

IDENTIFICACIÓN DE ENEMIGOS NATURALES DE *Hypothenemus hampei* EN LA ZONA CAFETERA CENTRAL COLOMBIANA

Leyre Yicell Vera-Montoya*, Zulma Nancy Gil-Palacio**, Pablo Benavides-Machado**

RESUMEN

VERAM., L.Y.; GIL P., Z.N.; BENAVIDES M., P. Identificación de enemigos naturales de *Hypothenemus hampei* en la zona cafetera central colombiana. *Cenicafé* 58(3):185-195. 2007.

Se realizó un estudio exploratorio en 21 fincas de los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda, con el fin de hacer un reconocimiento de parasitoides, depredadores y entomopatógenos naturales de la broca. En cada finca se recolectaron, tanto del árbol como del suelo, 400 frutos infestados en diferentes estados de maduración. El 70% de los frutos se disecaron y el 30% restante se dejaron en observación, para recolectar depredadores y parasitoides de la plaga. Los insectos se colocaron en cajas Petri con diferentes estados de la broca para comprobar su acción depredadora o parasítica, los entomopatógenos se identificaron mediante observación en el campo y aislamiento en medios de cultivo. *Prorops nasuta* se encontró en el 66,6% de los sitios muestreados. Se destacan *Monanus* sp. y *Crematogaster* sp., con porcentajes de depredación por encima del 60%, y fueron encontrados en el 95,2% y 66,6% de los sitios muestreados, respectivamente. Otros depredadores encontrados pertenecen a los órdenes Hemiptera, Dermaptera y los géneros *Solenopsis*, *Wasmannia* y *Brachymyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). Se registraron los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* e *Hirsutella* sp. atacando adultos de broca; *B. bassiana* también se encontró infectando larvas al interior de los frutos. Se resalta el hongo *Beauveria bassiana* como el enemigo natural más importante de la broca el café en el campo y por primera vez se reporta la acción del hongo sobre estados inmaduros de la broca al interior de los frutos.

Palabras clave: Depredadores, parasitoides, entomopatógenos, manejo integrado, broca del café.

ABSTRACT

An exploratory research was carried out in 21 farms located in the localities of Caldas, Quindio, and Risaralda with the objectives of recognizing parasitoids, predators and entomopathogens of coffee berry borer. In each farm 400 coffee beans infested with coffee berry borer in different stages of ripeness from both ground and coffee trees were collected. To gather the predators and parasitoids of the plague 70% of the collected coffee beans was dissected and the remaining 30% was left under observation. The insects found were located in Petri dishes with different stages of coffee berry borers in order to corroborate their parasitic or predatory effect, the entomopathogens were identified through observation under field conditions and isolation in culture media. *Prorops nasuta* was found in 66.6% of the sampled areas. *Monanus* sp. and *Crematogaster* sp. were outstanding with a predation percentage above 60% and they were found in 95.2 and 66.6% of the sampled sites, respectively. Other predators found belong to the Hemipteran and Dermapteran orders and to the genus *Solenopsis*, *Wasmannia*, and *Brachymyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). The entomopathogen fungi *Beauveria bassiana* and *Hirsutella* sp. were registered attacking adult coffee berry borers. *B. bassiana* was also found infecting larvae inside the berries. The *B. bassiana* fungus is outstanding as the most important natural enemy of coffee berry borer under field conditions and, for the first time, the action of the fungus on immature stages of coffee berry borer inside the beans is registered.

Keywords: Predators, parasitoids, entomopathogens, integrated pest management, coffee berry borer.

* Ingeniera Agrónoma. Universidad de Caldas. Manizales, Caldas.

** Investigador Científico I e Investigador Científico II, respectivamente. Entomología. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

La broca del café es la plaga más importante de este cultivo en todas las áreas de producción a nivel mundial (10). Este insecto es originario de África y fue introducido en el año 1988 a Colombia, donde encontró condiciones favorables para su desarrollo, debido principalmente a la ausencia de los controladores naturales que posee en su lugar de origen (3).

La principal estrategia de la Federación Nacional de Cafeteros a través de Cenicafé, para combatir esta plaga ha sido el Manejo Integrado de la Broca (MIB), que involucra medidas de control cultural, biológico, prácticas agronómicas y control químico, con el fin de mantener el insecto por debajo de los niveles de daño económico (3).

