

# Taller de evaluación de *Beauveria bassiana* con caficultores experimentadores para el control de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae)

Workshop with researchers coffee growers for the control of *Beauveria bassiana* over *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae)

FRANCISCO POSADA F.<sup>1</sup>, HUGO MAURICIO SALAZAR E.<sup>2</sup>, LUIS FERNANDO ARISTIZÁBAL<sup>2</sup>,  
CARLOS GONZALO MEJÍA<sup>2</sup>, MAURICIO JIMÉNEZ<sup>2</sup>

Revista Colombiana de Entomología 29 (1): 63-69 (2003)

**Resumen.** *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin es el enemigo natural que causa mayor mortalidad en la población de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Algunos caficultores lo han producido y aplicado y han observado su efecto en el campo como puntos blancos sobre los adultos de la broca. Sin embargo, la mayor inquietud es conocer la cantidad de broca afectada. La humedad del ambiente favorece o afecta la expresión del hongo, por esta razón en las evaluaciones se subestima su participación en el control. El objetivo fue realizar talleres demostrativos de evaluación con caficultores de tres veredas de Riosucio (Caldas), Balboa y Santa Rosa de Cabal (Risaralda) para evaluar el efecto natural del hongo en campo. Se colectaron al azar frutos brocados, se ilustraron las posiciones de la broca y se disecaron los frutos. Las brocas muertas y vivas se individualizaron en viales y se colocaron en cámara húmeda durante 15 días. Los caficultores registraron: número de perforaciones, brocas vivas y muertas (con y sin hongo), ausentes y la posición en el fruto. Así se detectó la presencia de *B. bassiana* en sus fincas al observar el hongo al momento de la evaluación. A su vez se presentó en especímenes vivos y muertos sin signos del hongo que al colocarlos en cámara húmeda lo expresaron. La infección del hongo en Riosucio se evidenció en todas las fincas y varió de 9,1 a 55%. En Balboa se observó en tres de las cuatro fincas y varió de 7,5 a 81%. En Santa Rosa de Cabal se presentó en tres de cinco fincas y el máximo de infección encontrado fue de 6,4%.

**Palabras clave:** Investigación participativa. Campo. Hongo. Entomopatógeno. Broca del café. Control biológico.

**Summary.** *Beauveria bassiana* (Bb) (Balsamo) is a natural enemy of the coffee berry borer (CBB), *Hypothenemus hampei* (Ferrari), that causes the highest mortality. Some coffee farmers have produced, applied and observed the Bb effect in the field as a white spot on CBB adults. However, the main challenge is knowing the amount of CBB that is controlled by the fungus. The environmental moisture can encourage and constrain the fungus expression, for this reason, when evaluated, its control participation is under estimate. The objective of this study was to evaluate the natural effect of Bb in field conditions, with workshops attended by coffee growers from three "veredas": Riosucio (Caldas), Balboa y Santa Rosa de Cabal (Risaralda). Samples of coffee berries were collected at random, the position of CBB into the berry's tunnel was illustrated and the berries were dissected. The dead and living CBB's were individually put in vials and left in a chamber under controlled humidity for 15 days. The coffee growers recorded the berry perforations, the number of living and dead CBB's (with and without fungus), missing CBBs, and their position inside the berry. From the evaluation, the coffee growers found that the fungus Bb is present in their farms. They also recognized that the Bb was present in living and dead specimens (without any sign of disease), which showed the infection only after being left in a humidity chamber. In Riosucio the fungus was present in all farms with a variation of 9,1 to 55%. In Balboa it was present in three of four farms with a variation of 7,5 to 81%. In Santa Rosa de Cabal it was present in three of five farms and the highest level of infection found was 6,4%.

**Key words.** Participatory research. Field. Fungus. Entomopathogen. Coffee berry borer. Biological control.

## Introducción

La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, en convenio con el ICO - CFC - CABI Bioscience, adelantó un proyecto de investigación participativa con agricultores relacionado con el manejo integrado de la broca *Hypothenemus hampei* (Ferrari), conformado por pequeños caficultores de los departamentos de Caldas, Quindío y Risaral-

da con el ánimo de facilitar el proceso de adopción de las tecnologías del manejo integrado de la broca (MIB).

