

ANÁLISIS BIOLÓGICO Y ECONÓMICO DEL MANEJO INTEGRADO DE LA BROCA EN LA RENOVACIÓN DE CAFETALES

Carlos Gonzalo Mejía-Mejía*, Alex Enrique Bustillo-Pardey**, Hernando Duque-Orrego***, Esther Cecilia Montoya-Restrepo****, Pablo Benavides-Machado**

RESUMEN

MEJÍA M., C.G.; BUSTILLO P., A.E.; DUQUE O., H.; MONTOYA R., E.C.; BENAVIDES M., P. Análisis biológico y económico del manejo integrado de la broca en la renovación de cafetales. Cenicafé 58(2):99-110. 2007.

El zoqueo de cafetales se recomienda para mantener las plantaciones jóvenes y productivas, y facilitar las labores de control de la broca. Sin embargo, es una práctica que ocasiona dispersión de adultos de broca. Este estudio tuvo como objetivos evaluar la estrategia de manejo de la broca durante el zoqueo de cafetales infestados, su eficacia biológica y costo. Inicialmente se evaluó un dispositivo de asistencia manual para la remoción total de frutos de café denominado Raselca, posteriormente se evaluaron las labores de manejo de broca recomendadas durante el zoqueo de cafetales infestados. Los resultados permitieron corroborar la importancia de remover los frutos durante el zoqueo, ya que los niveles de broca en los cafetales aledaños fueron mayores cuando no se recolectaron los frutos de los árboles antes de la labor. El dispositivo Raselca, por su bajo costo, podría convertirse en una alternativa viable si se mejora su eficacia, ya que no contribuyó a aumentar el volumen total recolectado ni disminuyó la cantidad de frutos dejados por árbol. La cantidad de adultos de broca capturados en trampas de alcohol permite recomendar la evaluación experimental de su uso para el monitoreo y control de poblaciones durante el zoqueo. Debido a que los costos del control de broca durante el zoqueo de cafetales infestados están principalmente representados por la remoción de los frutos, se considera que el costo de monitorear y controlar broca en los lotes vecinos y de dejar árboles trampa, no debería ser una limitación para su adopción.

Palabras claves: Zoqueo, Raselca, trampas de alcohol, árboles trampa, *Beauveria bassiana*, recolección.

ABSTRACT

Pruning coffee trees is recommended in order to rejuvenate coffee crops, to maintain coffee yield, and to facilitate coffee berry borer control. However, pruning is also an activity that causes a high dispersal of *H. hampei* adults. This research was carried out in order to validate an strategy to control *H. hampei* during pruning coffee crops and to obtain economical and biological information about this process. First, we evaluated a devise for harvesting coffee beans called Raselca; and second, we evaluated *H. hampei* control during pruning of coffee crops. The results allowed us to evidence the importance of removing all coffee beans before pruning coffee trees. *H. hampei* infestation levels were higher in those nearby coffee crops where no coffee beans were removed. Raselca, due to the low cost associated to it, may be a viable option if its efficacy is improved. This device did not increase the harvested coffee and did not help to decrease the number of coffee beans left on the trees. *H. hampei* adults were trapped using a lure trap based on alcohols. It is then advisable to experimentally evaluate these traps in order to trace or control *H. hampei* populations during pruning. Since the coffee berry borer control costs during pruning are mostly represented by berries removal, it is considered that the cost of setting trap trees, monitoring and controlling coffee berry borer in nearby lots should not be a limitation for its adoption.

Keywords: Pruning, Raselca, alcohol traps, trap trees, *Beauveria bassiana*, picking up.

* Asistente de Investigación. Programa de Experimentación. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

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

*** Líder Departamental de Extensión Rural. Comité de Cafeteros de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia.

**** Investigador Científico III. Biometría. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

La broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), es una de las plagas más severas para el cultivo y se encuentra presente en la mayoría de las regiones productoras del grano en todo el mundo. La broca hace el daño al atacar la cereza y reproducirse internamente en el endospermo, y ocasiona la disminución en el peso y la calidad del grano y en muchos casos, la caída prematura de los frutos (11).

En Colombia, la broca se registró por primera vez en el departamento de Nariño, en 1988 (4), y su dispersión ha sido rápida por todo el país, debido especialmente al clima, a la continuidad de la zona cafetera y a su grado de tecnificación, que le asegura un suministro permanente de alimento (3).

