

# LOS INSECTICIDAS Y EL HONGO *Beauveria bassiana* EN EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ<sup>1</sup>

Francisco J. Posada-Florez<sup>†</sup>; Diógenes A. Villalba-Gault<sup>\*\*</sup>; Alex E. Bustillo-Pardey<sup>\*\*\*</sup>

---

## RESUMEN

**POSADA F., F.J.; VILLALBA G., D.A; BUSTILLO P., A.E. Los insecticidas y el hongo *beauveria bassiana* en el control de la broca del café. *Cenicafé* 55(2):136-149.2004.**

En una finca cafetera en Calarcá, Quindío, se evaluaron los insecticidas químicos endosulfan y pirimiphos methyl, el insecticida biológico *Beauveria bassiana* junto con prácticas de control cultural para el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei*. Los tratamientos fueron evaluados desde el punto de vista biológico y económico. Las parcelas estuvieron conformadas por 500 árboles, se manejaron realizando todas las prácticas del cultivo del café y los registros se llevaron durante un ciclo de producción. Los tratamientos se aplicaron bajo tres criterios, para el manejo integrado de la broca del café: 1) Calendario (aplicación mensual, con un máximo de tres), 2) Caficultor (tres aplicaciones) y 3) Cenicafé (porcentaje de infestación mayor del 2%, y más del 50% de la broca en posición A y/o B. La infestación de la broca fue en promedio inferior al 5% para todos los tratamientos, incluyendo al testigo en el cual sólo se realizaron recolecciones oportunas y repases, sin aplicación de insecticidas. En relación con los ingresos, éstos mostraron tendencia a ser mayores para los tratamientos con insecticidas. En general, los costos de control fueron mayores para las aplicaciones calendario y se incurrió en menores costos cuando se utilizó la recomendación de Cenicafé.

**Palabras claves:** Café, *Hypothenemus hampei*, insecticidas, endosulfan, pirimiphos methyl, control cultural

---

## ABSTRACT

In a coffee farm in Calarcá, Quindío, chemical insecticides (endosulphan, pirimiphos methyl) and a fungus entomopathogen (*Beauveria bassiana*) were evaluated together with cultural practices to control the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*. Treatments were evaluated from the biological and economics point of view. Experimental plots of 500 coffee trees were handled following all the coffee crop practices and data was collected during one crop cycle. Treatments were applied under three different criteria to manage coffee berry borer: 1) Calendar spray criteria (monthly spray, maximum three times), 2) Coffee farmer criteria (three sprays) and 3) Cenicafé's recommendation (infestation percentage higher than 2% and more than 50% of the coffee berry borer in position A and/or B). Coffee infestation by the borer was in all cases lower than 5% for all the treatments, including the control treatment, which was maintained with a rigorous cultural control and did not receive insecticides spray. In relation with the treatment income, data showed a tendency to be higher in the insecticide treated plots. In general, the costs of control was higher in the calendar treatments and lower in those receiving Cenicafé's recommendations.

**Keywords:** Coffee, *Hypothenemus hampei*, endosulphan, pirimiphos methyl, cultural control, insecticides

---

<sup>1</sup> Investigación cofinanciada por el CAB International.

\* Investigador Científico I. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia

\*\* Ing. Agr., M. Sc.

\*\*\* Investigador Principal I. Entomología. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia

La broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae), es la principal plaga del café en Colombia (3). Este insecto, debido a sus hábitos, presenta dificultades para su control ya que el adulto está protegido en el interior de los frutos y se reproduce rápidamente. Por esta razón, los métodos tradicionales de control, en especial, el uso de insecticidas, han demostrado ser poco eficaces. Estos aspectos, sumados a la riqueza y diversidad biológica que presenta la región cafetera de Colombia hacen deseable establecer una estrategia de control más ecológica como es el manejo integrado con énfasis en prácticas agronómicas, culturales y de control biológico (6). El pilar fundamental en el control de la broca son las prácticas de control cultural (15, 23), que consisten en la realización de una cosecha de frutos en forma eficiente y oportuna (11).

En el manejo de la broca es importante mantener cafetales jóvenes, bien fertilizados con un adecuado manejo de las arvenses y evitar la dispersión de esta plaga durante la etapa de renovación o zoqueo así como en el proceso de beneficio de los frutos maduros (8). Para poder tomar decisiones acertadas de manejo y monitorear las actividades realizadas es necesario cuantificar sus poblaciones a través de muestreos (5, 9, 18).

El uso de insecticidas sólo se justifica cuando los niveles de infestación de broca son superiores al 2%, están los frutos en formación y la mayoría de aquellos frutos infestados muestran brocas en posición de penetración. Normalmente esta situación ocurre en cafetales en los cuales por alguna razón no se han realizado las prácticas adecuadas y las poblaciones de broca escapan al control del cafetero usando otros métodos de manejo.

Trabajos previos con insecticidas han mostrado que existen varias formulaciones que pueden ser utilizadas en un esquema de manejo

integrado (16, 19, 24), como son pirimifos-metil, fenitrotion, fentopen y clorpirifos.

Desde 1993, se han venido realizando experimentos orientados a evaluar la eficacia de diferentes insecticidas químicos con el fin de seleccionar los más promisorios para el control de la broca del café. Los experimentos se han llevado a cabo en parcelas experimentales de 25 plantas de las cuales se selecciona un árbol del surco central y de éste una rama, realizando la aplicación en los cinco árboles centrales, y utilizando generalmente entre 5 y 7 repeticiones por tratamiento (24).