La investigación participativa con agricultores es considerada una herramienta que ha permitido desarrollar tecnologías, teniendo en cuenta los aspectos socioeconómicos, culturales y agroecológicos locales de cada comunidad (Ashby 1992; Castella-

nos et al. 1999; Stroud 1993; Tripp y Woolley 1989). Por lo tanto, esta metodología ha permitido generar, validar, adaptar, desarrollar y transferir tecnologías en las fincas de los agricultores, usuarios potenciales de dichas tecnologías (Ashby 1992; Bentley et al. 1993; Stroud 1993).

Con relación al manejo de la broca del café, Cenicafé ha desarrollado un programa MIB

<sup>1</sup> Autor para correspondencia: Disciplina de Entomología, Cenicafé. Chinchiná, Caldas. Tel.: 8506550 ext 346. Fax 8507561. E-mail: Francisco.Posada@cafedecolombia.com

<sup>2</sup> Disciplina de Entomología, Cenicafé, Chinchiná. Convenio- ICO-CFC-CABI Bioscience- Federacafé, E-mail: HMauricio.Salazar@cafedecolombia.com, LuisFernando.Aristizabal@cafedecolombia.com, CarlosGonzalo.Mejia@cafedecolombia.com, Mauricio.Jimenez@cafedecolombia.com, respectivamente.

en el cual intervienen los controles culturales, biológicos y químicos y el uso de prácticas agronómicas tendientes a reducir las poblaciones de la broca a niveles que no causen daño económico y que permitan la producción de café exportable (Bustillo 1990; Bustillo *et al.* 1998).

El hongo *Beauveria bassiana* es ampliamente conocido por los caficultores atacando la broca del café *H. hampei* debido a que la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia realizó un amplio programa de capacitación e introducción de este agente de control biológico en la zona cafetera (Posada y Bustillo 1994).

Los cafeteros reconocen el hongo *B. bassiana* por el aspecto de mota de algodón que cubre a la broca del café cuando el hongo esporula sobre la broca del café (Antia *et al.* 1992). En las investigaciones desarrolladas en Cenicafé sobre la tabla de vida de la broca del café se estableció que el 50% de la población de broca en campo es afectada naturalmente por el hongo *B. bassiana* (Ruiz 1996). Esto indica, que los caficultores deben procurar buscar la forma segura de manejar el resto de población para evitar pérdidas en la cosecha.

Los factores ambientales afectan la aparición del hongo sobre las brocas atacadas en campo (Tanada y Haya 1993). El método de evaluación de la mortalidad de la broca por el hongo en campo ha sido sobre las brocas que aparecen cubiertas por micelio y esporas. Este sistema de evaluación ha permitido una subestimación de la participación del hongo en el control de la broca y probablemente a que los caficultores no crean en su eficiencia.

Los caficultores han producido el hongo *B. bassiana* en sus fincas con el fin de aplicarlo para el control de la broca en campo. El hongo ha sido reconocido como el principal enemigo de la broca del café. Ataca a los adultos de la broca que se encuentran entrando en los frutos del árbol y en los frutos caídos en el suelo (Posada y Bustillo 1994; Benavides y Posada 1995).

El hongo *B. bassiana* ha sido investigado para el control de la broca en Camerún, Ecuador, Brasil, Nicaragua, Colombia, México y la India. Se han propuesto métodos de producción y aplicación por los mismos caficultores (Posada y Bustillo 1994). Además se han desarrollado formulaciones industriales (Malsam *et al.* 1997).

En los países centroamericanos, Colombia y Ecuador, donde la producción del café involucra una gran cantidad de pequeños caficultores, la opción de producir el hongo en las fincas es una solución sostenible (Posada y Bustillo 1994; Batista 1991). Ya que comprar éste o los insecticidas resulta en una solución costosa porque carecen de recursos para la compra de estos insumos (Norad 2002).