El daño causado por la broca obliga a que se tomen medidas de control eficientes, en el momento oportuno y cuando el insecto amenace con causar pérdidas económicas. Por tanto, se considera que el control de la broca debe enfocarse a través de un programa de manejo integrado, que comprende el conocimiento a fondo de todos los factores que componen el ecosistema cafetero y sus múltiples interacciones (5).

El manejo integrado de la broca (MIB) está estructurado en diferentes componentes, como son: métodos culturales de recolección de frutos, aspersiones del hongo *Beauveria bassiana*, evaluaciones periódicas de los niveles de infestación de la plaga, introducción de enemigos naturales de la broca, manejo de la broca en la etapa de postcosecha y aplicaciones de insecticidas de acuerdo con los criterios del manejo integrado de plagas (MIP), entre otros (5).

Entre las prácticas agronómicas del cultivo del café se encuentra la renovación de la plantación, con el fin de mantener

un promedio de producción alto y rentable, por unidad de superficie. Dicha renovación puede hacerse mediante siembra nueva o por zoca, esta última consiste en cortar el árbol a determinada altura del suelo (30cm), con el fin de provocar la emisión de chupones o nuevos tallos, que habrán de reemplazar el tallo cortado. Esta actividad se realiza normalmente al cabo de cuatro o cinco cosechas, una vez se haya terminado de recolectar la cosecha principal de café (13). En este tiempo el árbol no tiene flores ni frutos en cantidades que puedan llegar a ocasionar pérdidas económicas y además coincide con la época seca, que no favorece el desarrollo de enfermedades como la llaga macana (7).

Aunque el zoqueo de los cafetales rejuvenece la plantación de café y facilita el control de la broca, es una práctica que si no es bien realizada, puede causar una reinfestación muy alta en los lotes aledaños (6). En estudios recientes realizados en Colombia, se evaluó la cantidad de adultos de broca que quedaron en los frutos del suelo después de la renovación del cafetal, su desarrollo biológico en los frutos infestados, la emergencia de adultos y el impacto de estos vuelos de broca en los porcentajes de infestación de los cafetales vecinos (6). Se encontró que aunque los frutos verdes caídos al suelo presentaron un menor porcentaje de infestación y un menor número de estados biológicos del insecto, éstos suministraron el mayor número de brocas. De los cafetales evaluados, que presentaron una infestación inicial en el campo entre el 20 y el 25%, se estimó una emergencia de adultos de broca por hectárea entre 2.500.000 y 3.600.000, los cuales provenían de frutos infestados del suelo. El 80% de estos adultos fueron capturados durante los primeros 60 días posteriores a la eliminación de las ramas del árbol que contenían frutos de café. La broca continuó su desarrollo biológico en el interior de los

frutos, hasta 100 días después del zoqueo, tiempo después del cual el 60% de los frutos infestados evaluados no presentaban estados biológicos vivos de la broca en su interior. Se observó un notorio incremento de los porcentajes de infestación por broca hasta una distancia de 15m del cafetal zoqueado; sin embargo, los primeros cuatro surcos de café aledaños al lote zoqueado fueron los más afectados. Los resultados de este experimento muestran que es necesario tomar medidas de control de la broca en la actividad de zoqueo y se recomienda evaluar la viabilidad y los mecanismos para remover los frutos de café antes del zoqueo.

Dentro de las medidas de control se aconseja remover rigurosamente todos los frutos antes de la labor de zoqueo, utilizar el hongo *Beauveria bassiana* en aplicaciones al árbol y al suelo antes de la eliminación de las ramas, dejar árboles trampa para la captura de adultos y monitorear cafetales vecinos, para detectar el momento de mayor emergencia de la broca (2).

El hongo *B. bassiana*, en aplicaciones al suelo, se encontró atacando adultos de broca que emergían de los frutos infestados del suelo (1). Los porcentajes de infección alcanzaron niveles hasta del 30% al cabo de cinco días, con una nueva infección a los 25 días con valores cercanos al 24%. Estos resultados indican la bondad del uso de este entomopatógeno en aspersiones al suelo.

Se recomienda dejar surcos de árboles de café a manera de “trampas”, tanto en el centro del lote como en la periferia, con el fin de que actúen como barreras e impidan la movilización de la broca hacia los cafetales vecinos (8). Estos árboles deben permanecer por un tiempo máximo de 45 días y deben ser cosechados cada dos semanas.

En relación con los indicadores de rendimiento para la etapa del zoqueo en Colombia, se requieren en promedio 40 jornales por hectárea para eliminar las ramas, cortar los árboles con sierra manual, desinfestar zocas y, recoger y remover los árboles cortados para leña (10). Por esta razón, nuevas recomendaciones que requieran aumentar la mano de obra durante esta actividad, serán probablemente de difícil adopción por parte de los caficultores.