Las investigaciones realizadas en el área del control biológico se basan especialmente en el uso y mejoramiento de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (2) y *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin (1), y en la introducción y liberación de parasitoides desde su sitio de origen como *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, *Prorops nasuta* Waterston y *Phymastichus coffea* La Salle (14).

Además de estos estudios, se han realizado observaciones de enemigos nativos de la broca en el campo en diferentes zonas cafeteras, especialmente donde el insecto lleva más de dos años de establecido y donde el uso de insecticidas ha sido mínimo (4).

Estos hallazgos son de gran importancia biológica y económica, ya que dichos enemigos unidos a factores abióticos ayudan a mantener las poblaciones de la broca en bajos niveles de infestación, y reducen los costos de control para el caficultor. Sin embargo, no se contaba con registros de enemigos naturales de la broca en Colombia, científicamente soportados.

Esta investigación tuvo como objetivo buscar y determinar potenciales enemigos naturales de la broca del café, para ser involucrados en un programa de manejo integrado.

Así mismo, este estudio fundamenta la importancia de estudiar y conservar la fauna presente en los cafetales para la reducción de las poblaciones de la broca y plantea la necesidad de continuar las investigaciones con las especies biocontroladoras de mayor potencial para ser involucradas en los programas de manejo integrado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. La fase de campo se desarrolló en 21 fincas de los municipios de Palestina, Viterbo y Belalcázar, en Caldas; Pereira y Marsella, en Risaralda; y Quimbaya y Montenegro, en Quindío. Cada una de las fincas seleccionadas fue referenciada geográficamente mediante la utilización de un GPS. La fase de laboratorio se realizó en los laboratorios de la Disciplina de Entomología, en Cenicafé (Planalto).

Selección de las fincas. Se seleccionaron predios que presentaran por lo menos un lote de café en edad productiva y donde no se usaran insecticidas o en caso de utilizarlos, éstos debían ser de categoría toxicológica III o IV y hacerse un uso racional de los productos.

Una vez seleccionado el lote, se determinó el porcentaje de árboles con frutos perforados por broca, a través de un muestreo sistemático de 1 en k, donde k es el entero de la división entre el número de árboles y 80, donde 80 es el tamaño de la muestra. La aplicación de este método de muestreo implicó seleccionar aleatoriamente de los primeros k árboles del lote uno de ellos, en él determinar si habían

o no frutos perforados por broca y de allí en adelante, recorriendo todo el lote, en cada k árboles hacer la misma evaluación. Al finalizar el recorrido por el lote, hacer la división entre el número de árboles con broca y 80, con lo cual se logró la estimación de la proporción de árboles con broca. Si dicha estimación era descriptivamente mayor del 15%, se seleccionaba ese lote para la recolección de muestras, en caso contrario, se descartaba y se buscaba un lote en otra finca. Una proporción mayor al 15% de árboles con frutos perforados por la broca, corresponde a niveles de infestación promedio de 1,5% en el lote (13).

Recolección de las muestras. En cada finca y lotes seleccionados se realizó un muestreo sistemático para la recolección de las muestras, tal y como se hizo para la selección de las fincas, pero con un tamaño de muestra de $n=50$. En cada árbol se realizó una observación directa de potenciales enemigos naturales de la broca y se recolectó un fruto verde, uno maduro, uno sobremaduro y un fruto seco, infestados por la plaga, tanto del árbol como del suelo. En total se recolectaron 400 frutos por finca, los cuales se dispusieron en bolsas plásticas y se guardaron en una nevera con geles refrigerantes para su traslado al laboratorio. Las muestras se recolectaron en las cosechas de mitaca y principal del año 2006.

Disecación e individualización de los frutos. Con el fin de recolectar depredadores y parasitoides de la broca se disecó el 70% de los frutos (280) y el 30% restante (120) se secaron con un ventilador durante dos días, se individualizaron en frascos de vidrio tapados con algodón y se llevaron a un cuarto con una temperatura de 26°C y una humedad relativa del 60%. Durante un mes, se realizaron observaciones, cada tres días, de la emergencia de potenciales enemigos de la broca, con el fin de no perturbar el

medio en donde probablemente estuviera algún parasitoide o depredador en estado inmaduro, y para que éste pudiera terminar su ciclo de vida.

Cuando se encontraron insectos de los órdenes Coleoptera, Hemiptera y Dermaptera que eran potenciales depredadores, se realizaron bioensayos de depredación, ubicando las especies encontradas con diferentes estados de la broca (huevo, larva, pupa y adulto) en cajas de Petri con divisiones.