La propuesta de usar el hongo *B. bassiana* como un biopesticida (o bioinsecticida) para obtener resultados similares a los produc-

tos químicos (Lisansky y Coombs 1992; 1994), probablemente se ajusta a los caficultores grandes quienes tienen los recursos para pagar personal bien capacitado que entienda cómo manejar insumos de alta demanda tecnológica. En Colombia, buscar estos rendimientos ha sido una de las mayores causas del poco estímulo para que los caficultores utilicen el hongo como agente de control.

Los caficultores, técnicos de investigación y extensión al igual que los productores industriales del hongo, han tomado partido por el enfoque de biopesticidas (o bioinsecticida o uso inundativo), desconociendo que en países en desarrollo el hongo puede tener otras opciones de uso de los productos biológicos como son la inoculación o la conservación. En este sentido los investigadores y productores de biopesticidas deben aproximarse al concepto de Lacey *et al.* (2001), quienes dicen que no hay razón de comparar los productos biológicos con los químicos sobre la base de la eficiencia y los costos y que por el contrario se deben tener en cuenta aspectos como la seguridad para los humanos, otros organismos no blanco, reducción de los residuos de insecticidas en los alimentos, preservación de los enemigos naturales y el incremento de la biodiversidad.

Se ha reconocido que es difícil llevar tecnologías a los agricultores, no sólo se debe indicar cómo aplicar las tecnologías, sino también el porqué de ellas, buscando preferiblemente que se desarrolle ideas propuestas por ellos mismos, ya que son los consumidores potenciales de las nuevas tecnologías (Harris 2000).

La tecnología del uso de hongos entomopatógenos en el campo es compleja por los diversos factores que involucra, como lo son las poblaciones del insecto hospedante (en este caso la broca del café), las condiciones ambientales que ejercen un gran efecto sobre el hongo y las condiciones que éste mismo tiene, como son sus aspectos biológicos (viabilidad, patogenicidad y concentración), los físicos de aplicación y el efecto de los factores ambientales (Tanada y Haya 1993). Llevar esta tecnología a los caficultores sin un proceso de educación puede conducir al fracaso.

Duque (1995) observó que el 41% de los caficultores utilizaban el hongo *B. bassiana*, época para la cual FEDERACAFÉ realizaba una campaña de introducción masiva del hongo en las zonas cafeteras del país. En un estudio de adopción de los componentes del MIB, desarrollado en 9 departamentos cafeteros de Colombia, Duque y Chaves (2000) encontraron para el uso del hongo *B. bassiana* como componente biológico 19% de adopción. Este bajo nivel de adopción se puede mejorar (Duque y Chaves 2000), utilizando estrategias nuevas que les permitan a los caficultores entender y aplicar los conceptos del MIB desde sus perspectivas y bajo sus propias condiciones socioeconómicas, culturales y agroecológicas.

Respecto al uso del control biológico, en un diagnóstico participativo realizado en 1998, con 113 pequeños caficultores del proyecto de investigación participativa de Cenicafé, se encontró que el 80% de los caficultores había aplicado el hongo *B. bassiana*, en los años anteriores; pero al momento del diagnóstico sólo el 18% lo estaba usando (Aristizábal *et al.* 2002). Los caficultores no volvieron a aplicarlo argumentando que el Comité de Cafeteros no lo volvió a regalar. Varios caficultores consideran que el hongo no es eficiente y es muy lento para matar la broca. La mayoría de los caficultores no entendían bien la biología y el comportamiento de los agentes biológicos (hongo y parásitoides) (Aristizábal *et al.* 2002).

El diagnóstico participativo es una de las etapas importantes en la metodología IPA, que permite a los investigadores, extensionistas y agricultores identificar los principales problemas y las posibles soluciones, definir y decidir sobre lo que se va a ensayar, investigar y capacitar (Castellanos *et al.* 1999; Stroud 1993; Tripp y Woolley 1989).

Después de dos años de trabajo (1998 a 2000) con los caficultores en más de 12 diferentes estudios de casos, ensayos y talleres relacionados con el MIB en sus propias fincas, utilizando el esquema de investigación participativa, se actualizó el diagnóstico participativo, observándose cambios significativos en el uso de los componentes del MIB por parte de los caficultores. En esta fase del trabajo participaron 97 caficultores del proyecto IPA – MIB de CENICAFÉ.