Por lo anterior, existe la necesidad de realizar el control de la broca durante la labor del zoqueo de cafetales infestados, con el fin de disminuir su impacto en los cafetales establecidos, con unos costos razonables para el caficultor. Para esto, el objetivo de esta investigación fue evaluar una estrategia de manejo de la broca durante el zoqueo de cafetales infestados y evaluar la eficacia biológica y el costo de estas labores, y así poder hacer un análisis que permita tomar decisiones de adopción o reconocer áreas que requieren investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó bajo la modalidad de Investigación Participativa con Agricultores (IPA), en diez fincas de los municipios de Chinchiná y Palestina, en el departamento de Caldas (Tabla 1). Las fincas 9 y 10 se utilizaron como testigos de comparación.

En el mes de enero de 2005, en cada finca se seleccionó un lote de café de aproximadamente una hectárea y de última cosecha, donde estaba programada la renovación por medio de zoca. Para cumplir con los objetivos propuestos se realizaron dos actividades. En la primera se evaluó un dispositivo de asistencia manual para la remoción total de frutos de café; y en la segunda, se ejecutaron

Tabla 1. Características de los lotes de las fincas seleccionadas para el estudio.

Finca	Número de árboles/lote	Distancia de siembra	Área (m ²)
1	8.227	0,75 x 1,5 m	9.255
2	9.210	1 x 1,1 m	10.131
3	11.200	1 x 1 m	11.200
4	12.000	1 x 1,2 m	12.000
5	7.700	0,75 x 1,5 m	8.663
6	6.100	1 x 1,5 m	9.150
7	6.037	1 x 1,4 m	8.452
8	4.989	1 x 1,5 m	7.484
9	10.793	1 x 1 m	10.793
10	8.225	1,3 x 1,2 m	12.831

las labores recomendadas por Cenicafé de manejo de la broca durante el zoqueo de cafetales infestados, y se compararon con las actividades desarrolladas según el criterio de los caficultores de las fincas testigo.

Actividad 1. Con el fin de lograr la eficiencia y disminuir los costos durante la remoción de los frutos de café antes del zoqueo, la Disciplina de Ingeniería Agrícola de Cenicafé diseñó un dispositivo de recolección selectiva de café denominado “Raselca” (9), el cual consiste en un tubo de PVC presión de 2 pulgadas

y 8cm de largo, cortado longitudinalmente y unido por medio de una bisagra (Figura 1). En cada una de las dos caras del tubo de PVC se encuentran dispuestos radialmente, ocho dientes de poliamida, que son los encargados de desprender los frutos. Adicionalmente, el dispositivo posee cintas de velcro para facilitar su ajuste al tamaño de la mano del operario. Los resultados obtenidos por Oliveros *et al.* (12), han demostrado que con el empleo de este dispositivo fue posible incrementar los rendimientos de los operativos en la cosecha tradicional de 15 a 30kg.ha⁻¹, con un 80%



Figura 1.
Dispositivo Raselca
utilizado para la
remoción de frutos.

de eficacia y un 7% de frutos verdes en la masa cosechada. Por tal motivo, se consideró que con algunas modificaciones podría servir para remover los frutos verdes y maduros del árbol antes de iniciar el zoqueo.

En esta actividad se comparó el uso del dispositivo Raselca con la recolección manual, de la manera como actualmente se realiza en aquellas fincas que ejecutan esta labor de remoción total de frutos de café. Para esto en ocho de las diez fincas se dividieron los lotes de aproximadamente una hectárea en dos partes iguales, en las cuales se realizaron las dos formas de recolección.

En la evaluación de las dos estrategias se utilizaron como variables de respuesta el peso del café recolectado, la eficacia de aplicar ambas estrategias y el costo de la recolección. El peso total se obtuvo a partir del café recolectado en cada lote y la eficacia de las dos estrategias de remoción de frutos se obtuvo mediante la evaluación del número de frutos sin recolectar en 15 árboles seleccionados al azar por lote, los costos se estimaron por medio del número de jornales utilizados por hectárea.

Finalmente, se realizó un análisis descriptivo de las variables de respuesta.

Actividad 2. En ocho de las diez fincas seleccionadas, se llevaron a cabo las recomendaciones para el manejo integrado de la broca, que fueron comparadas con el manejo dado por el agricultor, en las dos fincas restantes. Las recomendaciones para el manejo de la broca fueron: 1). Recolección rigurosa de los frutos maduros, sobremaduros y secos, y su beneficio inmediato; 2). Aplicación del hongo *B. bassiana* al suelo y al árbol; 3). Selección de los surcos de árboles trampa; 4). Remoción total de los frutos de los árboles para zoquear, los cuales fueron enterrados en una fosa; 5).