El número de estados ofrecidos dependió de la cantidad de insectos encontrados en la muestra, cuando éstos eran iguales o menores a dos, se ofrecieron cinco individuos de la broca por estado, y cuando se encontraron más de tres insectos potenciales, el número de individuos ofrecidos ascendió a diez. El consumo o depredación sobre los diferentes estados se cuantificó durante cinco días o hasta la muerte de los depredadores. En cada unidad de observación se reemplazaron los estados de la broca cuando eran consumidos. Finalmente, en todos los bioensayos, se obtuvo el porcentaje de depredación para cada estado de la broca.

Dentro del grupo de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) sólo se seleccionó a *Crematogaster* sp. para realizar una prueba de depredación, debido a la presencia de nidos completos de esta especie en los frutos. En esta prueba, el fruto donde se encontraban anidando las hormigas, se ubicó en el extremo superior de una caja plástica y por medio de ramas de café las hormigas tenían acceso a las cajas de Petri, con cinco individuos de cada estado de la broca. Durante diez días se registró el consumo o traslado de los diferentes estados de la broca al nido.

Cuando se encontraron microhimenópteros, éstos se ubicaron con granos de café provenientes de la unidad de cría de Cenicafé

que tuvieran alrededor de 20 días de infestación por broca, con el fin de proporcionar diferentes estados al posible parasitoide. También se observó el comportamiento del insecto.

La determinación de las especies se realizó en el Museo Entomológico Francisco Luis Gallego de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

Aislamiento de entomopatógenos y disección de brocas muertas. Para el reconocimiento de entomopatógenos, los estados de broca muertos o con síntomas de enfermedad encontrados en los frutos, se ubicaron en cámara húmeda durante cinco días, posteriormente aquellos estados en donde se observaron signos, se montaron en placas con azul de lactofenol para observar las esporas y en otros casos, se llevaron a medios de cultivo como PDA y Agar Nutritivo, para su crecimiento y posterior identificación en el laboratorio de Entomología de Cenicafé. Finalmente, se diseccionaron las brocas muertas con el fin de buscar estados inmaduros de parasitoides en el interior del insecto.

Análisis estadístico. Se realizaron análisis de frecuencia de los enemigos naturales y competidores de la broca encontrados, para cada finca, época de muestreo, estrato y estado de maduración.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de las fincas. Las 21 fincas se encontraron distribuidas en cuatro ecotopos cafeteros (107B, 206A, 209A y 210A), la altitud de los sitios fluctuó entre 1.160 y 1.490m, con temperatura entre 19 y 23°C y humedad relativa entre el 70 y el 79%.

Además de los criterios establecidos para la selección de las fincas, en cada una de ellas se documentaron las prácticas

de control para el manejo de la broca. Se encontró que en el 90,4% de las fincas la principal estrategia era el control cultural, con recolecciones cada 15 días, procurando no dejar frutos maduros y sobremaduros en el árbol, mientras que en el 9,6% restante no realizaban algún tipo de control.

En cuanto a las demás prácticas de manejo integrado, sólo el 15,7% de los caficultores realizaban además del control cultural, aplicaciones del hongo *B. bassiana* aunque no era constante y, en otras fincas (21%) empleaban el control químico con productos de categoría toxicológica III, cuando se presentaban altos niveles de infestación de broca.

Parasitoides. No se registraron parasitoides nativos de la broca del café. En cuanto a los parasitoides introducidos, se encontró la especie *Prorops nasuta* Waterston en el 66,6% del total de las fincas evaluadas.

Este hallazgo es muy importante si se tiene en cuenta que hace siete años no se realizan liberaciones de este parasitoide en la zona de estudio. *P. nasuta* ya había sido recuperado cuatro años después de haberse realizado las liberaciones en el departamento de Nariño (16), así como en el 64,2%, de 81 lotes visitados en los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda, Nariño y Norte de Santander (12).

P. nasuta se encontró en mayor porcentaje en los frutos del árbol (82,7%), y el estado de maduración del fruto del café donde más se observó fue en el seco (49,5%), debido a que en dicho estado es donde el parasitoide puede encontrar más fácilmente a sus huéspedes.