Según Aristizábal *et al.* (2002) respecto al conocimiento que tienen los caficultores sobre el control biológico de la broca, se encontró que el 92,8% de ellos entiende bien los conceptos del control biológico y conoce la biología y el comportamiento del hongo *B. bassiana* y de los parásitoides; el 85,5% utiliza hongo y parásitoides como componentes del MIB. Se encontró que el 79,3% ha evaluado estos dos componentes. El conocimiento y utilización del control biológico (hongo y parásitoides), pasó de 18% en 1998 a 83% en 2000. El 90,7% de los caficultores considera que el control biológico es eficaz.

Dentro de la investigación participativa realizada por Cenicafé, los caficultores reconocen la participación del hongo en el control de la broca del café. El objetivo de este estudio de caso fue evaluar a través de talleres participativos en las fincas, de los caficultores del proyecto de investigación participativa, el efecto del hongo *B. bassiana* sobre la broca del café.

## Materiales y Métodos

El trabajo fue realizado en fincas de caficultores de los municipios de Balboa y Santa Rosa de Cabal (Risaralda) y de Riosucio (Caldas). En cada municipio se realizaron dos reuniones veredales en forma de talleres de trabajo participativo con los caficultores.

En el primer taller los caficultores llevaron una muestra de frutos atacados por la bro-

ca procedentes de sus fincas. Allí se explicaron aspectos sobre el hongo, la forma de infección a la broca, el ciclo del hongo sobre la broca, los registros que se tomarían en las evaluaciones y la metodología de la evaluación del patógeno en el control de la broca. Se ilustraron las posiciones de la broca y se disecaron los frutos.

Las brocas obtenidas se registraron como vivas, muertas, muertas por hongo y ausentes (es decir, frutos perforados por la broca, que al momento de la evaluación el adulto no estaba presente).

Los frutos se disecaron y se cuantificó la cantidad de brocas que presentaron hongo, se extrajeron las brocas muertas sin presencia del hongo y las vivas, luego se colocaron individualmente en viales, con rodetes de papel toalla para mantenerlas en cámara húmeda por un tiempo de 15 días. Los viales con las brocas se dejaron en una finca de un caficultor, para adicionarle humedad diariamente, mediante dos gotas de agua a través de una jeringa, durante 15 días.

El segundo taller se realizó a los 15 días, después de colocar las brocas en cámara húme-

da. Los caficultores evaluaron los viales con las brocas, reconocieron los signos de la enfermedad sobre la broca, con la ayuda de un estereoscopio. Las brocas se revisaron para evaluar si presentaban crecimiento del hongo, cuantificando las brocas vivas y muertas con o sin los signos del hongo.

En ambos talleres se registraron los comentarios e inquietudes de los caficultores sobre la acción del hongo *B. bassiana* en el control de la broca y se discutieron los resultados de la primera y de la segunda evaluación.

Los resultados para cada municipio y finca se analizaron con estadística descriptiva, estimando el porcentaje de brocas de los frutos disecados discriminados por brocas ausentes, muertas por hongo, muertas sin signos del hongo y vivas. Las brocas que desarrollaron el hongo después de permanecer en cámara húmeda. Las vivas que murieron por causa del hongo y las muertas sin signos que desarrollaron el hongo después de permanecer en cámara humedad. Finalmente se obtuvo la sumatoria de las brocas que expresaron el hongo para estimar la infección real que alcanza el hon-

go en el campo y establecer el efecto de las condiciones ambientales sobre la expresión del hongo.

## Resultados y Discusión

En el primer taller se demostró la presencia y la acción natural del hongo *B. bassiana* en el control de la broca en campo. Se discutió sobre las causas de la mortalidad de la broca, el papel del hongo en el control de la broca del café y las causas por las cuales el hongo se puede encontrar esporulado y las brocas muertas sin esporulación del hongo.

En la tabla 1 se presenta el número de caficultores, investigadores y extensionistas que participaron en las evaluaciones de la acción del hongo en el control de la broca del café. Los caficultores siempre estuvieron acompañados por los investigadores que participaron en el proyecto, mientras que la participación de los extensionistas fue muy escasa, reconociéndose que es vital para alcanzar los objetivos del proyecto.