En el área del control biológico los mayores logros se han obtenido con el hongo *Beauveria bassiana*. Se han realizado evaluaciones físicas de los equipos de aplicación, cubrimiento, eficacia en campo (8, 13, 14, 20), la persistencia en el ambiente (25), la eficiencia de *B. bassiana* en cafetales (4, 6), y su compatibilidad con el uso de otros plaguicidas (22).

En relación con la cosecha, el efecto de la recolección oportuna para el manejo de las poblaciones de la broca del café evitando la caída de los frutos y dejando un número bajo de frutos de cosecha por árbol es fundamental para obtener una reducción en los niveles de infestación (2, 12).

Estas medidas de manejo se han puesto en práctica en fincas cafeteras que presentan altos niveles de población de la broca del café, especialmente cuando los caficultores todavía estaban en un proceso de aprendizaje acerca de su manejo integrado donde se evaluaron los métodos de control utilizando las evaluaciones de infestación para tomar las decisiones de manejo (1, 2).

Estas prácticas han sido poco adoptadas por los caficultores los cuales consideran que no son viables biológica y económicamente. Por esta razón, el objetivo de este trabajo fue

realizar en parcelas comerciales la evaluación de diferentes estrategias de manejo de la broca incluyendo en este enfoque estrategias de control con insecticidas químicos y biológicos complementado con prácticas culturales durante todo un ciclo de producción.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la finca la Palma, del municipio de Calarcá, Quindío, en un lote de café variedad Colombia renovado por zoca con dos chupones, dos años de edad, distancia de siembra de 1 x 2m, sembrado en cuadro y una población de 5.000 árboles/ha. El estudio se llevó a cabo durante un ciclo de producción durante el segundo semestre de 1997.

En el experimento se emplearon cinco hectáreas. Dentro de los lotes y en las calles que servían de separación de los lotes de café estaban plantadas barreras de plátano, cada 20 surcos.

Se seleccionaron las floraciones de abril y mayo para iniciar las aplicaciones cuando los frutos tuvieran una edad entre 90 y 120 días. Se seleccionaron los insecticidas endosulfan (categoría toxicológica I) para utilizarlo como parámetro de control por ser un producto utilizado contra la broca del café y el pirimifos como una alternativa de control de baja toxicidad (categoría toxicológica III). Como pro-

ducto biológico se usó el hongo *Beauveria bassiana*, cepa Bb9205 que los caficultores y algunas casas productores de insumos biológicos ha producido masivamente y utilizado para el control de la broca del café.

El Thiodan 35 EC (endosulfan), tiene una concentración de 350 g de i.a. por litro de formulación y el Actellic 50 EC ( pirimifos – metil ) con 500g ia/litro. La dosis para ambos productos fue de 0,3ml/árbol. Del hongo *B. bassiana* se utilizó la cepa experimental Bb9205 a una concentración de  $1 \times 10^{10}$  esporas/árbol. La evaluación de la calidad de la formulación del hongo se presenta en la Tabla 1.

Las aspersiones se realizaron con un equipo de presión previa retenida Triunfo 40-100-10 y una boquilla TX3 (200ml/min a 40 psi). Antes de las aspersiones de los productos, se calibraron los equipos y los operarios para determinar el volumen de aplicación por árbol, el cual fue de aproximadamente de 50ml. En cada parcela de 500 árboles se depositaron 2,5 bombadas de 10 litros.

Se realizó la recolección de café haciendo pases cada 15 y/o 20 días y para evaluar la eficacia de los productos, químicos y biológicos, realizar máximo tres aplicaciones, teniendo como base los criterios de aplicación. El primer criterio fue la aplicación calendario. Consistió en hacer una aplicación cada mes a partir de los 90 o 120 días, después de la

**Tabla 1.** Calidad del hongo *Beauveria bassiana* aplicado en los Tratamientos (Laboratorio Cebiopest).

PRUEBA	Aplicaciones					
	1		2		3	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
Concentración	$2,4 \times 10^9$	$0,2 \times 10^9$	$9,5 \times 10^9$	$5,7 \times 10^9$	$9,5 \times 10^9$	$5,7 \times 10^9$
GERMINACIÓN	86,1	1,4	84,9	1,7	84,9	1,7
PATOGENICIDAD	92,5	4,7	95,0	5,0	95,0	5,0
TIEMPO PROMEDIO	4,5	0,8	4,6	0,8	4,6	0,8
MORTALIDAD						

floración principal. El segundo, se basó en el programa que sigue el caficultor, quien normalmente determina los niveles de infestación y aplica cuando éste es mayor del 2,5% y el criterio de Cenicafé, el cual consistió en tomar la decisión de aplicación cuando el nivel de infestación era mayor al 2,5% y más del 50% de la broca está en posición A y/o B.

El experimento se organizó en un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial (3 x 3 + testigo). Los tratamientos estuvieron conformados por tres productos: dos insecticidas y el hongo *B. bassiana*, tres criterios de aplicación y tres repeticiones para los productos y una para el testigo (Tabla 2).

Se utilizaron 30 parcelas de 500 árboles para un total de 15.000 árboles, dejando bordes de 200 árboles, para evitar el efecto de deriva y la contaminación de los tratamientos.

Para iniciar el experimento se determinó el nivel de infestación de broca, el cual fue de 0,67%. Este nivel se consideró muy bajo para iniciar la investigación, razón por la cual fue necesario realizar una infestación artificial con 250kg de café seco altamente atacado por la broca del café, el cual tuvo en promedio ocho adultos de broca por fruto.

El café brocado, para infestar las parcelas, se colocó en recipientes plásticos para que las



**Figura 1.** Recipientes para depositar granos infestados y realizar la liberación de la broca del café e infestar frutos en campo. A. Canasta de anejo o malla en el suelo. B. Canasta de anejo en el árbol. C. Vasos desechables en el árbol.

