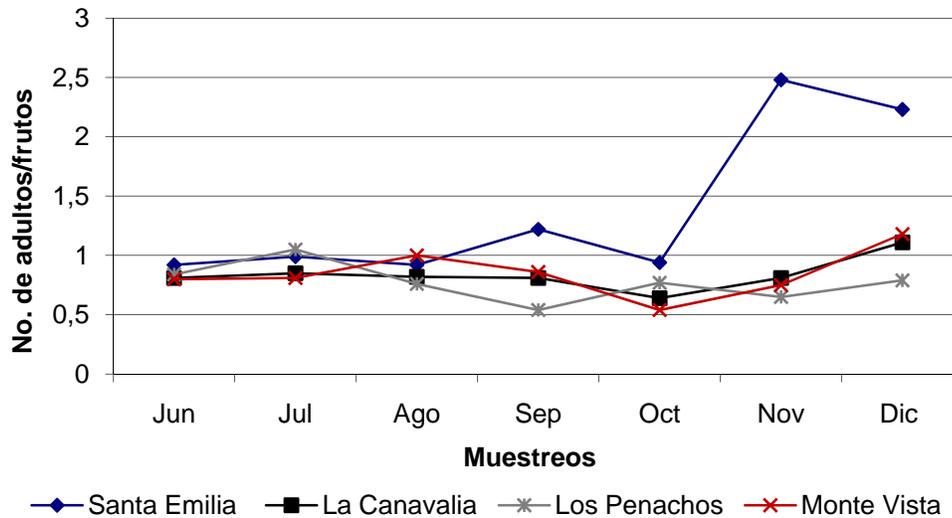


**Figura 7. Fluctuación del promedio de pupas de *H. hampei* por fruto en cada una de las fincas en estudio durante el período lluvioso (Junio – Diciembre) del 2007.**

Desde el primer muestreo realizado en Junio se observó la presencia de adultos en todas las fincas en estudio. El mayor valor como promedio de adulto por fruto brocado se observó en la finca Santa Emilia con 1.4. Las demás fincas registraron un valor de 0.8 como promedio de adulto por fruto brocado (Figura 8).

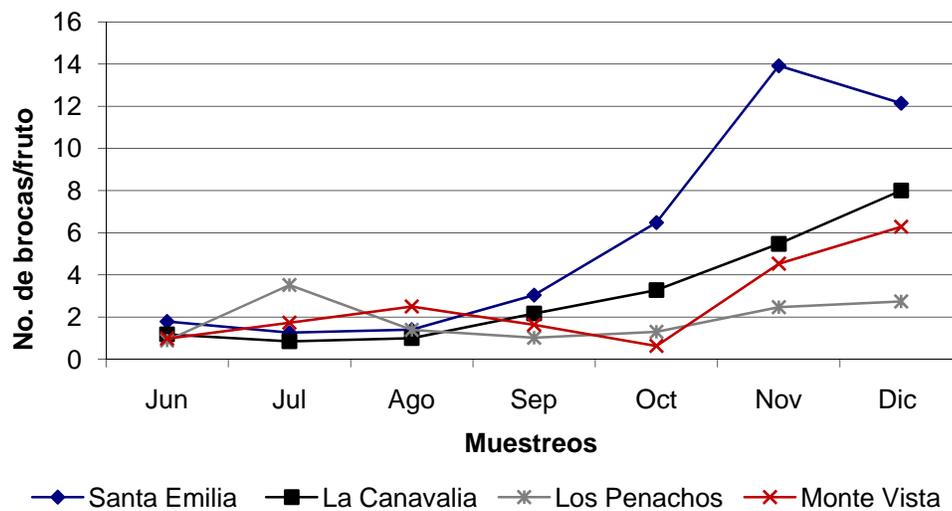
Este estado biológico de la broca presenta diferencias entre fincas, es así que la finca Santa Emilia presenta dos picos uno en el mes de Septiembre con 1.2 adultos como promedio por fruto brocado y el otro en el mes de Noviembre con 2.5. En las fincas La Canavalia y Monte Vista se observa una fluctuación similar, observándose sus mayores valores de adulto por fruto brocado en el mes de Diciembre con 1.1 y 1.8 respectivamente. En la finca Los Penachos se

observa que el mayor valor promedio de adulto por fruto brocado es de 1.0 y se registró en el mes Julio (Figura 8).



**Figura 8. Fluctuación del promedio de adultos de *H. hampei* por fruto en cada una de las fincas en estudio durante el período lluvioso (Junio – Diciembre) del 2007.**

En las fincas Santa Emilia y La Canavalia, se observó con mayor claridad un incremento en cuanto al número de huevos, larvas, pupas y adultos de la broca al avanzar el desarrollo el fruto lo que se ve claramente en la figura 9.