Depredadores. Del total de los frutos en los cuales se registraron depredadores de la broca, en el 90,8% de ellos se registraron

dos especies de hormigas, *Wasmannia* sp. y *Crematogaster* sp., y un coleóptero del género *Monanus*. En el 9,1% restante, se encontraron depredadores de los órdenes Hemiptera, Dermaptera, Hymenoptera y Coleoptera.

Orden Coleoptera. En este orden se registraron tres especies (Figura 1), las cuales depredaron estados inmaduros de la broca del café, en los ensayos de laboratorio, dos de ellas pertenecen a la familia Cucujidae, subfamilia Silvaninae: *Cathartus quadricollis* (Guérin-Ménéville) y *Monanus* sp.

Los dos cucujidos tuvieron preferencia por los huevos y las larvas, con porcentajes de depredación mayores al 60%, aunque también depredaron la broca en estado de pupa, pero en menor porcentaje (30 y 11%, para ambas especies, respectivamente). El comportamiento en la depredación fue similar para los dos insectos, ambos consumieron la totalidad de los huevos de la broca, mientras que las larvas y las pupas fueron depredadas parcialmente. Cabe anotar que no se registró depredación o ataque sobre los adultos de la broca en alguna unidad de observación.

Los insectos de la familia Cucujidae se caracterizan por ser depredadores de ácaros y pequeños insectos, así como por ubicarse frecuentemente en lugares escondidos (18).

Probablemente los cucujidos hallados en esta investigación han encontrado en el interior de los frutos una nueva fuente de alimentación como son los estados inmaduros de la broca o pueden estar aprovechando el orificio de entrada de este insecto para su protección en el interior de los frutos.

Cathartus quadricollis (Guérin-Ménéville) ya había sido reportado como posible depredador de la broca, pero sin resultados positivos en el laboratorio (3). En esta investigación se logró corroborar esta acción y además, se contribuye con un nuevo hallazgo del género *Monanus* sp. como depredador de estados inmaduros de *H. hampei* en ensayos en el laboratorio.

Finalmente, la tercera especie corresponde a *Prometopia* sp. (Coleoptera: Nitidulidae), la cual presentó en el laboratorio un promedio de depredación del 45% sobre huevos de la broca y del 13,3% sobre las pupas. Los nitidulidos se alimentan principalmente de frutos o del material en descomposición, y algunas especies como *Carpophilus* sp. son plagas menores en maíz dulce; probablemente, la depredación de *Prometopia* sp. sobre estados inmaduros de la broca estuvo influenciada por la proximidad con la presa, debido al confinamiento en el laboratorio, lo cual puede provocar comportamientos no esperados en los insectos (11).

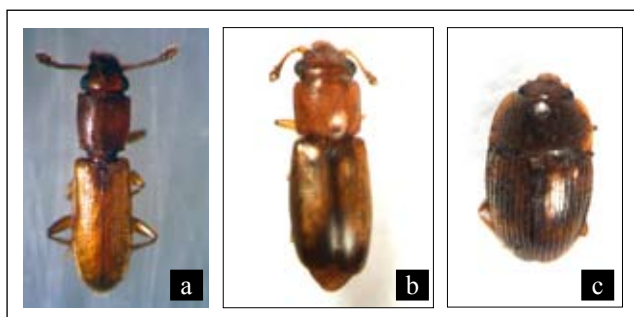


Figura 1.
Especies de depredadores de estados inmaduros de *H. hampei* del orden Coleoptera. a). *Cathartus quadricollis*; b). *Monanus* sp. c). *Prometopia* sp.

Orden Hemiptera. Dentro de este orden se hallaron tres individuos (Figura 2) provenientes de diferentes fincas del departamento del Quindío, todos se encontraron en el estado de ninfa y sólo uno de ellos completó su ciclo hasta el estado de adulto. Estos insectos depredaron en el laboratorio diferentes estados de la broca, principalmente el estado de pupa. Todos los hemipteros encontrados pertenecen a la familia Anthocoridae, y dos de ellos fueron identificados como *Xylocoris* sp. Este género es reportado como depredador generalista de plagas de granos almacenados (11), como es el caso *Xylocoris flavipes* Reuter, enemigo natural de *Oryzaephilus surinamensis* Linnaeus (Coleoptera: Cucujidae).

Para Colombia se han registrado tres especies de la familia Anthocoridae (*Calliodes* sp., *Scoloposcelis* sp. y *Genus* sp.) como depredadores de la broca (4). En esta investigación se registra dentro de esta misma familia a la especie *Xylocoris* sp., y se contribuye con un nuevo hallazgo de un controlador natural de esta plaga en la zona de estudio.

