

DISPERSIÓN DE *Hypothenemus hampei* EN CAFETALES ZOQUEADOS

Andrea Castaño-Sanint* ; Pablo Benavides-Machado** ; Peter S. Baker***

RESUMEN

CASTAÑO S., A.; BENAVIDES M., P.; BAKER P. S. Dispersión de *Hypothenemus hampei* en cafetales zoqueados. Cenicafé 56(2):142-150. 2005.

Con el fin de evaluar el desarrollo biológico y el remanente de la broca en el suelo después del zoqueo de cafetales infestados, se realizó un experimento en la Subestación Experimental La Catalina de Cenicafé y en la finca Santa Bárbara, ubicadas en el municipio de Pereira. Se evaluó la cantidad de adultos de broca en el suelo después de la eliminación del cafetal, su desarrollo en los frutos infestados, la emergencia de adultos y el nivel de infestación en los cafetales vecinos, encontrándose que aunque los frutos inmaduros caídos al suelo presentaron menor porcentaje de infestación y menor número de estados biológicos del insecto, suministraron el mayor número de brocas. Después de 60 días del zoqueo se capturó el 80% del total de hembras que volaron y el insecto continuó su desarrollo en los frutos infestados hasta después de 100 días, momento en el cual el 60% de los frutos evaluados no presentaron estados biológicos del insecto. Los primeros cuatro surcos de café aledaños al lote zoqueado fueron los más infestados por la broca que emergió de los frutos del suelo. Estos resultados indican que es necesario continuar con el manejo de la broca, especialmente, con la eliminación total de los frutos antes de renovar el cafetal.

Palabras claves: Broca del café, frutos inmaduros, renovación, zoqueo, infestación, manejo integrado de plagas, MIB.

ABSTRACT

An experiment at the Experimental Station "La Catalina" of Cenicafé, and at the coffee farm "Santa Bárbara" both located in Pereira, was carried out in order to evaluate the biological development and remnant of coffee berry borer on the soil after pruning infected coffee plantations. The number of adult coffee berry borers on the soil after the coffee plantation elimination, their development in the infested coffee beans, the adults emergence and the infestation levels in the surrounding coffee plantations were evaluated. It was found that although the green beans fallen on the soil exhibited less infestation levels as well as less biological states of the insect, they provided the greater number of coffee berry borers. 60 days after the pruning 80% of all the females that flew was captured and the insect continued its development in the infested coffee beans up to 100 days after. By then, 60% of the evaluated berries did not exhibit biological states of the insect. The most infested neighboring coffee trees after the pruning were the ones located in the first four rows with the first row being the most affected of all by the coffee berry borers that emerged from the beans on the soil. These results suggest that it is necessary to continue controlling coffee berry borer, especially by totally eliminating the beans before renewing the coffee plantation.

Keywords: Coffee berry borer, green coffee beans, renewal, pruning, infestation, Integrated Pest Management, IPM.

* Ingeniero Agrónomo. Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia.

** Asistente de Investigación. Disciplina de Entomología. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

*** Coordinador Convenio DFID-IIBC-FNC, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

La broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae), es la principal plaga del café en el mundo y está presente en Colombia desde 1988 (3). Su importancia radica en que ataca directamente los granos de café provocando la caída de los frutos en estado acuoso, la pérdida de peso del grano y la alteración de la calidad de la bebida, aumentándose los gastos por su manejo y reduciéndose el precio de venta del producto (3).

La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia ha recomendado la renovación de las plantaciones por medio del zoqueo para mantener un promedio de producción alto y rentable por unidad de superficie (6). Éste, consiste en cortar el tallo principal de la planta de café a 30cm del suelo con el fin de permitir la emisión de brotes ortotrópicos que reemplazarán al tallo cortado. Finalmente, estas nuevas plantas alcanzarán al menos la productividad de un cafetal nuevo (7, 9).