**Figura 9. Fluctuación del promedio del total de *H. hampei* por fruto en cada una de las**

## fincas en estudio durante el período lluvioso (Junio – Diciembre) del 2007.

Los resultados encontrados en las fincas Los Penachos y Monte Vista, presentan una fluctuación diferente en cuanto a la variación de los huevos, larvas, pupas y adultos de la broca que se ve claramente en la figura 8. Ese pico observado en el mes de Julio para la finca Los Penachos y en el mes de Agosto para la Finca Monte Vista se puede atribuir a que las floraciones locas ocurridas (Enero - Febrero) en esta zona fueron altas dando pauta a la formación de un alto porcentaje de frutos aptos para ovipositar, para luego observarse un descenso entre los meses de Agosto y Octubre debido a la recolección de esos frutos por consecuencia del graniteo. El aumento registrado en el mes de Noviembre en los estados biológicos de la broca, es probable que se de por el aumento de frutos aptos para ovipositar provenientes de la floración principal ocurridas (Mayo – Junio). Pero de forma general se denota en ambas zonas que a medida que avanza el desarrollo del fruto también aumenta el número de estados biológicos de la broca, lo cual se puede observar claramente en las curvas del total de estados biológicos (Gaviria *et al.*, 1995). Según estos resultados aunque el promedio de estados biológicos de broca por fruto son bajos, se considera que en el mes de Junio se debe iniciar un manejo de la plaga. También se puede observar la presencia de huevos desde el primer muestreo lo que nos lleva a deducir que probablemente en este mes se de el inicio al desarrollo de la primera generación de la plaga.

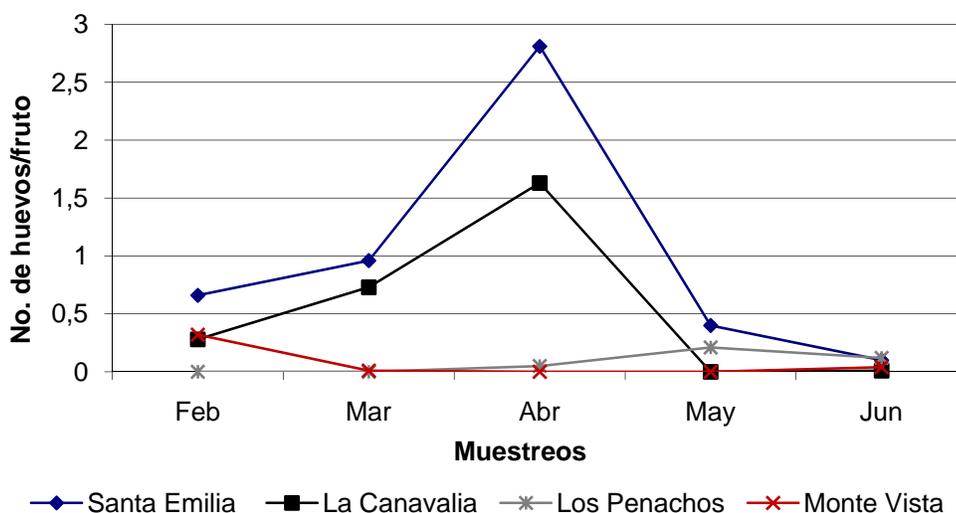
### 4.2.3.2. Época seca

Los resultados variaron en cada uno de los muestreos realizados, así como para cada finca, siendo la finca Santa Emilia la que siempre presentó las mayores cantidades de individuos de *H. hampei* en cada una de las fases del ciclo de vida.

En los resultados se puede observar que hubo presencia de huevos de *H. hampei*, pero con valores bajos desde el primer muestreo realizado en Febrero, a excepción de la finca Los Penachos en la cual no hubo presencia de huevos. Este estado se presenta en mayor promedio por fruto brocado en la finca Santa Emilia con 0.7, seguido de la finca La Canavalia con 0.4. El menor valor se observa en las fincas Los Penachos y Monte Vista con 0.5 de huevos como promedio por fruto brocado para ambas fincas (Figura 10).

La presencia de huevos de *H. hampei* muestra diferencias en cuanto a la fluctuación para cada zona, pero si una similitud de fluctuación para las fincas de Matagalpa (Santa Emilia y La Canavalia) las que muestran una fluctuación similar registrando en el mes de Abril el mayor promedio de huevos por fruto brocado con 2.8 y 1.6 respectivamente. Mientras la finca los