**Tabla 2.** Tratamientos aplicados en el control de la broca del café

Código	Nombre de los tratamientos
HCA	HONGO – CALENDARIO
HC	HONGO – CAFICULTOR
HCE	HONGO – CENICAFÉ
ECA	ENDOSULFAN – CALENDARIO
EC	ENDOSULFAN – CAFICULTOR
ECE	ENDOSULFAN – CENICAFÉ
PCA	PIRIMIFOS – CALENDARIO
PC	PIRIMIFOS - CAFICULTOR
PCE	PIRIMIFOS – CENICAFE
TGO	TESTIGO (RE - RE)

brocas emergieran fácilmente y se colgaron de los árboles de café. La liberación de las brocas duró 15 días y durante este tiempo, mañana y tarde, a los frutos brocados de los recipientes se les adicionó agua con una aspersora de palanca, con el fin de mantener un ambiente húmedo y estimular la emergencia de brocas.

Se estimó una liberación de diez millones de brocas para obtener una infestación efectiva de 3,84% en el lote. Este porcentaje de infestación equivale a estimar una población de 75.000.000 de frutos en los 25.000 árboles, y 4.000.000 de brocas atacando los frutos. La diferencia entre las brocas que infestaron y el total liberado se explica como pérdidas por diferentes causas como la mortalidad por condiciones ambientales, o porque migraron fuera del área donde se liberaron.

Para determinar la necesidad de aplicar los tratamientos se hizo previamente en cada parcela o repetición una evaluación de infestación tomando 40 ramas al azar y contando los frutos brocados y no. Igualmente, para evaluar la posición de las brocas vivas en A y B se tomaron 25 frutos por parcela, se disecaron, se registró la posición de la broca y el estado de viva o muerta.

Después de las aplicaciones se evaluó la eficacia de la aplicación tomando 400 frutos brocados de las parcelas tratadas. En las parcelas tratadas con el hongo *B. bassiana*, las brocas vivas y muertas encontradas en los frutos se colocaron en viales con agua y se mantu-

vieron en cámara húmeda por diez días, para determinar la mortalidad por el hongo.

Cada parcela se cosechó por separado, se pesó el café y se llevó a la Subestación Experimental "Paraguaquito" para su beneficio. Luego de cada parcela se determinó el porcentaje de infestación de broca en café pergamino seco en la Cooperativa de Caficultores.

Los resultados del experimento, se analizaron empleando el programa S.A.S.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

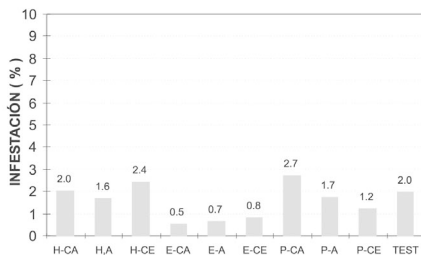
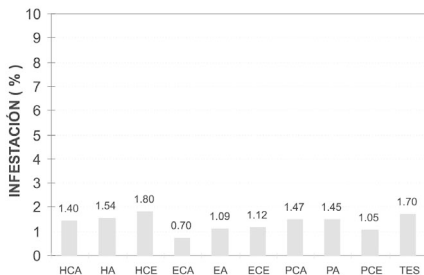
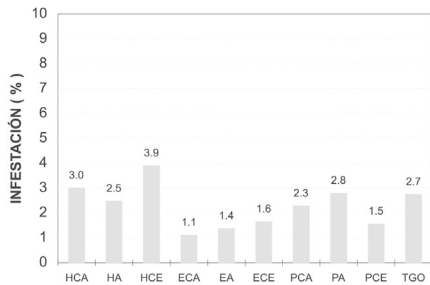
Para iniciar el experimento se aplicaron todos los tratamientos (Tabla 3) con un nivel de infestación promedio en las 30 parcelas que conformaban el experimento de 3,8%. Igualmente, se determinó la infestación promedio por tratamiento (Figura 2) y se determinó la proporción de broca viva en la posición AB (Figura 5). Estos parámetros se utilizaron para tomar los criterios de manejo.

Transcurrido un mes a partir de la primera aplicación se evaluó la infestación promedio por tratamiento (Figura 3), y el porcentaje de broca viva en las posiciones A y B (Figura 6), con el objetivo de establecer cuáles tratamientos requerían aplicación (Tabla 2).

En la segunda aplicación se hicieron los tratamientos 1, 4, 7 correspondientes a los criterios calendario y se hizo una aplicación mensual a

**Tabla 3.** Número de aplicaciones de los diferentes tratamientos

APLICACIÓN	tratamientos									
	HCA	HC	HCE	ECA	EC	ECE	PCA	PC	PCE	TGO
Calendario	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Caficultor	1	1	-	1	-	-	1	-	-	-
Cenicafé	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>