El zoqueo debe realizarse al quinto o sexto año después de sembrada la plantación en su lugar definitivo, es decir, cuando la planta ha producido 4 ó 5 cosechas (6). Técnicamente, debe renovarse por zoca una quinta parte de la plantación total de café para mantener una producción promedio anual estable (6). El tiempo ideal para realizarlo es después de recolectar la cosecha principal, ya que el árbol tiene menos flores y frutos, y coincide con la época seca que limita el desarrollo de enfermedades (6, 9). El zoqueo requiere de la eliminación total de las ramas aún aquellas con remanente de frutos. Se recomienda dejar estas ramas bien distribuidas en el suelo para que aporten materia orgánica, impidan el crecimiento de arvenses por algún tiempo y protejan el suelo de la erosión (6). Lastimosamente estas prácticas de cultivo benefician el desarrollo, reproducción y dispersión de la

broca del café (1, 4, 5, 8). Estudios preliminares en lotes zoqueados permitieron observar una invasión de brocas en lotes vecinos con una duplicación en los niveles de infestación al cabo de 15 días. Además, se capturaron brocas en trampas cebadas después de 60 días de realizado el zoqueo, y aún se encontraban brocas vivas en los frutos caídos al suelo (2).

Esta investigación tuvo como objetivos cuantificar el potencial de broca remanente en el suelo, evaluar el desarrollo biológico de la broca en los frutos que permanecen en el suelo y determinar el impacto de la broca de un lote zoqueado en los cafetales vecinos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El experimento se realizó en la Subestación Experimental La Catalina de Cenicafé, en un lote de 5 años, de 6.360m² sembrado con café variedad Colombia a una distancia de 0,75 x 2m y dos plantas por sitio (8.480 plantas), que estaba rodeado de cafetales, y en la finca Santa Bárbara en un lote de 20.675m² sembrada con café variedad Colombia de 12 años de edad, a una distancia de 1,20 x 1,80m (9.572 plantas); como esta plantación no se encontraba rodeada de cafetales, se simuló la presencia de lotes vecinos dejando franjas de 40m en los bordes. En total se zoquearon 4.220 árboles (9.115m²). Los lotes experimentales se localizaron en el municipio de Pereira en las veredas El Retiro y El Jazmín, a 1.350m de altitud, con una temperatura promedio de 21,6°C y una precipitación anual de 1.980mm.

En cada una de las parcelas se realizó el zoqueo siguiendo las recomendaciones de Cenicafé (6). Inicialmente, se cortaron las ramas de los árboles al finalizar la cosecha principal, se cortaron los tallos y se recogió

la madera gruesa dejando las ramas sobre el suelo.

Las variables de respuesta evaluadas fueron: población de broca remanente en los frutos caídos al suelo y desarrollo biológico, emergencia de adultos y su efecto en los niveles de infestación en los cafetales vecinos. Esta información se obtuvo de la siguiente manera:

- Evaluación de la población de broca remanente en frutos caídos al suelo. Una vez realizado el zoqueo se tomaron 100 sitios al azar de 0,5m² donde se contaron y clasificaron los frutos encontrados, discriminándolos según el grado de maduración. Los frutos sanos se separaron de los infestados y de éstos se disecaron 100 frutos verdes, 100 maduros y 100 secos, para contabilizar los estados de broca existentes por fruto perforado. Con esta información se estimó el número promedio de estados biológicos de broca vivos por sitio al momento del zoqueo. Además, se estimó el porcentaje de infestación de los frutos verdes, maduros y secos.

- Evaluación del desarrollo biológico de la broca en frutos caídos al suelo. Se tomaron diez sitios al azar de 0,5m² en el lote zoqueado y se recogieron cada 20 días durante 160 días, todos los frutos brocados existentes. En el laboratorio se disecaron los frutos y se contabilizaron los estados biológicos de la broca. Con esta información se estimó el número promedio de estados biológicos por fruto a través del tiempo y la proporción de frutos abandonados, es decir, aquellos frutos perforados sin ningún estado biológico del insecto.

- Emergencia de adultos de broca a través del tiempo. Se colocaron aleatoriamente a 15 ó 20cm del suelo en los lotes zoqueados, 30 marcos de madera de 1m² cubiertos con

un tul impregnado con grasa de automóvil. Diariamente, se contabilizó el total de brocas adultas capturadas durante el primer mes de evaluación y durante otros 5 meses, las evaluaciones se realizaron dos veces por semana. Con la información del número de brocas atrapadas por sitio se estimó la tasa diaria de emergencia a través del tiempo durante los 6 meses de evaluación, y se correlacionaron con los datos de temperatura, humedad relativa, brillo solar y precipitación de la zona.