En las tablas 2-4 se presenta la evaluación de las brocas en los frutos disecados por

**Tabla 1.** Número de caficultores y técnicos participantes en los talleres sobre evaluación del hongo *B. bassiana*, realizados en cada municipio

Municipio	Departamento	Caficultores			Participantes			Técnicos	
					Investigación		Extensión		
Balboa	Risaralda		14			3			2
Santa Rosa	Risaralda		8			2			-
Riosucio	Caldas		45			2			-

**Tabla 2.** Evaluación inicial del efecto del hongo *B. bassiana* sobre la broca en las fincas de Balboa

FINCAS	TOTAL FRUTOS	BROCA AUSENTE			BROCA EVALUADA	BROCA HONGO	BROCA MUERTA	BROCA VIVA	
		N	N	%				N	%
1	15	2	13,3		13	0	0,0	1	7,7
2	51	15	29,4		36	5	13,9	1	2,8
3	50	10	20,0		40	3	7,5	0	0,0
4	23	2	8,7		21	13	61,9	1	4,8
Total	139	29	20,9		110	21	19,1	3	2,7
								86	78,2

**Tabla 3.** Evaluación inicial del efecto del hongo *B. bassiana* sobre la broca en las fincas de Santa Rosa de Cabal

FINCAS	TOTAL FRUTOS	BROCA AUSENTE			BROCA EVALUADA	BROCA HONGO	BROCA MUERTA	BROCA VIVA	
		N	N	%				N	%
1	26	4.0	15,4		22	0	0,0	3	13,6
2	55	8.0	14,5		47	0	0,0	5	10,6
3	46	9.0	19,6		37	0	0,0	0	0,0
4	51	11.0	21,6		40	0	0,0	1	2,5
5	52	16.0	30,8		36	0	0,0	5	13,9
	204	44	21,6		160	0	0,0	11	6,9
								149	93,1

**Tabla 4.** Evaluación inicial del efecto del hongo *B. bassiana* sobre la broca en las fincas de Riosucio

FINCAS	TOTAL		BROCA		BROCA		BROCA HONGO		BROCA MUERTA		BROCA VIVA	
	FRUTOS	AUSENTE		EVALUADA			N	%	N	%	N	%
1	37	5	13,5	32	0	0,0	1	3,1	31	96,9		
2	31	12	38,7	19	2	10,5	1	5,3	16	84,2		
3	20	0	0,0	20	6	30,0	2	10,0	12	60,0		
4	14	6	42,9	8	1	12,5	1	12,5	6	75,0		
5	36	10	27,8	26	7	26,9	3	11,5	16	61,5		
6	29	7	24,1	22	0	0,0	1	4,5	21	95,5		
7	33	14	42,4	19	5	26,3	1	5,3	13	68,4		
Total	112	37	33,0	75	13	17,3	6	8,0	56	74,7		

los caficultores en el primer taller y el registro del número total de brocas evaluadas y encontradas con presencia de hongo, muertas sin presencia del hongo y vivas.

Por localidad la mortalidad de la broca por acción del hongo fue muy variable. La mayor mortalidad se presentó en el municipio de Balboa con un promedio de 19,1%, seguido por Riosucio con 17,3%, mientras que en Santa Rosa de Cabal no se presentó el hongo en las brocas evaluadas. Estos resultados indicaron a los caficultores que el hongo está presente, en el campo, en Balboa y Riosucio, y ejerce una mortalidad natural sobre las brocas del café. En Santa Rosa de Cabal los caficultores evidenciaron que el hongo no está presente y que para lograr que controle la broca necesitan realizar aplicaciones inoculativas.

Las evaluaciones del segundo taller se presentan en las tablas 5-7, en donde se observa el número total de brocas evaluadas, el número de brocas muertas y vivas (vivas que después de haberlas dejado en cámara húmeda, murieron expresando el hongo).

Servía el número total de brocas evaluadas y el número de brocas muertas y vivas; las brocas muertas presentaban el hongo después de haberlas dejado en cámara húmeda.