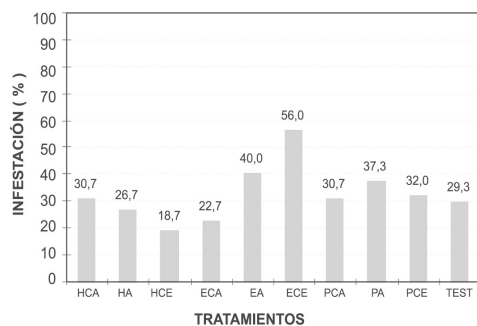
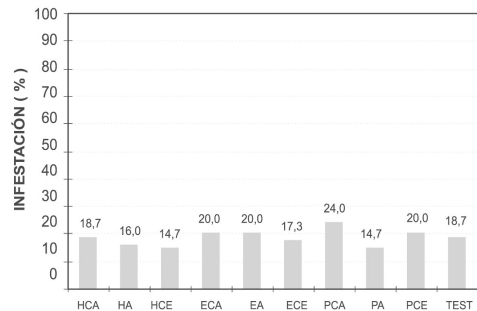
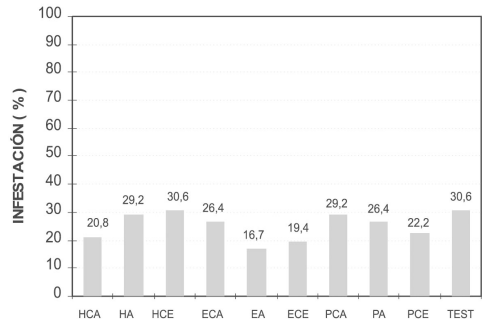
**Figuras 2, 3, 4.** Evaluación del porcentaje de infestación de broca en campo para evaluar la aplicación de los tratamientos.

partir de los 120 días de edad de los frutos. Para el criterio hongo caficador sólo se requirió aplicar el tratamiento HC porque el nivel de infestación fue mayor del 2,5%. Para el criterio Cenicafé no fue necesario aplicar ningún tratamiento porque los niveles de infestación y la proporción de la broca viva en las posiciones A y B fueron menores de 50% (Figuras 3 y 6; Tabla 2)

En la tercera aplicación solo fue necesario aplicar los tratamientos calendario para todos los tratamientos, mientras que para los trata-

mientos basados en los criterios del caficador y Cenicafé hubo necesidad de realizarlos (Figuras 4 y 7)

La evaluación de infestación y posición de la broca en A y B, transcurridos tres meses a partir de la primera aplicación, mostró que la infestación disminuyó para todos los tratamientos mientras que la proporción de la población



**Figuras 5, 6, 7.** Porcentaje de brocas en posición A y B por evaluación

de brocas vivas encontrada en las posiciones A y B presentó un incremento para el tratamiento endosulfan con el criterio del caficultor (Figura 7). Esto puede indicar que una vez la broca esta dentro del túnel penetrando el fruto no es efectivamente controlada por las aplicaciones de insecticidas.

En el cafetal, la infestación de la broca sobre los frutos fue mayor al comienzo del experimento y se mantuvo inferior al 3,9% en el transcurso del ciclo de producción para todos los tratamientos (Figuras 2, 3 y 4). Lo contrario ocurrió para la broca presente en las posiciones A y B en los frutos. Durante el ciclo de producción la tendencia de la infestación por producto a disminuir se presentó con el hongo, mientras que con los productos químicos se incrementó (Figuras 5, 6 y 7). El testigo que se manejó con sólo recolección oportuna mostró una ligera tendencia a disminuir en cuanto a la presencia de brocas en la posición A y B en los frutos. Estos resultados confirman que los únicos tratamientos efectivos para controlar la broca una vez está dentro de los frutos es el hongo que mata los adultos, los cuales se localizan para morir a la entrada del túnel

y las prácticas culturales que recogen los frutos atacados con lo cual se corta el ciclo de la broca.

En las Tablas 6, 7 y 8 se presenta la evaluación de la eficacia de las aplicaciones realizadas siguiendo los criterios de aplicación y discriminando la población de la broca como: viva, muerta y muerta por hongo, y mortalidad total, muerta más muerta con expresión del hongo. Debido a que este trabajo esta compuesto por la evaluación de productos químicos y biológicos es necesario hacer las evaluaciones discriminando el estado de la población de la broca encontrada en los frutos después de las aplicaciones. De no realizarse esto con seguridad se subestima la participación el hongo *B. bassiana* en el control de la broca del café.

En la primera aplicación (Tabla 4), se hicieron todos los tratamientos. La mortalidad total de la broca (muerta más hongo) no presentó diferencias significativas. Los resultados fueron muy variables y debido a esto, en el análisis de varianza no se encontraron diferencias entre los tratamientos. La mortalidad fue mayor para los tratamientos endosulfan caficultor y Cenicafé,

**Tabla 4.** Eficacia de los tratamientos asperjados en la primera aplicación

Tratamientos Código	Porcentaje promedio de brocas del café en la posición AB				
	N	Viva	Muerta	Signos Hongo	Muerte Total*
HCA	72	43,9 a**	16,3 bc	39,6 a	59,9 a
HC	70	54,7 a	14,8 c	30,4 ab	45,2 a
HCE	89	65,8 a	12,7 c	21,4 abc	34,1 a
ECA	73	49,6 a	49,8 ab	0,5 c	50,3 a
EC	60	37,2 a	60,7 a	2,0 c	62,8 a
ECE	76	39,2 a	59,4 a	1,4 c	60,8 a
PCA	69	65,1 a	30,2 abc	4,7 c	34,9 a
PC	74	43,8 a	52,7 a	3,5 c	56,2 a
PCE	65	58,9 a	37,8 abc	3,4 c	41,2 a
Testigo	90	79,6 a	8,4 c	12,2 bc	20,4 a

\* MUERTE TOTAL =HONGO + MUERTA. Brocas con signos del hongo y muertas sin signos.