- Evaluación del efecto del zoqueo sobre lotes vecinos. En los surcos 1 al 5 y a los 10, 15 y 30 metros vecinos al cafetal zoqueado se realizó un seguimiento cada 20 días del número de frutos brocados, tomando aleatoriamente diez árboles y cuatro ramas a diferentes alturas por árbol, en cada distancia evaluada. Las ramas marcadas se emplearon como unidades permanentes de muestreo durante 160 días y allí se contabilizaron el total de frutos y el número de frutos perforados por la broca. En un lote alejado de los cafetales zoqueados (lote control) se tomaron 30 árboles al azar, y se evaluaron las mismas variables en el 50% de las ramas productivas, con la misma frecuencia y durante el mismo tiempo.

En los lotes vecinos sólo se realizó la cosecha oportuna como control de la broca, y con esta información se procedió a comparar el promedio de la infestación por árbol en las diferentes distancias mediante una prueba t al 5%. Estos promedios también fueron comparados con el promedio de infestación por árbol en el interior del lote vecino al zoqueado.

Para evaluar si había efecto o no del zoqueo sobre el aumento de la infestación en lotes vecinos se comparó el promedio de la infestación de estos lotes con el promedio de la infestación del lote control.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de la población de broca remanente en el suelo. Al inicio del estudio el porcentaje de infestación del lote de La Catalina fue de 25% con un coeficiente de variación de 49,5 y el lote de la finca Santa Bárbara tuvo un 19,6% de infestación con un coeficiente de variación de 93,3.

El análisis de varianza para la variable número de frutos totales e infestados mostró diferencias significativas entre los tres estados de maduración. Se encontró un mayor número de frutos verdes totales y perforados por broca en los lotes bajo observación (Tabla 1).

La variable porcentaje de infestación mostró diferencias estadísticas significativas en ambos lotes según el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5%. En el lote de

La Catalina se encontró un menor porcentaje de infestación en frutos verdes en comparación con los maduros y los secos, y en el lote de Santa Bárbara hubo diferencias para estas variables entre todos los grados de maduración, presentándose el menor valor en los verdes y el valor más alto en los maduros (Tabla 1).

Al analizar los estados biológicos vivos de broca encontrados en estos frutos los análisis de varianza mostraron diferencias significativas para las variables evaluadas en los dos lotes. El número de huevos, larvas y pupas, fue menor en los frutos verdes. El número de adultos vivos fue igual en los frutos verdes y maduros, siendo mayor en los secos para el lote de La Catalina, mientras que en el lote de Santa Bárbara no hubo diferencias estadísticas entre el número de adultos vivos (Tabla 2).

Tabla 1. Número promedio de frutos por sitio (0,5m²) e infestación por broca, según el estado de maduración del fruto al momento del zoqueo.

Estado de los frutos	Frutos totales		Frutos con broca		Infestación por broca	
	La Catalina	S. Bárbara	La Catalina	S. Bárbara	La Catalina	S. Bárbara
Verdes	222,5 a*	538,8 a	30,3 a	56,4 a	13,6a	10,5 a
Maduros	27,7 b	40,3 b	12,3 b	18,0 b	44,4b	44,7 b
Secos	25,3 b	19,3 b	11,4 b	7,8 c	45,1b	40,4 c

* Promedios seguidos por letras diferentes indican diferencias estadísticas según la prueba Tukey al 5%.

Tabla 2. Número promedio de estados biológicos de broca por fruto por sitio (0,5m²) según el estado de maduración, al momento del zoqueo de los lotes de La Catalina y Santa Bárbara, en el municipio de Pereira .

Grado de maduración del fruto	Estados biológicos							
	Huevos		Larvas		Pupas		Adultos	
	La Catalina	S. Bárbara	La Catalina	S. Bárbara	La Catalina	S. Bárbara	La Catalina	S. Bárbara
Verdes	1,7a *	1,5a	1,4a	1,5a	1,2a	1,3a	1,5a	1,5a
Maduros	2,2b	1,6a	1,8b	2,3b	1,3a	1,6b	1,5a	1,6a
Secos	2,4b	1,9b	2,4c	1,7a	1,5b	1,5ab	2,0b	1,6a

* Promedios seguidos por letras diferentes indican diferencias estadísticas según la prueba Tukey al 5%.