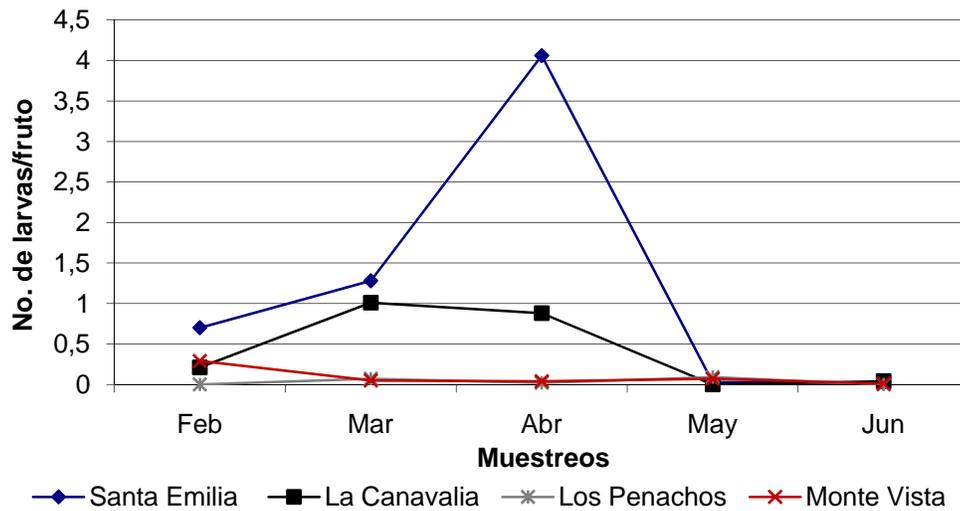
Penachos presenta su mayor valor en el mes de Mayo con 0.2 y la finca Monte Vista en el mes de Febrero con 0.3 huevos como promedio por fruto brocado (Figura 10).



**Figura 10. Fluctuación del promedio de huevos de *H. hampei* por fruto en cada una de las fincas en estudio durante el período seco (Febrero – Junio) del 2008.**

El estado larval se presentó desde el primer muestreo a excepción de la finca Los Penachos en la cual no hubo presencia de este estado biológico de *H. hampei*. El mayor valor promedio de larvas registrado corresponde a la finca Santa Emilia con 0.9, seguido de la finca La Canavalia con 0.3. El menor valor registrado se observa en la finca Los Penachos con 0.02 larvas como promedio por fruto brocado (Figura 11).

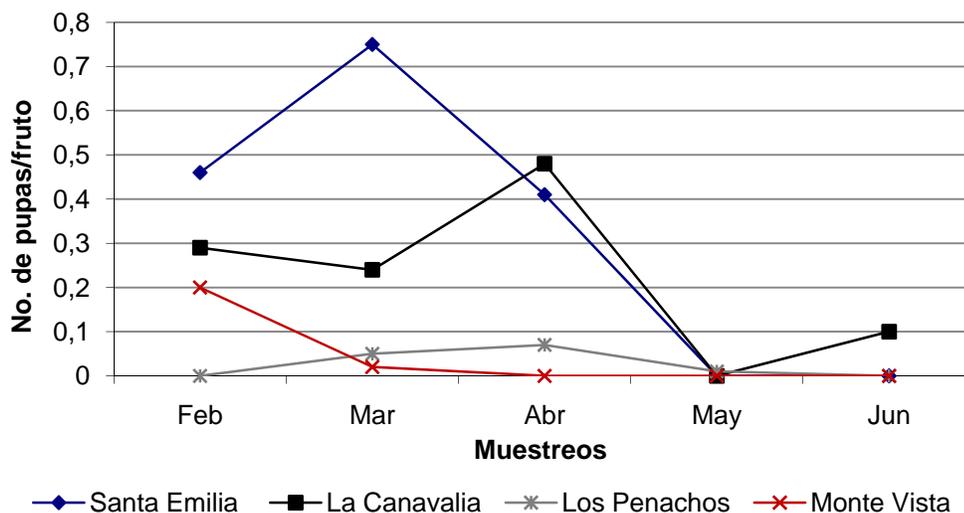
En cuanto a la fluctuación del número de larvas por fruto brocado se observó una dinámica diferente en cada finca. Se observa que desde el Mes de Febrero hasta el mes de Abril el promedio de larvas por fruto brocado tiende a aumentar en la finca Santa Emilia, observándose que en el mes de Abril alcanza un valor máximo de 4 larvas por fruto. La finca La Canavalia su máximo valor en el mes de Marzo con 1.0. Las fincas Los Penachos y Monte Vista registran promedios de larvas por fruto muy bajos con 0.9 y 0.29 respectivamente, en los meses de Mayo y Febrero respectivamente (Figura 11).



**Figura 11. Fluctuación del promedio de larvas de *H. hampei* por fruto en cada una de las fincas en estudio durante el período seco (Febrero – Junio) del 2008.**

En cuanto al estado de pupa, este se observó desde el primer muestreo con valores muy bajos, a excepción de la finca Los Penachos en la cual no se registró presencia. El mayor promedio de pupas por fruto se registró en las fincas Santa Emilia y La Canavalia con 0.2, seguido de la finca Monte Vista con 0.03. El menor promedio fue de 0.01 larvas por fruto y se registró en la finca Los Penachos (Figura 12).