Eliminación de las ramas de los árboles de café; 6). Corte y desinfestación de los tallos zoqueados; 7). Cosecha de los árboles trampa, y 8). Monitoreo y control de la broca con insecticidas biológicos y químicos en los árboles aledaños al lote zoqueado.

Se realizaron observaciones sobre el potencial de broca dejada en el suelo antes del zoqueo, de los vuelos de los adultos de broca provenientes de los frutos infestados del suelo, de la infestación por broca en los cafetales circundantes y del costo del manejo de la broca en los cafetales zoqueados.

Inicialmente y de manera informativa, se evaluó el nivel de infestación por broca por lote, haciendo un recorrido en forma de zigzag y tomando al azar 30 árboles. En cada árbol se escogió al azar una rama con frutos, y se contó el total de los frutos presentes y los perforados por broca. Luego, se relacionaron los frutos infestados con los frutos totales para obtener el porcentaje de infestación del lote.

Para calcular la cantidad de broca dejada en el suelo, posterior al zoqueo, en los mismos 30 sitios de los árboles seleccionados para medir el nivel de infestación, se recolectaron los frutos presentes en el plato del árbol y se contabilizó el número total de frutos y aquellos que estaban perforados por la broca. De estos últimos, se disecaron 100 frutos perforados para cuantificar el total de los estados biológicos de la broca, vivos y muertos. Con el promedio de los estados vivos por sitio, se estimó el total de estados de broca vivos en el lote, a través del parámetro total poblacional.

Para estimar el vuelo de los adultos de broca provenientes de los frutos infestados del suelo, se ubicaron en los lotes zoqueados y de manera equidistante, cinco dispositivos de captura de adultos Brocatrap® (Figura 2)



Figura 2. Dispositivo para la captura de adultos de broca, Brocatrap®.

con su atrayente de alcoholes Brocalure®, y cinco dispositivos en los primeros tres surcos del área circundante. Semanalmente, durante tres meses, se contabilizaron las capturas de adultos de broca en cada una de las diez trampas.

Para estimar la infestación por broca en los cafetales circundantes, semanalmente se seleccionaron al azar 30 ramas, en cada cafetal, de la misma forma descrita anteriormente.

Se detallaron los costos de cada una de las labores de manejo de la broca realizadas en cada lote evaluado (aspersión del hongo *B. bassiana*, remoción de frutos, manipulación del café removido y recolección de los árboles trampa).

Análisis estadístico

Los estimativos de las variables evaluadas se realizaron mediante un análisis descriptivo, para lo cual se usaron los promedios y las variables de tendencia central.

Para analizar las diferencias entre la recolección manual y el dispositivo “Raselca”, se tomó como la variable de interés el costo total de la labor, en cada una de las fincas seleccionadas.

Para cada tratamiento se estimó el promedio de los costos por finca, y se estableció el intervalo de confianza al 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actividad 1. En los ocho lotes evaluados se observaron cantidades variables del peso total de café recolectado por hectárea, debido a diferencias en productividad de los lotes de café al momento del zoqueo. Con la cosecha manual se recolectaron entre 1.042 y 3.455kg.ha⁻¹ de café, mientras que con el dispositivo Raselca se cosecharon entre 460 y 3.491kg.ha⁻¹ (Figura 3). El promedio de café removido por hectárea con la recolección manual fue de 2.314 ± 302kg, y con el dispositivo Raselca de 1.864 ± 325kg. En la mayoría de los lotes se cosechó más café cuando se hizo la recolección manual, con incrementos que oscilaron entre el 23% para el lote 3 y el 56% para el lote 2. Solo en dos lotes (6 y 7) se recolectó más café cuando se utilizó el dispositivo Raselca, con valores del 8 y 9% más, respectivamente, con respecto a la labor manual.

De acuerdo con el análisis de la eficacia de las dos estrategias evaluadas, se observó un mayor número de frutos por árbol cuando el café se recolectó con el dispositivo Raselca (Figura 4), excepto en el lote 7, donde la cantidad de frutos dejados en el árbol fue similar a la registrada en la recolección manual. El promedio de frutos dejados por árbol fue de 30 ± 13 cuando se recolectaron los frutos manualmente y de 82 ± 24 con el dispositivo Raselca.