Orden Hymenoptera. En el grupo de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) se encontraron los géneros *Wasmannia*, *Solenopsis* y *Brachymyrmex*, los cuales ya habían sido

reportados como depredadores de todos los estados de la broca (4, 20).

Crematogaster sp. depredó o trasladó el 27,5% de los estados de huevo, el 57,5% de las larvas y el 52,5% de las pupas de la broca. Esta especie ya había sido reportada como depredadora de *H. hampei* en Brasil y Colombia (4, 7, 20), y es dentro de este grupo de hormigas, la que se presenta con mayor potencial para ser involucrada en el programa de manejo integrado.

Orden Dermaptera. Sólo se registró un individuo proveniente de los frutos del suelo, el cual atacó y depredó una pupa, en la unidad de observación.

Depredadores potenciales para ser involucrados en el MIB. Los criterios empleados en la presente investigación para seleccionar los depredadores potenciales para ser involucrados en un programa de manejo integrado fueron principalmente los resultados positivos de depredación en el laboratorio, y los porcentajes de frutos y de fincas con presencia del depredador.

A pesar de las altas frecuencias en que fue encontrada *Wasmannia* sp. (80,9% de las fincas y 39,2% de los frutos), esta hormiga perteneciente a la subfamilia Myrmicinae, causa picazón a las personas, y en el caso de *Wasmannia auropunctata* (Roger), este insecto puede eliminar especies de hormigas nativas y otros invertebrados terrestres en áreas recién colonizadas (8), por tanto, es una especie que no podría incluirse dentro del MIB en la estrategia de incremento. Sin embargo, es importante tenerla en cuenta dentro de la estrategia de conservación, ya que es considerada como una especie benéfica en razón de la depredación de enemigos naturales de plantas, como es el caso de *Cosmopolites sordidus* en el cultivo del plátano (9).



Figura 2. *Xylocoris* sp. (Hemiptera: Anthocoridae) depredador de estados inmaduros de *H. hampei*. **a).** Ninfa; **b).** Adulto.

Crematogaster sp. fue encontrada en el 66,6% de las fincas y en el 18,7% de los frutos, es una hormiga dócil, no aguijonea, es fácil de manipular y presenta hábitos de forrajeo arborícola. *Crematogaster curvispinosa* Mayr, ha sido usada en el cultivo de la palma de aceite para el control de *Leptoparsa gibbicarina* (Froeschner) Hemiptera: Tingidae (8).

Monanus sp., se encontró en el 95,2% de las fincas y en el 32,9% de los frutos, y se evidenciaron resultados positivos de depredación en el laboratorio, por tanto, se considera importante dentro de esta investigación como depredador potencial de la broca del café.

En cuanto a los demás depredadores encontrados, aunque algunos mostraron resultados positivos de depredación en el laboratorio, como los hemípteros, no se consideraron potenciales en este estudio, debido a sus bajas frecuencias en las fincas y en los frutos, las cuales fueron menores al 15%, en ambos casos.

Debido a lo anterior, *Crematogaster* sp. (Hymenoptera: Formicidae) y *Monanus* sp. (Coleoptera: Cucujidae) son depredadores potenciales para ser involucrados en un

programa de control biológico por incremento, dentro del programa de manejo integrado de la broca, pero para esto se hace necesario continuar con estudios sobre el ciclo de vida de estas especies, métodos de cría en confinamiento, determinación de hábitos alimenticios, el potencial de depredación en el campo y la dinámica poblacional en estas mismas condiciones.

En la Tabla 1 se observan los porcentajes de frutos para cada estrato y estado de maduración donde se encontraron estos insectos. Ambas especies se encontraron en mayor proporción en el árbol y en frutos de café secos, lo cual es importante si se tiene en cuenta que al final de la cosecha se deja gran cantidad de frutos secos infestados en los lotes. Además, *Crematogaster* sp. se encontró frecuentemente en frutos verdes (30,3%), por lo que podría aprovecharse después del zoqueo, cuando se presentan altos porcentajes de frutos en este estado (6).