\*\* Promedios seguidos por las mismas letras indican que no hay diferencias significativas

**Tabla 5.** Eficacia de los tratamientos asperjados en la segunda aplicación

Tratamientos Código	Porcentaje promedio de brocas del café en la posición AB				
	N	Viva	Muerta	Signos Hongo	Muerte Total*
HCA	73	73,1 a	5,8 c	21,1 a	26,9 b
ECA	67	42,1 b	50,0 a	7,8 ab	57,8 a
PCA	78	63,1 ab	34,2 ab	2,7 b	36,9 ab
HC	53	77,4 a	8,3 c	14,3 ab	22,6 b
Testigo	37	79,6 a	12,6 bc	7,8 ab	20,4 b

\* MUERTE TOTAL =HONGO + MUERTA. Brocas con signos del hongo y muertas sin signos.  
Promedios seguidos por las mismas letras indican que no hay diferencias significativas

**Tabla 6.** Eficacia de los tratamientos asperjados en la tercera aplicación

Tratamientos Código	Porcentaje promedio de brocas del café en la posición AB				
	N	Viva	Muerta	Signos Hongo	Muerte Total*
HCA	73	73,1 a	5,8 c	21,1 a	26,9 b
HCA	73	58,8 b	1,0 b	40,1 a	41,1 a
ECA	70	56,3 b	42,8 a	0,8 b	43,7 a
PCA	73	83,9 ab	15,8 b	0,2 b	16,1 ab
Testigo	64	93,3 a	6,5 b	0,3 b	6,7 b

\* MUERTE TOTAL =HONGO + MUERTA. Brocas con signos del hongo y muertas sin signos.  
Promedios seguidos por las mismas letras indican que no hay diferencias significativas

**Tabla 7.** Producción promedio de café cereza y de infestación de broca en la Cooperativa de Caficultores de los diferentes tratamientos

Tratamiento Código	Cosecha					% Infestación			
	Pases	Kilos	Media	Min	Max.	Media	E.E.	Min	Max
HCA	23	3553	154,5	33,0	477,0	4,2	0,36	2,0	8,0
HC	22	3584	163,0	44,0	391,0	4,9	0,48	1,0	9,0
HCE	24	4184	174,3	15,0	417,0	4,0	0,50	0,8	10,0
ECA	25	3866	154,6	47,0	437,0	2,8	0,28	0,4	5,0
EC	24	3373	140,5	17,0	438,0	3,4	0,47	0,1	11,0
ECE	22	3497	159,0	13,0	422,0	3,1	0,43	0,5	10,0
PCA	24	3954	165,0	31,0	482,0	3,7	0,39	0,5	8,0
PC	21	3676	175,1	32,0	542,0	4,8	0,41	2,0	8,5
PCE	21	3715	185,8	39,0	475,0	3,8	0,52	1,5	12,0
Testigo	24	3269	136,2	33,0	314,0	4,3	0,55	1,5	11,0



seguido por los tratamientos pirimifos caficultor y *B. bassiana* calendario.

En la segunda aplicación (Tabla 5), sólo se utilizaron los tratamientos calendario y el hongo caficultor. La mortalidad fue mayor para endosulfan pero no hubo diferencias significativas con el pirimifos. Este tratamiento a su vez no presentó diferencias significativas con los resultados del hongo en los tratamientos calendario y caficultor.

En la tercera aplicación (Tabla 6), sólo se realizaron los tratamientos calendario. La mortalidad fue mayor con endosulfan pero no hubo diferencias significativas con el hongo, ni con el pirimifos. Este producto a su vez no fue estadísticamente diferente del testigo.

Aunque el efecto de las aplicaciones de insecticidas no es comparable con el efecto de los agentes biológicos debido a su diferente modo de acción, los resultados señalan que pueden utilizarse las prácticas culturales y el hongo *B. bassiana* para mantener bajas las infestaciones de la broca del café.

**Producción e infestación del café cereza por tratamiento.** En la Tabla 7 se presenta el número de pases realizados para cosechar el café, la producción promedio de café y la infestación promedio de broca por tratamiento.

Las recolecciones se realizaron de septiembre 1 a Diciembre 18 de 1997. En el tiempo de duración del experimento se hizo un mínimo de 21 pases de recolección y un máximo de 24 en las parcelas de los tratamientos (Figura 8). Por tratamiento se hicieron de ocho a nueve pases de cosecha, con un intervalo entre pase de recolección de aproximadamente dos semanas. En la Figura 8 se presenta la distribución de las recolecciones: el café cereza, el café pergamino seco, el porcentaje de pasilla y el porcentaje de broca en venta de cooperativa de Caficultores.

La producción en los tratamientos fluctuó entre 3.269 y 4.184kg de café cereza, en los cuales se hicieron pases para cosechar un mínimo de 13kg y un máximo de 542kg (Tabla 7). La cosecha de poca producción se justificó para mantener los niveles de infestación de broca en porcentajes bajos ya que de no hacerse, la broca ataca y se reproduce en estos frutos y con el transcurso del tiempo los niveles de infestación se incrementan y demandan mayores inversiones en insumos y jornales para tratar de obtener una producción libre del ataque de la broca.

#### **Venta de café en Cooperativa de Caficultores.**

En la Tabla 8 se presenta por tratamiento el resumen de los parámetros de infestación, la cantidad de café cereza producido, el café pergamino seco, el estimativo de arrobas en promedio por parcela experimental y los ingresos por venta del café.

El nivel de infestación en las parcelas o repeticiones de los tratamientos presentó fluctuación. Hubo repeticiones de los tratamientos con pases en los que la infestación de broca alcanzó el nivel de 7,7% y también, parcelas en las que el nivel de infestación sólo alcanzó el 1,8%.

Los niveles de infestación de broca para los tratamientos en promedio fluctuaron entre 2,8 y 4,9% para endosulfan calendario y el pirimifos Cenicafé, respectivamente. En las parcelas o repeticiones de los tratamientos hubo fluctuación en los niveles de infestación entre 0,5% para endosulfan Cenicafé y 12 % para Pirimifos Cenicafé (Tablas 7 y 8).