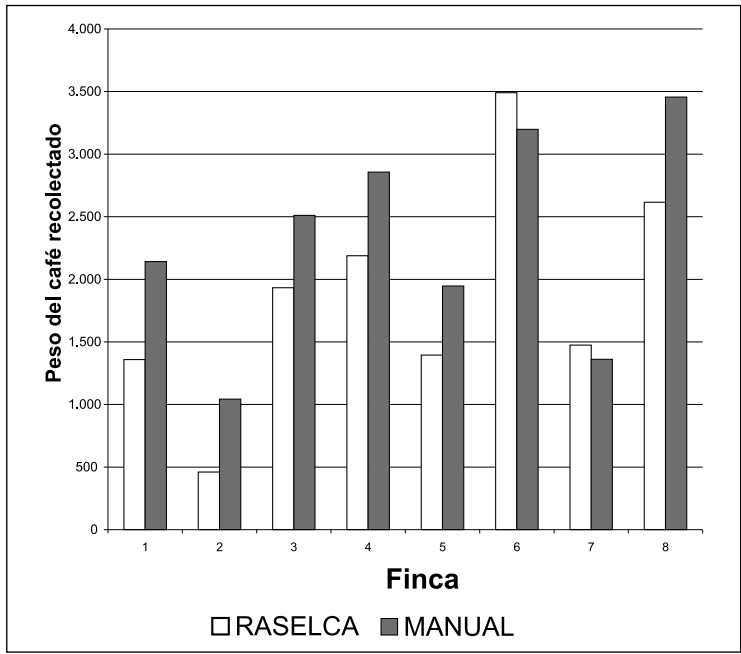


Figura 3.
 Kilogramos de café recolectados por hectárea mediante recolección manual y con el dispositivo Raselca, antes del zoqueo.

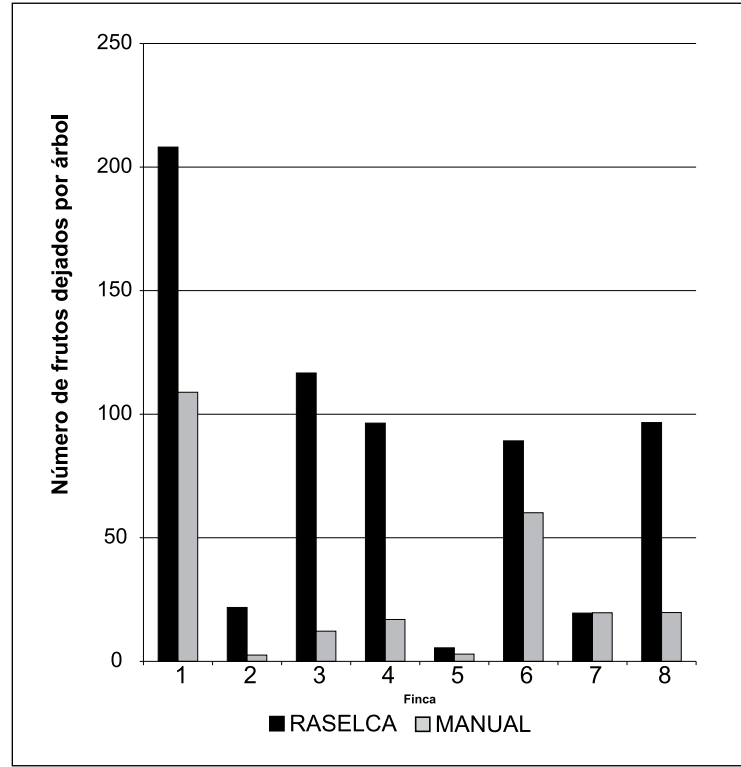


Figura 4.
 Promedio de frutos dejados por árbol durante la remoción total de frutos por medio de la recolección manual y con el dispositivo Raselca, previo al zoqueo de cafetales.

Los costos de aplicación de las estrategias de remoción total de frutos oscilaron entre \$ 345.762 y \$ 944.444 cuando se recolectó manualmente y entre \$ 134.653 y \$ 896.703 con el dispositivo Raselca. El promedio de los costos de esta labor por hectárea fue de \$ 614.040 ± 71.050 para la recolección manual y de \$ 467.997 ± 76.099 para el dispositivo Raselca.

Los resultados obtenidos sugieren que el dispositivo Raselca requiere adaptaciones y modificaciones para poder utilizarlo como una herramienta eficaz para la asistencia en la remoción total de frutos de café, ya que no aumentó el volumen total recolectado ni contribuyó a disminuir la cantidad de frutos dejados en el árbol. Sin embargo, los menores costos incurridos con su uso podrían convertirla en una tecnología viable.