Entomopatógenos. En el orden Moniliales se encontraron dos especies, la primera fue el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, el cual fue registrado en el 100% de las fincas, tanto en el estrato aéreo como en el suelo. Este hallazgo es

Tabla 1. Porcentaje de frutos para cada estrato evaluado y estados de maduración del fruto donde se encontraron los insectos depredadores potenciales para ser usados en un programa de manejo integrado.

Especie	Estrato evaluado		Estado de maduración del fruto			
	Árbol	Suelo	V	M	So	Se
<i>Monanus</i> sp.	74,1	25,9	1,7	12	6,9	79,3
<i>Crematogaster</i> sp.	66,6	33,4	30,3	12,1	12,1	45,4

V: Verde; M: Maduro; So: Sobremaduro; Se: Seco.

importante si se tiene en cuenta que sólo un 15,7% de los caficultores realizaban aplicaciones de este hongo. Los resultados evidencian la importancia de este controlador biológico incluso en las zonas donde no se ha asperjado y convierten a este entomopatógeno como el mayor enemigo natural de la broca del café en el campo, en las condiciones ambientales de Colombia.

B. bassiana se encontró principalmente atacando brocas en estado adulto, las cuales estaban en el orificio de entrada al fruto (posición B); sin embargo, también se encontraron larvas y pupas al interior de los frutos que mostraron inicialmente una coloración rosada y después de estar en la cámara húmeda, evidenciaron el ataque del hongo, este caso se presentó en el árbol y en el suelo en el 26,2% de las fincas, y es el primer reporte de *B. bassiana* en el cual se encuentra atacando naturalmente poblaciones de la broca en el interior de las cerezas de café. Este hallazgo prueba que diferentes factores como la entrada y salida de la broca o de otros insectos al fruto pueden hacer que las esporas del hongo estén afectando naturalmente a los estados inmaduros de la broca en el interior de los frutos. En Colombia se había registrado al hongo *B. bassiana* atacando naturalmente el estado adulto de la broca (19), no obstante

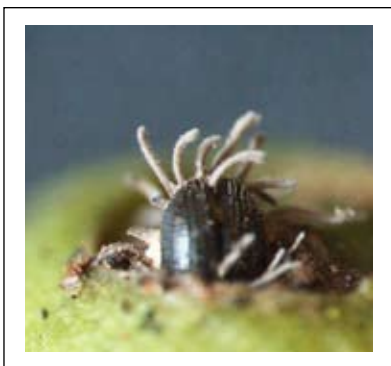


Figura 3. Broca en posición de entrada al fruto de café, atacada por *Hirsutella* sp.

la literatura no reporta infecciones en forma natural de los estados inmaduros.

La segunda especie de este orden registrada fue posiblemente *Hirsutella* sp., encontrada en una de las fincas del departamento del Quindío (Figura 3), este hongo se halló sobre una broca que estaba en la posición B, en la entrada al fruto, y fue llevada al laboratorio para su aislamiento y para la observación de esporas. Sin embargo, el hongo no se desarrolló en medios de cultivo en el laboratorio. Una especie de este mismo género, *Hirsutella eleutheratorum* (Nex ex Gray) Petch, ya había sido reportada atacando naturalmente al estado adulto de la broca (15).

Competidores de la broca del café. Dentro del grupo de las hormigas se encontraron las especies *Camponotus* sp., *Leptothorax* sp., *Cephalotes* sp., *Azteca* sp. y *Pachycondyla* sp. (Hymenoptera: Formicidae); estos insectos se encontraron ejerciendo un efecto indirecto sobre la broca en los granos de café. De este grupo de hormigas, sólo *Azteca* sp. había sido registrada como competidora de la broca en cafetales de Ecuador (17).

Del orden Diptera fue frecuente observar el género *Lycoriella* de la familia Sciaridae, el cual ovipositó y se desarrolló en el interior de frutos de café infestados por la broca, pero alimentándose del mucílago. Durante la emergencia del adulto las exuvias fueron dejadas en grupo en el orificio de entrada de la broca, lo cual ejerció posiblemente una competencia interespecífica por espacio con este insecto.

Otros competidores que se observaron principalmente en los frutos del suelo fueron especies de las familias Staphylinidae, Nitidulidae y Leiodidae (Coleoptera), y una larva de la familia Pyralidae (Lepidoptera), estas especies también fueron encontradas

anteriormente como habitantes naturales de los cafetales en diferentes regiones colombianas (5).