El café de todos los tratamientos fue vendido como Tipo Federación. El nivel de infestación en promedio para los tratamientos no superó el 5,0% en la venta en la Cooperativa y estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. En el análisis de varianza sólo se obtuvo diferencias

**Tabla 8.** Estimativos de costos de cosecha y costos de control de la broca del café por hectárea

Tratamiento	Parcela		Ingreso Hectárea				Costos Estimados Hectárea								
	Cereza kg	Pergamino Seco @ Kg	Cereza kg	Pergamino Seco @ Kg	No aplicaciones	Aplicación %	Cosecha %	Aplicación + cosecha %	Ingresos	Ganancias					
HCA	3.553	701,0	56,1	11.843,3	2.336,7	186,8	3	157,071	2,8	1'440,149	25,7	1'733,384	30,9	5'604,000	3'870,616
HC	3.584	698,0	55,8	11.946,7	2.326,7	186,1	2	104,714	1,9	1'452,714	26,0	1'648,205	29,5	5'583,000	3'934,795
HCE	4.184	796,0	63,7	13.946,7	2.653,3	212,0	1	52,357	0,8	1'695,914	26,7	1'793,660	28,2	6'360,000	4'566,340
ECA	3.866	752,0	60,2	12.886,7	2.506,7	200,5	3	92,541	1,5	1'567,018	26,1	1'795,724	29,9	6'015,000	4'219,276
EC	3.373	632,0	50,6	11.243,3	2.107	168,5	1	30,847	0,6	1'367,189	27,0	1'443,424	28,6	5'055,000	3'611,576
ECE	3.497	702,0	56,2	11.993,33	2.340,0	187,2	1	30,847	0,5	1'458,389	26,0	1'534,624	27,3	5'616,000	4'081,376
PCA	3.954	749,0	60,0	13.180,0	2.496,7	199,7	3	105,141	1,8	1'602,688	26,8	1'843,993	30,8	5'991,000	4'147,007
PC	3.676	694,0	55,5	12.533,3	2.313,3	185,1	1	35,047	0,6	1'490,005	26,8	1'570,440	28,3	5'553,000	3'982,560
PCE	3.715	709,0	56,7	12.383,3	2.363,3	189,1	1	35,047	0,6	1'505,803	26,5	1'586,248	28,0	5'673,000	4'086,752
Testigo	3.269	605,5	48,4	10.896,7	2.018,3	161,5	0	0	0,0	1'325,034	27,3	1'325,035	27,3	4'845,000	3'519,965

· Proyectado 1.500 árboles por tratamiento.

· Costos fijos.

Fertilización. 100g por planta. 5000 plantas. 500kg. \$438 kg = \$219,000 \* 2 veces = \$438.000.

Mano obra fertilización. 2 bultos / 1 jornal = 2.5 jornales/ha. x 2 veces. Jornal 14.000 (2002) = \$35.000.

Limpia 12 jornales/ha. x 3 limpiezas/ año =36 jornales. Jornal 14.000 (2002) = \$504,000

entre los bloques, por lo que los resultados se analizaron por la covariable infestación obtenida en la primera lectura después de la liberación de las brocas para incrementar la infestación. Con la liberación de las brocas, si bien se obtuvo una infestación promedio de 3,8% para todo el cultivo, la infestación por parcela no fue uniforme. Las parcelas correspondientes al hongo tuvieron los mayores niveles de infestación seguidas por las de pirimifos y el testigo. Los niveles más bajos se obtuvieron en las parcelas de endosulfan (Figura 2; Tablas 7 y 8).

En el análisis de covarianza de la infestación de broca en las parcelas después de liberar las brocas se encontró que la mayor infestación la tuvo el tratamiento hongo caficultor, la cual fue igual a los tratamientos hongo Cenicafé, pirimifos caficultor y el testigo. La menor infestación se obtuvo con el tratamiento endosulfan caficultor pero estadísticamente fue igual al tratamiento pirimifos caficultor y éste, a su vez, fue igual al tratamiento endosulfan Cenicafé (Tabla 7).

Analizando los resultados agrupados por tratamiento según el criterio de manejo se encontró que el tratamiento hongo calendario fue igual a endosulfan caficultor, pirimifos Cenicafé y el testigo. El tratamiento hongo Cenicafé fue igual a los tratamientos hongo Cenicafé, pirimifos caficultor y al testigo. El tratamiento endosulfan caficultor fue igual al hongo calendario, endosulfan Cenicafé y pirimifos Cenicafé. El tratamiento endosulfan Cenicafé fue igual a los tratamientos endosulfan caficultor, pirimifos calendario y pirimifos Cenicafé. El tratamiento pirimifos caficultor fue igual a los tratamientos hongo caficultor y hongo Cenicafé y el tratamiento pirimifos Cenicafé fue igual al hongo calendario, endosulfan caficultor y endosulfan Cenicafé. El testigo fue igual a los tratamientos hongo calendario, hongo caficultor y hongo Cenicafé (Tabla 7). Anali-

zando los resultados por insecticida químico o biológico se encontró que cuando se realizaron las aplicaciones con el hongo, los porcentajes de infestación fluctuaron entre 4 y 4,9%, para endosulfan entre 2,8 y 3,4%, para pirimifos metil entre 3,7 y 4,8% y en el testigo fue del 4,3% (Tabla 7).

La participación de los costos de los tratamientos varió entre 2,8 y 0,5%. El mayor costo en porcentaje lo tuvo la aplicación del hongo *B. bassiana* calendario y el menor, la aplicación del insecticida Thiodan con el criterio de manejo de Cenicafé. La aplicación de los tratamientos con los criterios de manejo, presentó la tendencia de ser menos costosos cuando se aplicaron con el criterio de Cenicafé.