Actividad 2. El nivel de infestación inicial por broca en los diez lotes previo al zoqueo, fluctuó entre 0,2 y 10,4% (Tabla 2). El potencial de broca en el suelo, antes de

realizar el zoqueo, se obtuvo mediante la evaluación del porcentaje de infestación en el suelo, del promedio de los frutos en el suelo por árbol y del promedio de los estados biológicos de la broca por fruto (Tabla 2). Con esta información se calculó el parámetro total poblacional de la broca en el lote (Figura 5).

El lote 3 presentó el menor promedio de infestación de broca (0,2%), mientras que otros seis lotes presentaron infestaciones entre el 6 y el 10,4%; las otras tres tenían un porcentaje entre el 3 y 5%. En promedio, la cantidad de frutos presentes en el suelo por árbol fluctuó entre 14 y 16, para los lotes de las fincas 4, 6 y 8; el resto de lotes presentaron menos de diez frutos en el suelo. La infestación de los frutos caídos al suelo estuvo entre el 11 y 45%, con un 50% de los lotes con niveles por debajo del 15%. La cantidad de estados biológicos vivos que contenían los frutos infestados osciló entre 2 y 6 estados por fruto, en promedio (Tabla 2).

Tabla 2. Nivel de infestación de la broca del café en los lotes de las fincas evaluadas, antes del desrame.

Finca	Infestación en el árbol (%)	Infestación en el suelo (%)	Promedio de frutos por plato	Promedio de estados de broca por fruto
1	3,3	11	6	3
2	10,4	24	7	4
3	0,2	11	8	4
4	6,4	13	14	6
5	10,2	45	2	2
6	9,2	42	14	3
7	4,5	13	4	2
8	8,9	31	16	3
9	9,0	11	9	6
10	3,6	32	4	3
Promedio de todas las fincas	6,6	23,3	8,4	3,6

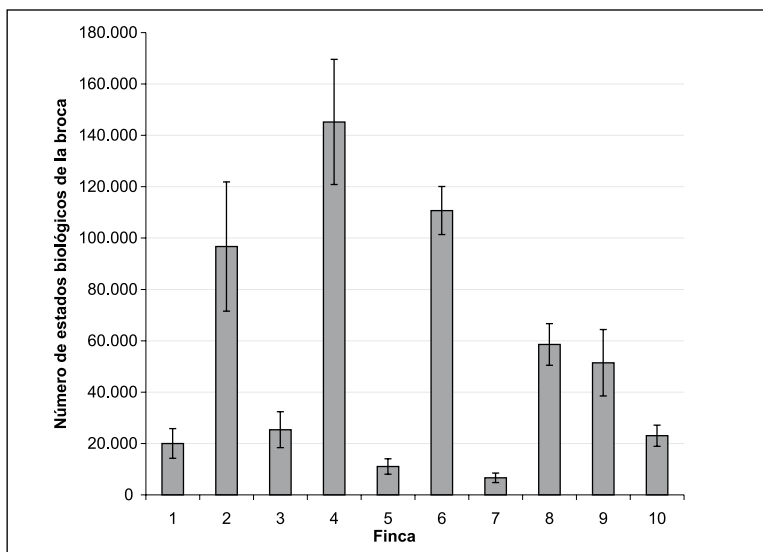


Figura 5. Número estimado de estados de broca presentes en los frutos del suelo, en los diferentes lotes de las fincas evaluadas, antes del zoqueo.

El lote de la finca 7 presentó la menor población estimada de broca viva (6.000 estados) y la mayor población se registró en la finca 4, con 145.000 estados aproximadamente. En tres fincas se estimaron más de 95.000 estados, en cuatro entre 20.000 y 95.000, y en las tres restantes, menos de 20.000 estados (Figura 5).

Es interesante observar que el lote con menor infestación por broca en el árbol (finca 3) no fue el que tuvo la menor cantidad potencial de broca, y aquel con uno de los mayores niveles de infestación en el árbol (finca 5) presentó uno de los más bajos potenciales de broca. Estas observaciones sugieren que la variable más importante para considerar durante el zoqueo es el número de frutos en el suelo, puesto que éstos contribuirán a aumentar el potencial de broca que posteriormente infestará los cafetales circundantes. Estos resultados indican que la recomendación principal en el momento de realizar el zoqueo deberá centrarse en disminuir la caída de frutos de café. Obsérvese que, independientemente del nivel de broca en el campo, la variable que más contribuyó a incrementar las poblaciones

de broca fue el número de frutos dejados en el suelo, seguido del porcentaje de infestación de estos frutos (Tabla 2, Figura 5).