Se encontró una proporción de frutos perforados sin estados de broca en su interior (abandonados) de 6,7% para verdes, 13,4% para maduros y 2,9% para secos en el lote de La Catalina, y de 15%, 10% y 27% para verdes, maduros y secos, respectivamente, en el lote de Santa Bárbara.

La información anterior permitió hacer una estimación por hectárea del potencial de la broca remanente en el cafetal después de un zoqueo. Se estimó que alrededor de 7 a 10 millones de brocas se dejaron en él, de las cuales 1,7 y 0,9 millones correspondían a brocas en estado adulto en los lotes de La Catalina y Santa Bárbara, respectivamente.

Evaluación del desarrollo biológico de la broca en frutos del suelo. Se encontraron brocas vivas en los frutos infestados hasta pasados 100 días después del zoqueo del cafetal (Figura 1), momento a partir del cual el número de estados por fruto infestado disminuyó a valores menores que 1. La cantidad de estados de broca muertos fue bajo con respecto a los estados vivos y fue relativamente estable a través del tiempo; esto significa que los adultos del

insecto emergieron del fruto para colonizar nuevas áreas.

Otro indicador que sirvió para determinar la cantidad de broca que emergió de los cafetales zoqueados fue el porcentaje de frutos infestados y abandonados por la broca a través del tiempo (Figura 2). Los resultados muestran un aumento en los niveles de abandono de los frutos infestados por la broca, con valores mayores al 60% después de 120 días del zoqueo. Esta situación corrobora la observación anterior sobre la emergencia de brocas a partir de frutos del suelo.

Emergencia de adultos de broca a través del tiempo. Diariamente y durante 155 días posteriores al zoqueo emergieron brocas (Figura 3). Estos resultados concuerdan con las observaciones encontradas en la evaluación anterior donde hubo presencia de estados vivos del insecto hasta después de 100 días. La tasa diaria de emergencia de adultos de broca por sitio fue estadísticamente diferente para los dos cafetales zoqueados, según prueba t al 5%. Estas tasas se estimaron bajo un modelo lineal simple entre el escape de

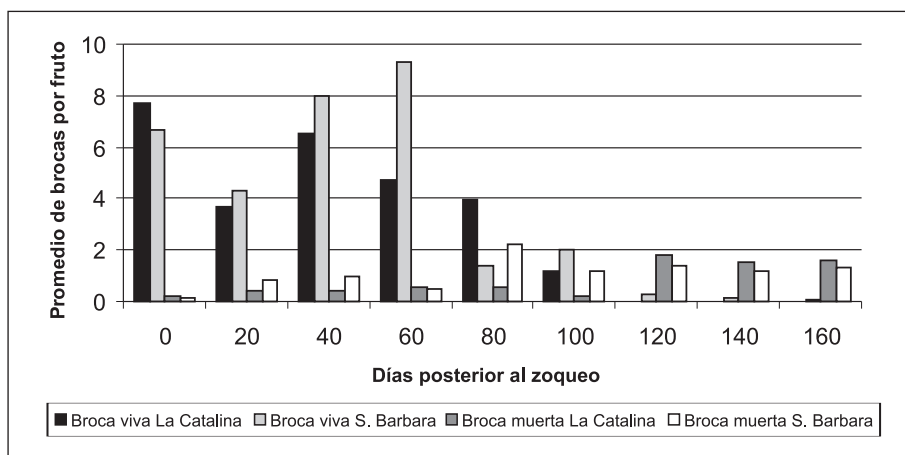


Figura 1. Estados biológicos de la broca en frutos del suelo luego del zoqueo.