Las evaluaciones del segundo taller se presentan en las tablas 5-7, en donde se observa el número total de brocas evaluadas, el número de brocas muertas y vivas (vivas que después de haberlas dejado en cámara húmeda, murieron expresando el hongo).

De las brocas muertas, colocadas en cámara húmeda, no se encontraron brocas con presencia del hongo *B. bassiana* en ninguna localidad. Esto probablemente se debió a que las brocas no estaban infectadas por *B. bassiana* o que al manipularlas en la disecación se afectó el proceso saprofítico del hongo y se detuvo la producción de los signos de la enfermedad. Igualmente pudieron morir por otra causa

diferente a patógenos que no fue detectada en la evaluación.

De las brocas vivas, colocadas en cámara húmeda, se encontraron brocas que murieron en la cámara húmeda y desarrollaron el hongo, en las tres localidades. Por localidad la mayor infección del hongo sobre brocas vivas (muertas con signos del hongo *B. bassiana*), se encontró en Riosucio con un promedio de 8,9%, seguido por Balboa con un promedio de 6,4% y por Santa Rosa de Cabal con un promedio de 2,8%

Por fincas la infección sobre las brocas colocadas vivas en cámara húmeda y que murieron desarrollando signos del hongo fue muy variable. En algunas fincas, de las tres localidades, no se presentó el hongo, mientras que en otras como en Balboa se encontró en dos de las cuatro fincas de donde procedían las muestras evaluadas. En Santa Rosa de Cabal en tres de las cinco fincas y

**Tabla 5.** Evaluación de *B. bassiana* presente las brocas colocadas en cámara húmeda, fincas de Balboa

FINCAS	BROCA		BROCA MUERTA				BROCA VIVA				
	EVALUADA	Con Bb		Sin Bb		Muerta con Bb		Muerta sin Bb		Viva	
	N	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1	13	0	0	1	7,7	0	0,0	11	84,6	1	7,7
2	36	0	0	1	2,8	3	8,3	28	77,8	4	11,1
3	40	0	0	0	0,0	0	0,0	24	60,0	16	40,0
4	21	0	0	1	4,8	4	19,0	5	23,8	11	52,4
Total	110	0	0	3	2,7	7	6,4	68	61,8	32	29,1

**Tabla 6.** Evaluación de *B. bassiana* presente las brocas colocadas en cámara húmeda, fincas de Santa Rosa de Cabal

FINCAS	BROCA		BROCA MUERTA				BROCA VIVA				
	EVALUADA	Con Bb		Sin Bb		Muerta con Bb		Muerta sin Bb		Viva	
	N	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1	22	0	0,0	0	0,0	0	0,0	22	100,0	0	0,0
2	47	0	0,0	0	0,0	3	6,4	38	80,9	6	12,8
3	37	0	0,0	0	0,0	1	0,0	36	97,3	1	2,7
4	40	0	0,0	0	0,0	1	2,5	37	92,5	2	5,0
5	36	0	0,0	0	0,0	1	2,8	31	86,1	4	11,1
Total	182	0	0,0	0	0,0	5,0	2,8	164,0	90,1	13,0	7,0

**Tabla 7.** Evaluación de *B. bassiana* presente las brocas colocadas en cámara húmeda, fincas de Riosucio

FINCAS	EVALUADA	BROCA MUERTA				BROCA VIVA						
		Con Bb		Sin Bb		Muerta con Bb		Muerta sin Bb		Viva		
		N	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1	32	0	0	1.0	3,1	4	12,5	27	84,4	0	0	
2	19	0	0	1.0	5,3	1	5,3	17	89,5	0	0	
3	20	0	0	0.0	0,0	5	25,0	15	75,0	0	0	
4	8	0	0	1.0	12,5	1	12,5	6	75,0	0	0	
5	26	0	0	3.0	11,5	0	0,0	23	88,5	0	0	
6	22	0	0	1.0	4,5	2	9,1	19	86,4	0	0	
7	19	0	0	1.0	5,3	0	0,0	18	94,7	0	0	
Total	146	0	0	8.0	5,5	13	8,9	125	85,6	0	0	

en Riosucio en cinco de siete fincas. La infección mayor se presentó en una finca de Riosucio (25,0%) y en otra de Balboa (19,0%).