La captura de adultos de broca en los dispositivos de alcohol Brocatrap®, fue permanente, tanto en los dispositivos instalados en el lote zoqueado como en los cafetales circundantes (Tabla 3). Desde el primer día de instalación de los dispositivos se registraron capturas en los lotes zoqueados, con un promedio hasta de 3.400 brocas semanales, en los cinco dispositivos. No se observaron tendencias en cuanto a las capturas dentro del lote zoqueado y el cafetal circundante, o en los lotes con menor eficacia durante la remoción de frutos, o en aquellos lotes con números variables de potencial de broca. Sin embargo, es importante resaltar que estos dispositivos capturaron adultos que posteriormente iban a infestar los cafetales vecinos. Los resultados aquí obtenidos sugieren que instalar este tipo de dispositivos podría contribuir al monitoreo y control de adultos de broca durante el zoqueo de cafetales infestados. Sería recomendable evaluar experimentalmente estos dispositivos.

Tabla 3. Número total de brocas capturadas semanalmente en las trampas Brocatrap®.

Finca	Lote zoqueado	Área circundante	Total de brocas capturadas por semana
1	1.794	2.391	4.185
2	1.821	2.667	4.488
3	319	402	721
4	1.785	883	2.668
5	702	535	1.237
6	1.471	2.007	3.478
7	878	248	1.126
8	561	656	1.217
9	3.416	2.101	5.517
10	826	2.033	2.859

Tabla 4. Porcentajes de infestación por broca (inicial, máxima y final), en los cafetales circundantes a los lotes zoqueados.

Área circundante	Infestación inicial	Infestación máxima (semana de ocurrencia)	Infestación final (semana de ocurrencia)
1	1,6	28,7 (17)	11,9 (21)
2	15,0	43,9 (4)	10,1 (17)
3	2,6	16,5 (14)	6,0 (20)
4	5,9	21,2 (14)	6,4 (20)
5	2,2	27,0 (10)	21,0 (14)
6	3,2	29,9 (9)	20,8 (13)
7	0,7	18,4 (12)	12,0 (14)
8	2,8	23,2 (9)	21,1 (10)
9	1,7	38,6 (16)	22,3 (18)
10	3,0	42,1 (11)	25,8 (17)

La infestación por broca en los cafetales circundantes a los lotes zoqueados se evaluó durante 13 a 21 semanas, dependiendo de la fecha de la eliminación de los árboles. Se observó un incremento acelerado de la infestación a partir de la tercera semana, y los máximos porcentajes de infestación se registraron entre la novena y la decimoséptima semana posterior al zoqueo (Tabla 4).

Los mayores aumentos en los porcentajes de infestación se observaron en los lotes de las fincas 9 y 10, en los cuales no se removieron los frutos antes del zoqueo.

Estos resultados muestran que, la remoción de los frutos durante el zoqueo de cafetales infestados por broca contribuye a disminuir el porcentaje de infestación en los cafetales circundantes, lo cual implica un beneficio adicional para la cosecha siguiente. Se recomienda adelantar estudios que permitan remover la mayor cantidad de estos frutos y evaluar el efecto de esta labor en los cafetales vecinos.

Al realizar el análisis económico de las labores recomendadas para prevenir la dispersión de la broca del café en la etapa

del zoqueo (Tabla 5), se pudo establecer que los costos por hectárea incurridos al realizarlo manualmente son aproximadamente de \$ 736.244, y de \$ 590.201 cuando se usó el dispositivo Raselca. La remoción de los frutos antes del zoqueo es responsable de aproximadamente el 80% de estos costos.

Los resultados obtenidos en este estudio permitieron corroborar la importancia de remover los frutos durante el zoqueo de cafetales infestados por broca, así como la recomendación de disminuir la caída de frutos de café al suelo, especialmente en esta etapa. Se recomienda mejorar y evaluar dispositivos de asistencia que permitan desarrollar esta labor eficientemente y con costos razonables para el caficultor.

De acuerdo con las observaciones realizadas con los dispositivos de capturas de adultos de broca, se recomienda evaluar experimentalmente el uso de éstos como método de control de poblaciones de la broca durante el zoqueo de cafetales infestados.

Al tener en cuenta los incrementos en los porcentajes de broca observados en los cafetales vecinos, se recomienda evaluar éstos constantemente con el fin de realizar el control de adultos de broca mediante el uso de insecticidas químicos o biológicos.