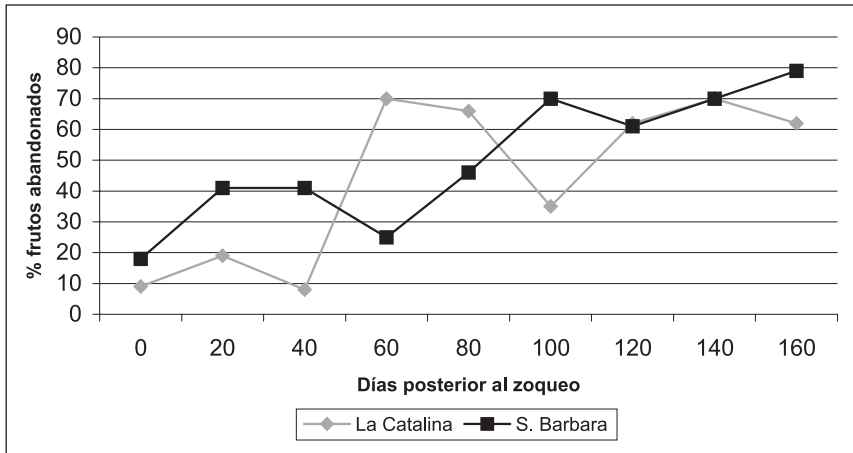


Figura 2. Porcentaje de frutos infestados que fueron abandonados por la broca a través del tiempo.

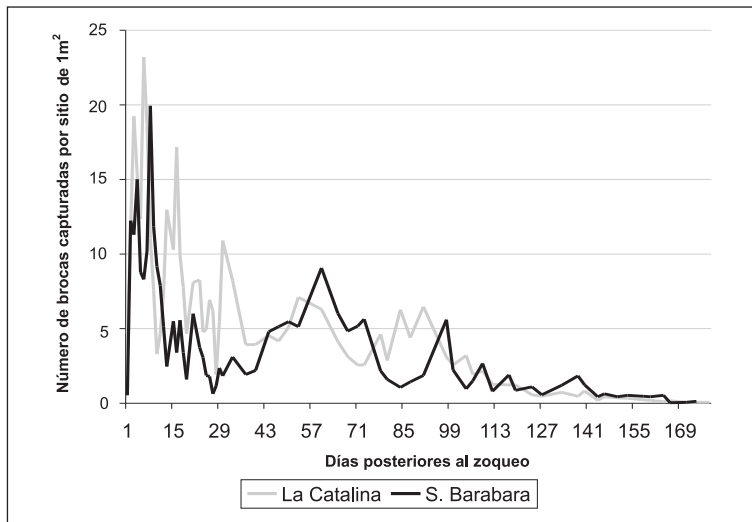


Figura 3. Promedio de adultos capturados por sitio a través del tiempo.

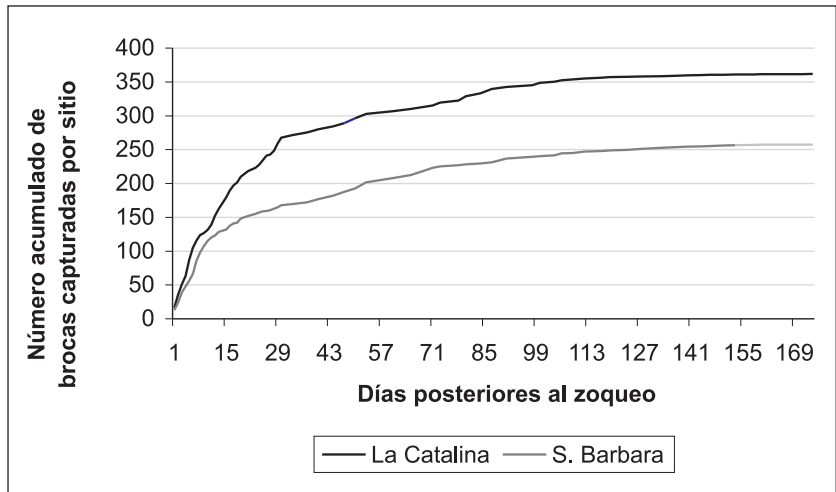
adultos de broca acumulada (Figura 4) y el tiempo de evaluación a los 100 días después del zoqueo. En la Subestación La Catalina emergieron diariamente en promedio $3,33 \pm 0,72$ adultos de broca por sitio, mientras que en Santa Bárbara el promedio fue de $2,29 \pm 0,63$.

En La Catalina se capturaron 10.851 adultos de broca en los 30 sitios durante los 187 días de evaluación, mientras que en Santa Bárbara se capturaron 7.727. Estos resultados indican que de una hectárea volaron aproximadamente $3'617.000$ y $2'575.667$

adultos de broca, respectivamente, de los cuales el 80% emergieron a los 51 días en el lote La Catalina y a los 69 días en el lote Santa Bárbara.