En la tablas 8-10 se presenta el número total de broca evaluadas y el consolidado del número de brocas encontradas con hongo en la primera evaluación (que llegaron del campo atacadas) (Tablas 2-4), muertas que expresaron el hongo (Tablas 5-7) y vivas que murieron encontradas con presencia de hongo después de haberlas dejado en cámara húmeda.

Igualmente se registra el consolidado de las brocas que se encontraron con hongo en la cámara humeda, resaltando la presencia real del hongo que es posible apreciar al utilizar la cámara húmeda como un método de evaluación, diferente al registro de la broca cubierta por el hongo como una mota de algodón, observada por los caficultores y técnicos en el campo.

La estimación del hongo con la cámara húmeda alcanzó los mismos valores que los indicados en las tablas 5-7 ya que no se expresó sobre las brocas muertas. Sin embargo, la metodología indica que es válido estimar la participación de las brocas muertas y vivas colocadas en cámara húmeda, sobre las cuales se desarrolla el hongo, para saber que al momento de la evaluación en el campo, el hongo está infectando las brocas y que su acción no sólo se expresa en estas brocas, sino también en aquellas que no presentan los signos del hongo.

El consolidado total de *B. bassiana* (sumatoria de campo y cámara húmeda) (Tablas 2-7) mostró que el nivel más elevado de hongo se presentó en Balboa con un promedio de 25%, seguido por Riosucio con 23,3% y la menor cantidad (2,8%) en Santa Rosa de Cabal.

Por fincas el consolidado de la infección total de *B. bassiana* sobre las brocas coloca-

das vivas en cámara húmeda y que murieron desarrollando signos del hongo fue muy variable. En algunas fincas de Balboa y Santa Rosa de Cabal no se presentó el hongo mientras que en Riosucio en todas las fincas se encontró. En Balboa la infección mayor del hongo fue 81,0 % y el mínimo 0,0 %. En Santa Rosa de Cabal el máximo 6,4 % y el mínimo 0,0 % y en Riosucio el máximo fue 55,0 % y el mínimo 9,1 %.

A los caficultores esta demostración les permitió tener una apreciación diferente sobre el uso de controladores biológicos y entender que su modo de acción y evaluación debe ser diferente de los insecticidas que inmediatamente matan a la broca. Adicionalmente este método de evaluación les brindó la oportunidad a los caficultores de comprender que el clima sí juega un papel importante en la dinámica de aparición del hongo, que el hongo después de la eva-

**Tabla 8.** Efecto total del hongo *B. bassiana* sobre la broca, información de campo y cámara húmeda en las fincas de Balboa

FINCAS	EVALUADA	BROCA HONGO		MUERTA CÁMARA		VIVA MUERTA CÁMARA		Bb CÁMARA		Bb TOTAL		
		CAMPO	HÚMEDA	HÚMEDA	HÚMEDA	HÚMEDA	HÚMEDA	HÚMEDA	HÚMEDA	HÚMEDA	HÚMEDA	
		N	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1	15	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
2	36	5	13,9	0	0,0	3	8,3	3	8,3	8	22,2	
3	40	3	7,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	7,5	
4	21	13	61,9	0	0,0	4	19,0	4	19,0	17	81,0	
Total	110.0	21.0	19,1	0.0	0,0	7.0	6,4	7.0	6,4	28.0	25,5	

**Tabla 9.** Efecto total del hongo *B. bassiana* sobre la broca, información de campo y cámara húmeda en las fincas de Santa Rosa de Cabal

FINCAS	EVALUADA	BROCA HONGO		MUERTA CÁMARA		VIVA MUERTA CÁMARA		Bb CÁMARA		Bb TOTAL		
		CAMPO	HÚMEDA	HÚMEDA	HÚMEDA	HÚMEDA	HÚMEDA	HÚMEDA	HÚMEDA	HÚMEDA	HÚMEDA	
		N	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1	22	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
2	47	0	0,0	0	0,0	3	6,4	3	6,4	3	6,4	
3	37	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
4	40	0	0,0	0	0,0	1	2,5	1	2,5	1	2,5	
5	56	0	0,0	0	0,0	1	2,8	1	2,8	1	2,8	
Total	182.0	0.0	0,0	0.0	0,0	5.0	2,8	5.0	2,8	5.0	2,8	