Debido a que los costos del control de la broca durante el zoqueo de cafetales infestados están mayoritariamente representados por la remoción de los frutos (alrededor del 80%), se considera que el costo de aplicar

Tabla 5. Promedio de los costos por hectárea del manejo de la broca del café, durante la renovación de cafetales.

Labor	Cantidad	Valor en pesos	Valor total (en pesos)
Aplicación del hongo <i>Beauveria bassiana</i>			94.683
Mano de obra	2,88 ± 0,96 jornales*	48.960	
Hongo <i>Beauveria bassiana</i>	640g	16.640	
Aceite coadyuvante	1.612 ± 369cc	25.310	
Combustible	2.695 ± 1.205cc	3.773	
Remoción manual de los frutos	36,12 ± 12,64 jornales		614.040
Remoción de frutos con el dispositivo Raselca	27,53 ± 13,54 jornales		467.997
Manipulación del café verde recolectado	1,29 ± 1,04 jornales		22.009
Recolección de frutos maduros en los árboles trampa	0,32 ± 0,45 jornales		5.512
Promedio del costo total por hectárea con recolección manual			736.244
Promedio del costo total por hectárea con recolección asistida			590.201

* Valor del jornal: \$ 17.000.

el hongo *B. bassiana* y dejar los árboles trampa y monitorearlos, no debería ser una limitación para su adopción.

AGRADECIMIENTOS

A todos los caficultores que participaron directamente en la ejecución del presente trabajo, igualmente a sus respectivos administradores y personal de campo. Al auxiliar de la Disciplina de Entomología Jhon Jairo García G. y al personal de la Disciplina de Ingeniería Agrícola de Cenicafé, en especial al doctor César Augusto Ramírez. Igualmente, los autores expresan sus agradecimientos a los Comités de Cafeteros de Chinchiná y Palestina por su apoyo constante durante la realización de este estudio.

LITERATURA CITADA

1. BERNAL, M. G.; BUSTILLO P., A. E.; CHAVES C., B.; BENAVIDES M., P. Efecto de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* sobre poblaciones de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) que emergen de frutos en el suelo. Revista Colombiana de Entomología 25 (1-2): 11-16. 1999.
2. BENAVIDES M., P.; ARÉVALO, H. Manejo integrado: una estrategia para el control de la broca del café en Colombia. Cenicafé 53(1): 39-48. 2002.
3. BUSTILLO P., A.E. Perspectivas de manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei*, en Colombia. Medellín, Sociedad Colombiana de Entomología - Socolen, 1991. p. 106-118. (Miscelánea No. 18)
4. BUSTILLO P., A.E.; VILLALBA G., D. A.; CHAVES C., B. Consideraciones sobre el uso de insecticidas químicos en la zona cafetera en el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei*. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 20. Cali, Julio 13-16, 1993. Memorias. Cali, SOCOLEN, 1993. p. 152-158.
5. BUSTILLO P., A.E.; CÁRDENAS M., R.; VILLALBA G., D.; BENAVIDES M., P.; OROZCO H., J.; POSADA F., F. Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Chinchiná, Cenicafé, 1998. 134 p.
6. CASTAÑO S., A ; BENAVIDES M., P.; BAKER, S.P. Dispersión de *Hypothenemus hampei* en cafetales zoqueados. Cenicafé 56 (2): 142-150. 2005
7. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ - CENICAFÉ - CHINCHINÁ. COLOMBIA. La renovación de los cafetales por zoca. Avances Técnicos Cenicafé No. 174: 1-8. 1992.
8. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ - CENICAFÉ - CHINCHINÁ. COLOMBIA. ¿Cómo renovar cafetales que presenten infestaciones de la broca del café?. Brocarta No. 21:1-4. 1995. (2. ed).
9. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ - CENICAFÉ - CHINCHINÁ. COLOMBIA. Resumen del informe anual de actividades 2004 – 2005. Chinchiná, Cenicafé, 2005. p. 98.
10. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA - FNC. BOGOTÁ. COLOMBIA. Indicadores de rendimiento de la caficultura. Bogotá, FNC, 2001. 120 p.
11. LE PELLEY, R. H. Pest of coffee. London, Longmans, Green and Co., 1968. 590 p.
12. OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A.; BUENAVENTURAA., J.D.; SANZ U., J.R. Diseño y evaluación de una herramienta para agilizar la cosecha manual de café. Cenicafé 56 (1): 37-45. 2005.
13. URIBE H., A. Zoqueo de cafetales. Avances Técnicos Cenicafé No. 66:1-4. 1977.