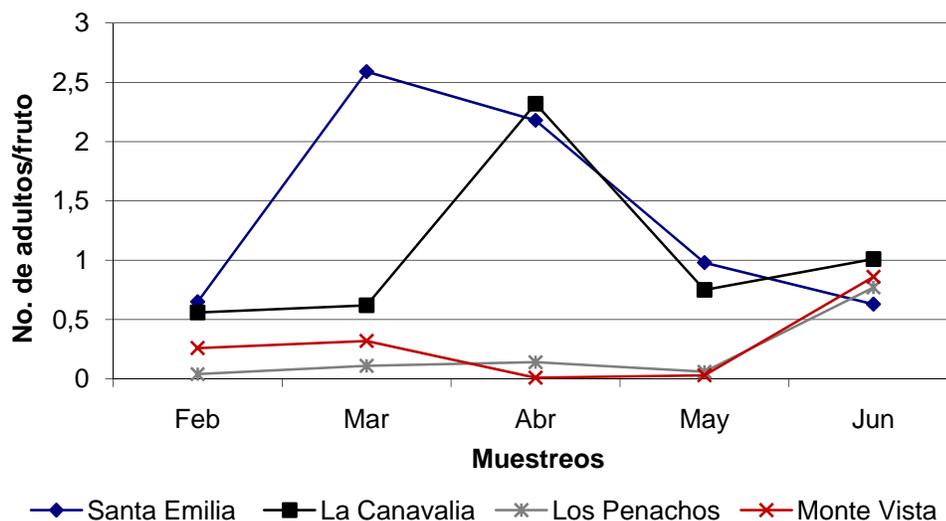
La fluctuación de este estado fue diferente para cada finca. El mayor promedio de pupas por fruto brocado se observó en el mes de Marzo con 0.8 para la finca Santa Emilia, en el mes de Abril para la finca La Canavalia con 0.5 y Los Penachos con 0.07. En el mes de Febrero la finca Monte Vista registró 0.2 pupas como promedio por fruto. Estos valores tienden a descender después de las fechas en la que se observó el mayor valor para cada finca (Figura 12).



**Figura 12. Fluctuación del promedio de pupas de *H. hampei* por fruto en cada una de las fincas en estudio durante el período seco (Febrero – Junio) del 2008.**

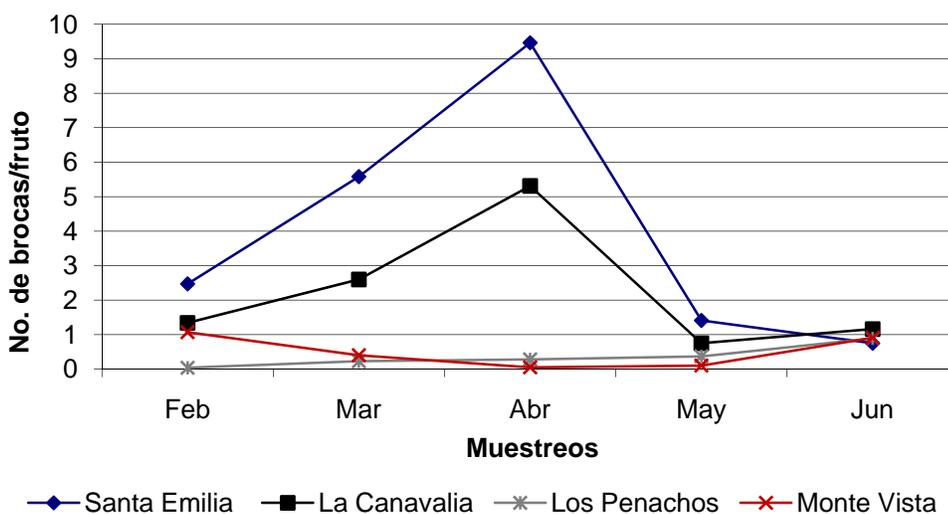
El adulto de *H. hampei* se presentó desde el primer muestreo con valores muy bajos a excepción de la finca Los Penachos en la que no se observó presencia de este estado. El mayor valor como promedio por fruto fue de un adulto y se registró en la finca Santa Emilia, seguido de la finca La Canavalia con 0.8. El menor promedio fue de 0.2 y se registró para las fincas Los Penachos y Monte Vista (Figura 13).