De las cajas de emergencia se registraron diferentes microhimenópteros como son *Trichopria* sp. (Hymenoptera: Diapriidae), *Horismenus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), Pos. *Aphanogmus* sp. (Hymenoptera: Ceraphronidae) y Pos. *Chilocyrtus* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae), estos insectos murieron rápidamente en el laboratorio y no se logró determinar su relación con la broca; sin embargo, algunos de estos géneros probablemente estuvieron asociados como parasitoides a la presencia de lepidópteros y dípteros en el interior de los frutos, lo que demuestra la importancia de la conservación de la fauna nativa para el equilibrio de los ecosistemas cafeteros.

Distribución de frutos con presencia de enemigos naturales o competidores de la broca. Durante todo el experimento se recolectaron y analizaron 16.800 frutos provenientes de todas las fincas, de éstos, 748 (4,45%) tenían alguna clase de enemigo natural (depredador, parasitoide, entomopatógeno)

o competidor de la broca del café. La distribución para cada grupo fue del 50% para los entomopatógenos, seguido de los depredadores (24%), competidores (15%) y finalmente, los parasitoides (11%).

En cuanto a la distribución de la cosecha el porcentaje de los frutos con presencia de algún enemigo natural o competidor fue de 4,75 y 4,15% para las épocas de mitaca y principal, respectivamente. Las frecuencias para los dos estratos también fueron muy similares entre las dos épocas, con el mayor registro para el estrato árbol en ambos muestreos (Tabla 2).

Para evaluar la dependencia entre variables se realizó una prueba de chi-cuadrado entre la época de muestreo y las frecuencias de los enemigos y competidores de la broca, y se encontró independencia entre las mismas, es decir, que las frecuencias de estos grupos de organismos, fueron similares entre las épocas de mitaca y principal; la mayor frecuencia fue para los entomopatógenos, seguido de los depredadores, los competidores y finalmente los parasitoides en ambos muestreos (Tabla 3).

Tabla 2. Frutos con presencia de enemigos naturales (EN) o competidores de la broca del café para cada época de muestreo y los porcentajes para cada estrato.

Cosecha	Total de frutos	Frutos con EN o Competidores	Total (%)	Frutos en el árbol (%)	frutos en el suelo (%)
Mitaca	8.400	399	4,75	56	44
Principal	8.400	349	4,15	51	49

Tabla 3. Frutos con presencia de enemigos naturales o competidores de la broca del café en cada época de muestreo.

Cosecha	Depredadores	Parasitoides	Entomopatógenos	Competidores	Total
Mitaca	106	44	188	61	399
Principal	70	37	190	52	349
Total	176	81	378	113	748

$X^2 = 5,37$

Por el contrario, se observó una dependencia entre las frecuencias de los enemigos y competidores cuando se relacionaron con el estrato y el estado de maduración en el cual se recolectaron los frutos. En el caso de los estratos, las frecuencias de los entomopatógenos y los depredadores continúan siendo similares en el árbol y en el suelo, mientras que los parasitoides se presentaron con mayor frecuencia en el árbol y los competidores en el suelo (Tabla 4).

En cuanto a los estados de maduración, los entomopatógenos se encontraron con mayor frecuencia en los frutos verdes y maduros, mientras que los demás grupos, especialmente el grupo de los depredadores,

se encontraron principalmente en frutos secos (Tabla 5).

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a Cenicafé, por el apoyo a esta investigación, a los funcionarios de los Comités de Cafeteros de Palestina, Viterbo, Belalcázar, Pereira, Marsella, Quimbaya y Montenegro por su colaboración, a los propietarios de las fincas, al señor Arturo Gómez y al Museo Entomológico Francisco Luis Gallego de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

Tabla 4. Frutos con presencia de enemigos o competidores de la broca del café en cada estrato.

Cosecha	Depredadores	Parasitoides	Entomopatógenos	Competidores	Total
Árbol	92	67	204	38	401
Suelo	84	14	174	75	347
Total	176	81	378	113	748

$X^2 = 45,87$

Tabla 5. Frutos con presencia de enemigos o competidores de la broca del café en cada estado de maduración.