La correlación entre las variables climáticas y la emergencia de adultos de broca a través del tiempo no fue significativa en este estudio, por tanto, no es posible afirmar que el brillo solar, la temperatura, la precipitación o la humedad relativa tuvieron alguna influencia en la emergencia de broca.

Figura 4.
Adultos de broca capturados por m² a través del tiempo en la Subestación La Catalina y en la finca Santa Bárbara.



Evaluación del efecto del zoqueo sobre lotes vecinos. En el lote de Santa Bárbara, la información registrada para esta variable no fue considerada para el análisis estadístico debido a que fue alterada por el zoqueo de otro cafetal aledaño a la parcela experimental.

La dispersión de la broca fue similar para cada punto cardinal evaluado en el lote de La Catalina. Al analizar el incremento en el porcentaje de frutos brocados en las ocho distancias evaluadas se detectaron diferencias significativas entre surcos hasta los 80 días después del zoqueo (Tabla 3). El insecto tuvo una mayor influencia en los 15 metros contiguos al cafetal zoqueado durante los 20 primeros días; sin embargo, el mayor impacto sobre los niveles de infestación fue más notorio en los 4 primeros surcos. La Figura 5 muestra que la broca parece migrar entre más tiempo hacia árboles de café más alejados, quizás en busca de hospedantes más adecuados. Es importante aclarar que las fluctuaciones

de los porcentajes de infestación a través del tiempo se debieron a la formación de nuevos frutos en los nudos y al efecto de la cosecha, en la cual se removieron los frutos maduros de las ramas.

Con los resultados obtenidos se concluye que a pesar de los menores niveles de infestación de los frutos verdes remanentes en el suelo después de un zoqueo y del menor número de brocas vivas en su interior, estos suministraron la mayor cantidad de brocas debido al alto número encontrado.

En cuanto al desarrollo biológico se observó que la broca se desarrolló en los frutos hasta 100 días después del zoqueo, capturándose el 80% del total de adultos que emergieron entre los 51 y 69 días. No se observó ninguna relación entre el clima y la emergencia del insecto. La broca que emergió del suelo después del zoqueo infestó aquellos frutos presentes en ramas distanciadas hasta 30 metros, afectando en mayor medida los primeros cuatro surcos.

Tabla 3. Porcentaje de frutos atacados por la broca, por rama, en las diferentes distancias evaluadas en los lotes vecinos al lote zoqueado a través del tiempo.

Distancia (Metros)	Días después del zoqueo							
	0	20	40	60	80	100	120	140
1	15,6 a*	44,3 a	63,1 a	56,0 a	20,6 ab	44,3 a	20,2 ab	24,9 a
2	10,1 b	33,4 b	55,9 ab	51,6 a	17,7 b	48,4 a	21,9 ab	25,1 a
3	7,2 bcd	17,7 cd	40,0 c	48,5 ab	31,3 ab	23,0 a	29,0 ab	35,9 a
4	8,7 bc	21,7 c	44,6 bc	35,4 bc	17,9 b	31,6 a	23,4 ab	25,8 a
5	5,8 cd	11,4 de	26,3 d	31,1 c	22,1 ab	27,2 a	18,9 b	25,6 a
10	4,8 cd	10,2 de	25,4 d	35,7 bc	32,0 ab	24,6 a	33,3 a	40,7 a
15	3,5 d	7,7 e	18,5 d	27,8 c	35,3 a	43,3 a	32,2 ab	40,2 a
30	5,2 cd	6,6 e	21,6 d	25,0 c	17,0 b	42,2 a	19,8 ab	26,0 a
C	11,2	17,8	11,6	13,2	10,7	10,4	21,9	12,4

C: Lote control. * Promedios seguidos por letras diferentes indican diferencias estadísticas según la prueba Tukey al 5%.