La recolección se realizó con una frecuencia aproximada de 15 días, con el propósito de cosechar oportunamente los frutos maduros y evitar que los brocados cayeran al suelo o permanecieran secos en el árbol. Esta recolección tuvo una participación dentro de los costos del orden de 25,7% para el tratamiento hongo *B. bassiana* calendario y del 27,3% para el testigo que solo se manejó con cosecha. En general, la participación de los costos de aplicación de los tratamientos más los de la recolección fluctuó entre 27,3% para el testigo y 30,9% para el tratamiento hongo *B. bassiana* calendario. En los resultados se observa claramente cómo el número de aplicaciones llevado a cabo con el criterio calendario tuvo el mayor incremento la participación de los costos.

Los resultados indican que el café se puede producir comercialmente en presencia de la broca del café, así se comience con niveles por encima del 2,5%. Para lograr estos resultados como lo indica el manejo del tratamiento testigo, no se requiere hacer aplicaciones de insumos bien sean insecticidas o del hongo *B. bassiana*. Esto confirma el enfoque del manejo integrado propuesto por Cenicafé donde se afirma que

la broca del café se puede manejar en plantaciones grandes y pequeñas si se realizan oportunamente las prácticas culturales como la cosecha y se mantiene la vigilancia de la infestación de las poblaciones de la broca para tomar las medidas de manejo. Igualmente, confirman que no es necesario hacer aplicaciones calendario ni seguir sólo el criterio de infestación. El mejor manejo se logra con el seguimiento de la población midiendo los niveles de infestación, la posición de la broca en los frutos para determinar si se justifica una aplicación o si es más oportuno hacer una recolección y hacer los pases de cosecha regularmente como lo recomienda Cenicafé.

Los resultados demostraron que las prácticas culturales realizando las cosechas oportunas y en forma consistente, tanto de las parcelas control como complementaria a los métodos de control, son la forma más efectiva para el manejo de la broca del café y confirman que son el eje principal sobre el cual descansa el manejo integrado de la broca. Su costo está dentro de los gastos normales que se necesitan para realizar la cosecha del café y su ejecución permanente garantiza no tener que hacer inversiones extras para manejar las poblaciones explosivas o altas infestaciones que ocurren con descuidos en el manejo de la broca.

Normalmente la comparación de métodos químicos y biológicos se trata de hacer sólo desde el punto de vista económico y de eficacia (17). Esta comparación no es aconsejable en la investigación de métodos de control si no se considera adicionalmente que su modo de acción es diferente. Es claro que los insecticidas inicialmente son de bajo costo, son capaces de eliminar a los insectos por su baja selectividad y a largo plazo se presenta la oportunidad de generar resistencia y dejar residuos en la cadena alimenticia. En el momento, los bioinsecticidas son más costosos

y toman más tiempo para causar la muerte de la plaga pero esto puede ser compensado por su establecimiento en el medio como agentes permanentes de mortalidad que tienen un prolongado período de control y son más selectivos a la fauna benéfica.

Los resultados obtenidos en esta investigación no mostraron grandes diferencias tanto en lo biológico como económico para los métodos de control químico, biológico y cultural. Es importante establecer que las medidas de control pueden cambiar su eficacia dependiendo de la edad del cultivo pero especialmente de lo bien que se realicen las labores de control apoyadas en las evaluaciones de infestación y posición de la broca en los frutos.

Los criterios de manejo demostraron que siguiendo las recomendaciones de Cenicafé se puede manejar adecuadamente la broca. Éstas, se basan en las evaluaciones para mantener la vigilancia sobre las poblaciones de la broca y buscan que en caso de altas infestaciones, éstas puedan manejarse con una aplicación de insecticidas, especialmente realizándolas por focos y evitando tener que realizar un alto número de aplicaciones por el riesgo de crear resistencia. En la actualidad hay indicios de resistencia en la zona central cafetera donde se vienen aplicando por año más de cuatro aspersiones de insecticidas (21).

Las recomendaciones de manejo de la broca con los criterios de Cenicafé persiguen establecer un sistema de manejo integrado donde los insecticidas se apliquen como última alternativa con el propósito de que estos no eliminen la fauna benéfica, como la gran diversidad de insectos encontrados en Colombia atacando la broca, ni los parasitoides africanos liberados para el control de la plaga, los cuales pueden estar contribuyendo a la regulación de poblaciones (2).

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan los agradecimientos al Dr. Bernardo Cháves C. por la asesoría en estadística, al administrador general de la finca la Palma, Dr. Marco Aurelio Bolaños, a los auxiliares de la Disciplina de Entomología de Cenicafé, Carlos A. Quintero Arenas, Eduardo Osorio Valencia y José Ramón García Henao. Al Ing. Agr. Carlos Julio Ramírez y Eduardo Avilés, de la Subestación Experimental «Paraguacito». A la Fundación «Mariano Ospina Pérez» por el suministro del hongo *B. bassiana* conocido como el nombre comercial de Cebiopest y al Dr. Peter Baker del CAB International.