Estado de maduración	Depredadores	Parasitoides	Entomopatógenos	Competidores	Total
Verde	21	4	154	16	195
Maduro	24	25	128	25	202
Sobremaduro	13	12	75	18	118
Seco	118	40	21	54	233
Total	176	81	378	113	748

$X^2 = 267,24$

LITERATURA CITADA

1. BERNAL U., M.G.; BUSTILLO P., A.E.; POSADA F., F.J. Virulencia de aislamientos de *Metarhizium anisopliae* y su eficacia en campo sobre *Hypothenemus hampei*. Revista Colombiana de Entomología 20(4):225-228. 1994.
2. BUSTILLO P., A.E. El uso del hongo *Beauveria bassiana* como un componente en un programa de manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei*. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 22. Santafé de Bogotá, Julio 26-28, 1995. Memorias. Bogotá, SOCOLEN, 1995. p. 79-83.
3. BUSTILLO P., A. E.; CÁRDENAS M., R.; VILLALBA G., D.; BENAVIDES M., P.; OROZCO H., J.; POSADAF., F. J. Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Chinchiná, Cenicafé, 1998. 134 p.
4. BUSTILLO P., A.E.; CÁRDENAS M., R.; POSADAF., F.J. Natural enemies and competitors of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera:Scolytidae) in Colombia. Neotropical Entomology 31 (4): 635-639. 2002.
5. CÁRDENAS M., R.; POSADA F., F.J. Los insectos y otros habitantes de cafetales y platanales. Armenia, Comité Departamental de Cafeteros del Quindío – Cenicafé, 2001. 250 p.
6. CASTAÑO S., A. Determinación del patrón de ataque de la broca *Hypothenemus hampei* (Ferrari), a los frutos del café en diferentes situaciones de cultivo. Manizales, Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1997. 40 p. (Tesis: Ingeniero Agrónomo).
7. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ - Cenicafé. CHINCHINÁ. COLOMBIA. Manual de capacitación en control biológico. Chinchiná, CENICAFÉ- CAB International Institute – ODA, 1990. 174 p.
8. FERNÁNDEZ, F. Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. 398 p.
9. GOITIA, W.; CERDA, H. Hormigas y otros insectos asociados a musáceas y su relación con *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). Agronomía Tropical 48(2):209-224. 1998.
10. LE PELLEY, R.H. Las plagas del café. Barcelona, Labor, 1968. 493 p.
11. MADRIGAL C., A. Notas sobre control biológico de plagas. Medellín, Universidad Nacional de Colombia, 2001. 228 p.
12. MALDONADO L., C.E.; BENAVIDES M., P. Establecimiento de los parasitoides de la broca del café, *Cephalonomia stephanoderis*, *Prorops nasuta* y *Phymastichus coffea* y variabilidad genética de *P. nasuta* en Colombia. In: Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, 33. Manizales, Julio 26 - 28, 2006. Resúmenes. Manizales, SOCOLEN, 2006. p. 126.
13. MONTOYAR., E.C.; OROZCO G., L. Evaluación de un método de muestreo para estimar la infestación de *Hypothenemus hampei*. Cenicafé 56(3):237-249. 2005.
14. OROZCO H., J. Parasitoides de origen africano para el control de la broca del café. In: Curso Internacional Teórico-Práctico sobre Entomopatógenos, Parasitoides y otros Enemigos de la Broca del Café. Chinchiná, Marzo 18-22, 2002. Sección II. Parasitoides y otros Enemigos de la Broca del Café. Memorias. p. 71-79
15. POSADAF., F.J.; BUSTILLO P., A.E.; SALDARRIAGA C., G. Primer registro del ataque de *Hirsutiella eleutheratorum* sobre la broca del café, en Colombia. Cenicafé 44(4):155-158. 1993. (Nota Técnica).
16. QUINTERO H., C.E.; BUSTILLO P., A.E.; BENAVIDES M., P.; CHAVES C., B. Evidencias del establecimiento de *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyilidae) en cafetales del departamento de Nariño, Colombia. Revista Colombiana de Entomología 24(3-4):141-147. 1998.
15. SPONAGEL, K.W. La broca del café *Hypothenemus hampei* en plantaciones de café Robusta en la Amazonía Ecuatoriana. Giessen, Wissenschaftlicher Fachverlag, 1994. 185 p.
16. TRIPLEHORN, C.A.; JOHNSON, N.F. Borror and Delong's. Introduction to the study of insects. 7. ed. Belmont, Thomson Books-Cole, 2005. 864 p.
17. VÉLEZ A., P.E.; BENAVIDES G., M. Registro e identificación de *Beauveria bassiana* en *Hypothenemus hampei* en Ancuyá, departamento de Nariño, Colombia. Cenicafé 41(2):50-57. 1990.