Este estado presenta mucha fluctuación para cada finca y para cada fecha de muestreo. El mayor valor promedio registrado fue de 2.6 adultos por fruto en el mes de Marzo para la finca Santa Emilia y 2.3 en el mes de Abril para la finca La Canavalia, estos resultados registran tendencia a disminuir el promedio de adultos por fruto después de alcanzar el máximo valor registrado. Las fincas Los Penachos y Monte Vista presentan valores muy bajos, registrando una tendencia similar entre sí, ya que después de Mayo se observa en las dos un aumento y alcanzar su máximo valor de adultos como promedio por fruto de 0.8 y 0.9 respectivamente (Figura 13).



**Figura 13. Fluctuación del promedio de adultos de *H. hampei* por fruto en cada una de las fincas en estudio durante el período seco (Febrero – Junio) del 2008.**

Al observar la curva del total de individuos de *H. hampei* por finca podemos notar que presentan similitud de fluctuación por zona. Los valores máximos para las fincas de Matagalpa se presentaron durante el mes de Abril con tendencia a disminuir después de esta fecha. Al contrario de la fincas de El Crucero que mantuvieron valores bajos en comparación con los que se registran en las fincas de Matagalpa con tendencia a un aumento acelerado después del mes de Mayo y en el ultimo muestreo correspondiente al mes de Junio todas las fincas registran valores similares (Figura 14).



**Figura 14. Fluctuación del promedio del total de *H. hampei* por fruto en cada una de las**

### **fincas en estudio durante el período seco (Febrero – Junio) del 2008.**

De forma general se observó que la broca siguió reproduciéndose dentro de los frutos residuales que se encuentran ya sea en el suelo o en la planta, pero con valores bajos. Se observa en la figura 13 que en la zona cafetalera de Matagalpa la broca se reproduce desde el primer muestreo con tendencia de aumento hasta el mes de Abril, notándose una tendencia a disminuir después de este muestreo. Al contrario de las fincas de la zona cafetalera de Managua que se observan valores bajos y permanecen constantes con un aumento en el mes de Mayo. Estos bajos valores en cada uno de los estados biológicos de *H. hampei* se atribuye a que en esta época denominada “período de inter cosecha” no hay presencia de frutos aptos para reproducirse y alimentarse por lo que la broca es obligada a entrar en diapausa reproductiva. En cuanto a la disminución en la población del estado adulto de la broca dentro de los frutos residuales se puede atribuir a que la broca comienza a abandonar los frutos residuales para ir en busca de nuevos frutos y colonizarlos (Barrera *et al.*, 2004). Además se observa que la población de huevos y adultos encontrada en el primer muestreo realizado en Junio del 2007 son similares a los encontrados en el último muestreo correspondiente al mes de Junio del 2008 con lo que podemos decir con mayor confianza que en este mes se debe dar inicio al manejo de la plaga (Monzón, 2004) y que en este mismo mes se da inicio a la primera generación de la broca por la presencia de los primeros huevos. Estos resultados no coinciden con los encontrados por Gaviria *et al.*; 1995 quienes encontraron los primeros adultos y huevos hasta Julio.

### **4.3. Relación entre porcentaje de frutos brocados, disección de frutos brocados y adultos capturados mediante trampeo en la época lluviosa (Junio- Diciembre 2007)**

Los datos indican una asociación positiva con  $r=0.59$  y  $P \leq 0.001$  entre el porcentaje de frutos brocados con el total de insectos (adultos y estados inmaduros) obtenidos a partir de la disección de frutos brocados. También existe correlación positiva entre frutos brocados con cada uno de los estados inmaduros (huevo, larva, pupa) y adulto, presentando mayor asociación con el estado adulto ( $r=0.62$ ).

Los coeficientes de correlación entre total de insectos (adultos y estados inmaduros) y cada uno de los estados inmaduros variaron de 0.86 a 0.94 presentando una alta significancia  $P \leq 0.0001$ . De igual forma se presenta asociación entre cada uno de los estados inmaduros (huevo, larva, pupa) y adulto entre sí, presentando coeficientes de correlación que varían de 0.6870 a 0.81511 y con alta significancia  $P \leq 0.0001$ . Esto indica que el número de individuos en un determinado estado de desarrollo depende directamente del número de individuos en otro estado de desarrollo.

No se encontró correlación entre la población de adultos capturados mediante trampeo y el porcentaje de frutos brocados, ni con la población encontrada mediante disección de frutos indicando que el número de adultos capturados mediante trampeo no tiene relación alguna con los otros métodos de muestreo.

Al encontrarse correlación entre porcentaje de frutos brocados y disección de frutos brocados, se realizó regresión lineal, cuya ecuación es  $Y = 72.02 + 2.74X$ , con un valor  $p < 0.0002$ , el valor del coeficiente de regresión es 2.74. Este coeficiente indica que por cada uno por ciento de frutos brocados que aumente, aumenta en 2.74 individuos el total de población dentro de los frutos.