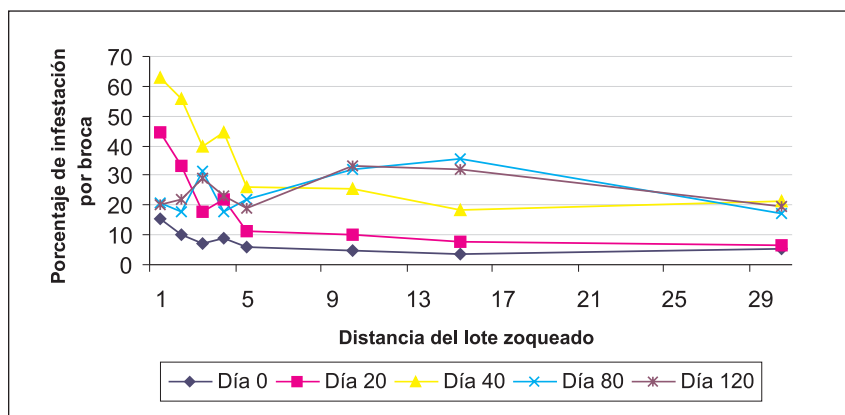


Figura 5. Porcentaje de frutos de café atacados por la broca, por rama, en las diferentes distancias evaluadas en los lotes vecinos al lote zoqueado a través del tiempo.

Esto sugiere que una estrategia de manejo de la broca podría ser el uso de árboles trampa ubicados a los alrededores del cafetal zoqueado, por tanto, se recomienda evaluar esta práctica.

El zoqueo de los cafetales aunque rejuvenece la plantación de café y facilita el control de la broca, es una práctica que puede causar una reinfestación muy alta en otros lotes aledaños. Se recomienda así evaluar la viabilidad y los mecanismos para remover

las cerezas de café antes del zoqueo, las prácticas de control más adecuadas durante el zoqueo de cafetales con broca, cuantificar los efectos de las dispersiones masivas de broca en los cafetales adyacentes a los lotes zoqueados con el fin de definir la distancia a la cual es indispensable tomar medidas de control y conocer cómo las condiciones climáticas (viento, intensidad de lluvias, entre otras) pueden afectar este proceso. Sería conveniente evaluar la biota asociada al suelo para buscar microorganismos o

insectos nativos que pudieran ayudar en el control de la broca en este hábitat y su impacto en la supresión de las poblaciones iniciales de la broca.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Cenicafé, al Dr. Álex Bustillo, a la Dra. Esther Cecilia Montoya, a los auxiliares de campo Sandra Patricia Velarde, Claudia María Giraldo, Raúl García, Claudia Cecilia Vélez y Stella Ruiz, a la Subestación Experimental La Catalina y al Sr. Jairo Echeverry, propietario de la finca Santa Bárbara. Esta investigación fue realizada con recursos del convenio DFID – Cenicafé – CABI Bioscience IPM for Coffee Project (CNTR 93/1536A).

LITERATURA CITADA

1. BAKER, P. The coffee berry borer in Colombia; final report of the DFID – Cenicafé – CABI Bioscience IPM for coffee project (CNTR 93/1536A). Chinchiná, DFID – Cenicafé, 1999. 154 p.
2. BENAVIDES M., P. Informe anual de actividades de la Disciplina de Entomología. Octubre 1993 – Septiembre 1994. Chinchiná, Cenicafé, 1994.
3. 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.
4. BUSTILLO P., A. E.; CÁRDENAS M., R.; VILLALBA G., D. A.; BENAVIDES M., P.; OROZCO H., J.; POSADAF., F. J. Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. 2 ed. Chinchiná, Cenicafé, 1998. 134 p.
5. CASTRO, L.; BENAVIDES M., P.; BUSTILLO P., A. E. Dispersión y mortalidad de *Hypothenemus hampei* durante la recolección y beneficio del café. Manejo Integrado de Plagas 50: 19-28. 1998.
6. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ – CENICAFÉ. CHINCHINÁ. COLOMBIA. La renovación de los cafetales por zoca. Avances Técnicos Cenicafé No. 174:1-8. 1992.
7. MESTRE, A.; ARBOLEDA, C. Aumente la densidad de población de los cafetales y la productividad, sin costos adicionales. Avances Técnicos Cenicafé No.263: 1-4. 1999.
8. MORENO, D.; BUSTILLO P., A. E.; BENAVIDES M., P.; MONTOYA, E. C. Escape y mortalidad de *Hypothenemus hampei* en los procesos de recolección y beneficio del café en Colombia. Cenicafé 52 (2): 111-116. 2001.
9. URIBE H., A. Zoqueo de cafetales. Avances Técnicos Cenicafé No.66: 1-4. 1977.