## LITERATURA CITADA

1. 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.
2. BENAVIDES M., P.; BUSTILLO P., Á. E.; MONTOYA R., E. C.; CÁRDENAS M., R.; MEJÍA, C. G. Participación del control cultural, químico y biológico en el manejo de la broca del café. *Revista Colombiana de Entomología* 28 (2): 161-166. 2002.
3. BUSTILLO P., A. E.; CASTILLO, H.; VILLALBA G., D.A.; MORALES, E.; VÉLEZ A., P. E. Evaluaciones de campo con el hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei* en Colombia. In: Colloque International sur le Café, 14. San Francisco, Juillet 14-19, 1991. Paris, ASIC, 1991. p. 679-686.
4. BUSTILLO P., A. E.; POSADA F., F. J. El uso de entomopatógenos en el control de la broca del café en Colombia. *Manejo Integrado de Plagas* 42: 1-13. 1996.
5. BUSTILLO P., A. E.; VILLALBA G., D. A.; CHÁVES 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.
6. BUSTILLO P., A.E.; VILLALBA G., D.A.; OROZCO H., J.; BENAVIDES M., P.; REYES, I. C.; CHÁVES C., B. Integrated pest management to control the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, in Colombia. In: Colloque International sur le Café, 16. Kyoto, Avril 9-14, 1995. Paris, ASIC, 1995. p. 671-680.
7. BUSTILLO P., A. E.; CÁRDENAS M., R.; VILLALBA G., D.A.; BENAVIDES M., P.; OROZCO H., J.; POSADA F., F.J. Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. 2. ed. Chinchiná, Cenicafé, 1998. 134 p.
8. CASTRO V., P. E. Evaluación del rendimiento de aplicación del equipo de aspersión a bajo volumen Motax con el hongo *Beauveria bassiana* para el manejo de la broca del café *Hypothenemus hampei*. Manizales, Universidad de Caldas. Facultad de Agronomía, 1994. 80 p. (Tesis: Ingeniero Agrónomo).
9. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ - CENICAFÉ. CHINCHINÁ. COLOMBIA. Cómo determinar la infestación de broca en un cafetal. *Brocarta* No. 5:1. 1993.
10. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ - CENICAFÉ. CHINCHINÁ. COLOMBIA. ¿Cómo renovar cafetales que presenten infestaciones de la broca del café?. *Brocarta* No. 21:1-2. 1995.
11. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ - CENICAFÉ. CHINCHINÁ. COLOMBIA. Recomendaciones para el manejo integrado de la broca del café. *Brocarta* No. 18:1-4. 1994.
12. DÍAZ B., Y.; MARÍN A., H. F. Evaluación de los frutos de café dejados después de las recolecciones durante un ciclo productivo del cultivo en dos municipios del departamento de Caldas. Manizales, Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1999. 93 p. (Tesis: Ingeniero Agrónomo).
13. FLOREZ M., E.; POSADA F., F.J.; BUSTILLO P., A. E. Evaluación de concentraciones de *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, asperjado sobre frutos para el control de *Hypothenemus hampei* (Ferrari). In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de

- Entomología, 20. Cali, Julio 13-16, 1993. Resúmenes. Cali, SOCOLEN, 1993. p. 103.
14. FLÓREZ M., E.; BUSTILLO P., Á. E.; MONTOYA R., E. C. Evaluación de equipos de aspersión para el control de *Hypothenemus hampei* con el hongo *Beauveria bassiana*. Cenicafé 48: 92- 98. 1997.
  15. JARAMILLO, N. I. Determinación del costo y la eficiencia del repase en café. Medellín, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Agronomía, 1998. 134 p. (Tesis: Ingeniero Agrónomo).
  16. JIMÉNEZ, M. T.; BUSTILLO P., Á. E.; LUQUE, J. E. Impacto del uso del endosulfan y clorpirifos sobre *Apis mellifera* en ecosistemas cafeteros de Colombia. Revista Colombiana de Entomología 23: 19-23. 1997
  17. LACEY, L. A.; FRUTOS, R.; KAYA, H. K.; VAILS, P. Insect pathogens as biological control agents: do they have a future? Biological Control 21: 230 – 248. 2001.
  18. MONTOYA R., E. C. Estudio de muestreo estadístico para estimar la infestación causada por la broca del café. Cenicafé 48: 156 -172. 1997.
  19. OROZCO H., J.; BUSTILLO P., Á. E.; GUZMÁN, D. Efecto de varios insecticidas sobre el parasitoide de la broca del café *Cephalonomia stephanoderis* Betrem. In: Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, 22. Medellín, julio 26-28, 1995. Resúmenes. Medellín, SOCOLEN, 1995. p. 111.
  20. POSADA F., F.J. Production, formulation and application of *Beauveria bassiana* for control of *Hypothenemus hampei* in Colombia. Ascot, Berkshire, University of London, 1998. 227 p. (Tesis: Philosophy Doctor).
  21. POSADA F., F. J., BUSTILLO P., A.E., QUINTERO, C., JIMÉNEZ, M. Diagnóstico en campo del manejo de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) con insecticidas. In: Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, Socolen 28, Pereira, agosto 8 – 10. Resúmenes. 2001 p.47.
  22. RIVERA M., A.; BUSTILLO P., A. E.; MARÍN, P. Compatibilidad de dos aislamientos de *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill., en mezcla con insecticidas usados en el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Revista Colombiana de Entomología 20(4): 209-214. 1994.
  23. SALDARRIAGA C., G. Evaluación de prácticas culturales en el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) (Coleoptera: Scolytidae). Medellín, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1994. 57 p. (Tesis: Ingeniera Agrónoma).
  24. VILLALBA G., D.A.; BUSTILLO P., A.E.; CHÁVES C., B. Evaluación de insecticidas para el control de la broca del café en Colombia. Cenicafé 46: 152-163. 1995.
  25. VÉLEZ, P. E.; MONTOYA, E. C. 1993. Supervivencia del hongo *Beauveria bassiana* bajo radiación solar en condiciones de laboratorio y campo. Cenicafé, 44 (3): 111 - 122.