En base a los resultados encontrados entre los tres métodos de muestreo (porcentaje de frutos brocados, disección de frutos brocados y trampeo) podemos aseverar que existe una estrecha asociación positiva entre los métodos porcentaje de frutos brocados y disección de frutos brocados. Lo que nos permite estimar con aproximación aceptable el nivel de infestación de broca presente en un cafetal en base al uso del método porcentaje de frutos brocados. Todo lo contrario sucede con las trampas ya que no presenta ninguna correlación con los otros dos métodos. A partir de esto se puede decir que las trampas no son un buen estimador de poblaciones más aún en época lluviosa que se vuelven menos eficientes por la presencia de frutos, por lo que se sugiere que en vez de usar la trampa para cuantificar poblaciones se debe utilizar como método de control, principalmente en el periodo de inter cosecha ya que en este periodo el trampeo se torna eficiente en el manejo de poblaciones de *H. hampei* dando muy buenos resultados de captura.

#### **4.5. Relación entre adultos capturados mediante trampeo y disección de frutos brocados de Junio 2007 a Junio 2008.**

Los datos indican una alta asociación positiva del total de disección con cada uno de los estados inmaduros (huevo, larva, pupa) y adulto. Todos estos coeficientes de correlación fueron altos registrándose para los estados inmaduros (huevo, larvas, pupas) un  $r=0.91$ ,  $0.94$  y  $0.88$  respectivamente y adultos con un  $r=0.80$  presentando una alta significancia  $P \leq 0.0001$  para todos los estados. De igual forma existe alta correlación de los estados inmaduros (huevo, larva, pupa) y adultos entre sí, presentando coeficientes de correlación que variaron de  $0.66$  a  $0.79$  y con alta significancia  $P \leq 0.0001$ . Todo lo contrario sucede con la variable trampa ya que esta no presenta correlación con ninguna de las otras variables (total de disección, huevo, larva, pupa y adulto).

Los resultados indican que el total de individuos encontrados en la disección depende de forma directa del número de estados inmaduros presentes en la disección por lo que variarían

en la misma forma .La falta de correlación entre el método de trapeo y disección indica que el numero de adultos capturados mediante el trapeo no tienen relación alguna con el numero de individuos encontrados en la disección, ambos métodos son independientes.

Cabe mencionar que se realizó correlación por zona encontrándose que en la zona cafetalera de El Crucero, Managua el porcentaje de frutos brocados no tiene correlación con ninguna de las otras variables en estudio (total de disección, huevo, larva, pupa, adulto y trampa). Esto puede ser atribuido a que los niveles de infestación que se observaron en esta zona fueron muy bajos en comparación con los datos encontrados en el total de individuos encontrados en la disección de frutos, además entre fechas los resultados de ambos muestreos presentan mucha variación generando así que no exista correlación entre los métodos de muestreo y las variables comparadas.

## V. CONCLUSIONES

El mayor porcentaje de frutos brocados, mayor número de insectos por trampa y mayor promedio de insectos por fruto brocado se observó en la zona cafetalera de Matagalpa.

El porcentaje de frutos brocados en la zona de Matagalpa presentó un incremento progresivo durante el periodo de formación y maduración de los frutos y con los mayores niveles de población entre los meses de Octubre y Diciembre.

Las capturas de adultos mediante trampeo disminuyeron a medida que se ocurría la formación y maduración de los frutos, mientras que en la época seca fue donde se registraron las mayores capturas.

El número promedio de estados inmaduros y adultos de broca por fruto disectado aumentó durante el periodo de desarrollo del fruto.

Los mayores promedios de larvas, pupas y adultos por fruto se observaron en el mes de Noviembre, mientras que el mayor promedio de huevos se encontró en el mes de Diciembre.

Se encontró una estrecha asociación positiva entre el porcentaje de frutos brocados y la población total de *H. hampei* encontrada por disección de frutos brocados.

No se encontró relación alguna entre el total de adultos capturados mediante trampeo y la población de broca estimada mediante los otros métodos.

Por su facilidad de realización, precisión y bajo costo, el método de estimación de la población de *H. hampei* mediante observación visual de frutos brocados resultó ser el más efectivo.

## VI. RECOMENDACIONES

Por su eficiencia, facilidad de realización y bajos costos se recomienda usar el método porcentaje de frutos brocados para estimar poblaciones de broca .

Hacer uso de trampas artesanales como método de manejo para poblaciones de broca para disminuir el alto uso de productos químicos, estas deberán usarse en el periodo seco (periodo inter cosecha).

Dado que la broca rompe su diapausa reproductiva a la entrada del invierno, se recomienda aplicar *B. bassiana* en el mes de Junio para manejar aquella población que no logró capturarse en las trampas.

## VII. LITERATURA CITADA

Alonzo, F. 1983. Biología de la broca del fruto del café. *In*: La Broca y su Control. IICA- PROMECAFE. P42-47.

Alonzo, F.R. 1984. El problema de la Broca (*Hypothenemus hampei*) (Coleóptera: Scolytidae) y la Caficultura. Aspectos relacionados con importancia, daño, identificación, biología, ecología y control. IICA-PROMECAFE, San José (Costa Rica). 242p.

Baker, P. S; Barrera, J. F; Rivas, A. 1992. Life-history studies of the coffee berry borer (*H. hampei*) on coffee trees in southern Mexico. *Journal of Applied Ecology*. 29:656-662.

Baker, P. S; Rivas, A; Balbuena, R; Ley, C. 1994. Abiotic mortality factors of the coffee berry borer (*H. hampei*). *Entomol. exp. appl.* 71:201-209.

Baker, P. S. 1999. La broca del cafeto y su manejo en Mexico (Coleóptera, Scolytidae). *Folio Entomológica Mexicana*. 61:29-41.

Banco central de Nicaragua .2007.Nicaragua en cifras (en linea).Consultado 20 febrero 2009. Disponible en <http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/nicaraguacifras/2006/Folletin2006.pdf>

Barrera, J.F. 1988. Dynamique des populations du Scolyte des fruit du cafier, *Hypothenemus hampei*, et lutte biologique avec le parasitoide *Cephalonomia stephanoderis*, au Chiapas, Mexique. Tesis. Université Paúl Sabatier, Toulouse (France), 1994. 301p.

Barrera, J. F; Herrera, J; Valle, J. 2002. Efecto del color de las Trampas artesanales en la Captura de la Broca del Café: Implicaciones en Dispersión y Muestreo. *Entomología Mexicana*, v.4. p.542-548.

Barrera, *et al.* 2004. Aplicación de Trampas para el monitoreo de la Broca del Café. *In*: Manejo da Broca do Café, Workshop Internacional. Londrina-Paraná- Brasil. p.95-112.

Barrera, J. F *et al.* 2006. Trampas de Metanol-Etanol para la Detección, Monitoreo y control de la Broca del Café *Hypothenemus hampei*. *In*. Barrera, J.F; Montoya, P (Eds) Simposio Sobre Trampas y Atrayentes en Detección, Monitoreo y Control de Plagas de Importancia Económica. Tapachula (México). Sociedad Mexicana de Entomología y el colegio de la Frontera Sur. p.71-95.

Barrera, J. F *et al.* 2006. Bases para la Aplicación de Sistema de Trampas y Atrayentes en Manejo Integrado de plagas. *In*. Barrera, J.F; Montoya, P (Eds) Simposio Sobre Trampas y Atrayentes en Detección, Monitoreo y Control de Plagas de Importancia Económica.

Tapachula (México). Sociedad Mexicana de Entomología y el colegio de la Frontera Sur. p.1-34.

Bergamin, J. 1943. Contribucao para o Conhecimento da Biología da Broca do Café (*H. hampei* Ferr 1867). Arquivos do Instituto Biológico, Brasil, v.14.p. 31-72.

Bergamin, J. 1946. A Broca do Café no Brasil. Boletím da Superintendencia dos Servicos do Café, Brasil, v.33. p. 21-22.

Barrios *et al.*, O. 1990. Perdidas de café provocadas por la broca de fruto del café en Togo *Hypothenemus hampei* (Ferr). *In*. Taller Regional Sobre la Broca del Cafeto, 4 .San Salvador (El Salvador), PROMECAFE.

Borbón, M. 2001. Perdidas de Café Provocadas por la Broca del Fruto del Cafeto (*Hypothenemus hampei* Ferr) en Togo. Programa Cooperativo ICAFE-MAG.Costa Rica

Borbón, O. 2004. Eficacia de las Trampas de vasos para el Monitoreo y Control de la Broca del Café *Hypothenemus hampei* (Coleóptera: Curculionidae) en Costa Rica y Nicaragua. *In*: Manejo da Broca do Café, Workshop Internacional. Londrina- Paraná- Brasil. p.113-135.

CATIE. 1997. Guías y Herramientas para La Implementación de Manejo Integrado de Plagas con Caficultores. Proyecto CATIE-INTA/MIP. Managua, Nicaragua.s.p.

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.

Gaviria, A; Cárdenas, R; Montoya, E; Madrigal, A. 1995. Incremento Poblacional de la Broca del Café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) relacionado con en desarrollo del fruto del cafeto. Revista Colombiana de Entomología. 21(3):145-151.

Guharay, F; Monterroso, D; Monterrey, J; Staver, C. 2000. Manejo Integrado de Plagas en el Cultivo de Café. CATIE, Managua, Nicaragua. 267p. (Serie Técnica.Manual Técnico No 44).

Guzmán, R; Castillo, M; López, L. 1997. Fluctuación Poblacional de la Broca del Grano del Cafeto (*Hypothenemus hampei* Ferr) en dos Zonas Cafetaleras de la Republica Dominicana. *In*.IICA/PROMECAFE. Memorias de XVIII Simposio Latinoamericano de Caficultura (16-18 Septiembre 1997 San José, Costa Rica). p 303-316.

Jarquín et al., 2002. Avances de los estudios ecológicos de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae): Bulletin of Entomological Research, v. 96, p. 1-12, 2006.

Le Pelley, R.H. 1973. Las Plagas del Café. Editorial Labor S.A. Barcelona.1973. 693p.

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.

Mendoza, M. 1991. Evaluación del Daño ocasionado por la Broca del Café *Hypothenemus hampei* Ferrari (1867), en los primeros estados de desarrollo del fruto en dos zonas cafetaleras del departamento de valle del Cauca. *In: Congreso de las Sociedad Colombiana de Entomología*, 23, 1996, Cartagena (Colombia).

MIDINRA. 1988. Guía Fitosanitaria para el Cultivo del Cafeto con Énfasis en la Broca del Café (*Hypothenemus hampei* Ferr). Managua, Nic. 36p.

Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR).2007.Informe anual de estadísticas (en línea).Consultado 20 febrero 2009. Disponible en <http://www.magfor.gob.ni/estadisanual.htm>

Ministerio de fomento , industria y comercio.Anuario estadístico 2004 -2005(en línea).Consultado el 25 febrero 2009. Disponible en <http://www.mific.gob.ni/Anua0405>

Montoya, E.C. 1999. Caracterización de la infestación de café por la broca y efecto del daño en la calidad de la bebida. *Cenicafe*. Colombia, v.50, p245-258.

Montoya, E; Orozco, G. 2005. Evaluación de un Método de Muestreo para Estimar la Infestación de *Hypothenemus hampei*. *Cenicafe*. 56(3):237-249.

Muñoz, *et al.*, 1986.Infestación de Broca en frutos Provenientes de Diferentes Floraciones Ocurridas en los cultivares Caturra y Catimor.*In*. Taller Internacional Sobre la Broca del Fruto del Cafeto *Hypothenemus hampei* (3.1987, Guatemala). Memoria IICA.

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. 93p

Sánchez, R.1985. Biología de la Broca del Café (*Hypothenemus hampei* Ferr). *In: Curso sobre Manejo Integrado de Plagas del Cafeto, con Énfasis en la Broca del Fruto (*Hypothenemus hampei* Ferrari 1867)*. Guatemala, Julio 1985. Memorias. Guatemala; PROMECAFE-ANACAFE, 1985. p 97-104.

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. 33 p.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1. Tabla de ANDEVA de porcentaje de frutos brocados.

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F
Finca	3	7.03201691	2.34400564	7.93	0.0369
Sitio*Finca	4	1.18212898	0.29553225	8.13	<.0001
Fecha	6	2.80722812	0.46787135	12.87	<.0001
Fecha*Finca	18	4.64250681	0.25791705	7.09	<.0001
Error	808	29.37347505	0.03635331		
Total	839	60.16002926			

R<sup>2</sup>: 0.51 CV: 105.20

### Anexo 2. Tabla de ANDEVA de número de individuos capturados en trampas durante la época lluviosa.

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F
FINCA	3	269.7146872	89.9048957	10.54	0.0227
Trampa*FINCA	4	34.1123042	8.5280760	2.90	0.0231
FECHA	5	240.5667833	48.1133567	16.38	<.0001
FECHA*FINCA	15	217.0689301	14.4712620	4.93	<.0001
Error	188	552.239936	2.937446		
Total	215	1825.340604			

R<sup>2</sup>: 0.70 CV: 35.69

### Anexo 3. Tabla de ANDEVA de número de individuos capturados en trampas durante la época seca.

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F
FINCA	3	1569.128436	523.042812	6.48	0.0415
Trampa*FINCA	4	322.819195	80.704799	3.05	0.0194
FECHA	3	1454.773103	484.924368	18.35	<.0001
FECHA*FINCA	9	912.520155	101.391128	3.84	0.0003
Error	124	3276.93578	26.42690		
Total	143	11304.59730			

R<sup>2</sup>: 0.71 CV: 41.24

**Anexo 4. Muestreo de frutos brocados, trampas, daño y estados del ciclo de vida de *H. hampei***

6. Foto de realización de muestreo de frutos brocados 7. Colecta de adultos capturados en trampas



8. Fruto brocado



9. Huevos de *H. hampei*



10. Larvas de *H. hampei*



11. Pupas de *H. hampei*



12. Adulto de *H. hampei*