**Tabla 10.** Efecto total del hongo *B. bassiana* sobre la broca, información de campo y cámara húmeda en las fincas de Riosucio

FINCAS	BROCA EVALUADA	BROCA HONGO		MUERTA CÁMARA HÚMEDA		VIVA MUERTA CÁMARA HÚMEDA		Bb CÁMARA		Bb TOTAL	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1	32	0	0,0	0	0,0	4	12,5	4	12,5	4	12,5
2	19	2	10,5	0	0,0	1	5,3	1	5,3	3	15,8
3	20	6	30,0	0	0,0	5	25,0	5	2,0	11	55,0
4	8	1	12,5	0	0,0	1	12,5	1	1,5	2	25,0
5	26	7	26,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	7	26,9
6	22	0	0,0	0	0,0	2	9,1	2	9,1	2	9,1
7	19	5	26,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	26,3
Total	146.0	21.0	14,4	0.0	0,0	15.0	8,9	15.0	8,9	34.0	25,3

luación sí está presente en la finca y sigue controlando brocas.

La acción del hongo en niveles de mortalidad puede pasar desapercibida para el caficultor, cuando sólo califica la acción del hongo por la presencia de la mota blanca sobre el cuerpo de la broca.

En el campo la mortalidad de la broca puede ser mayor, ya que el hongo al matar la broca debido a su acción patogénica puede o no presentar la reproducción de esporas, las cuales dependen de las condiciones ambientales como la humedad relativa para manifestarse macroscópicamente. Por esta razón muchos frutos infestados pueden encontrarse con brocas muertas sin hongo en el campo o ausentes. Adicionalmente, bajo condiciones adversas o de baja humedad relativa es poco probable que las brocas sean infectadas por el hongo, ya que existe poca producción de esporas en los cadáveres de la broca. Si las condiciones ambientales son favorables al hongo, esta es la razón para observar alta presencia de él en campo, hasta alcanzar niveles de epizootia y esto significa que la producción de esporas es alta en el campo y hay gran posibilidad de que las brocas puedan ser infestadas por el hongo.

Es bien importante el trabajo de aproximación a evaluar la acción o efecto del hongo, porque los caficultores se dieron cuenta, que muchas de las brocas encontradas muertas lo están por acción del hongo y que éste mata la broca pero no necesariamente crece y esporula sobre el cuerpo de la misma por falta de humedad. Muchas brocas mueren sin expresar el hongo, aún estando infectadas por él.

Este tipo de evaluación sirve para determinar la presencia real del hongo en el campo y tomar decisiones de hacer aplicaciones para reforzar el inóculo natural, si se desea incrementar el control sobre la población de la broca.

En los comentarios y discusión sobre el papel del hongo *B. bassiana* en el control de la broca, los caficultores manifestaron un cambio de actitud frente al hongo expresando los siguientes comentarios:

"Que había que seguir trabajando con el hongo".

Percibieron la acción del hongo sobre la broca y reconocieron que para que el hongo crezca sobre la broca, se requiere la presencia de la humedad. Que no necesariamente porque el hongo no se vea en el campo no quiere decir que no esté presente.

Que la incredulidad de la efectividad del control de la broca por el hongo, es porque ellos no veían la broca controlada por el hongo (el hongo no controla por sí solo la población de la broca, contribuye a regularla naturalmente). Si se aplica sobre una población hay un efecto de control que puede ser alto dependiendo de la calidad de la formulación, de la concentración, del cubrimiento, del contacto logrado con el hongo sobre la población y de las condiciones ambientales).

Estos comentarios se complementan con los recogidos por Aristizábal *et al.* (1999) en reuniones veredales y durante un encuentro de caficultores experimentadores, realizado en diciembre de 1999, donde los

caficultores manifestaron los siguientes comentarios sobre el hongo *B. bassiana*:

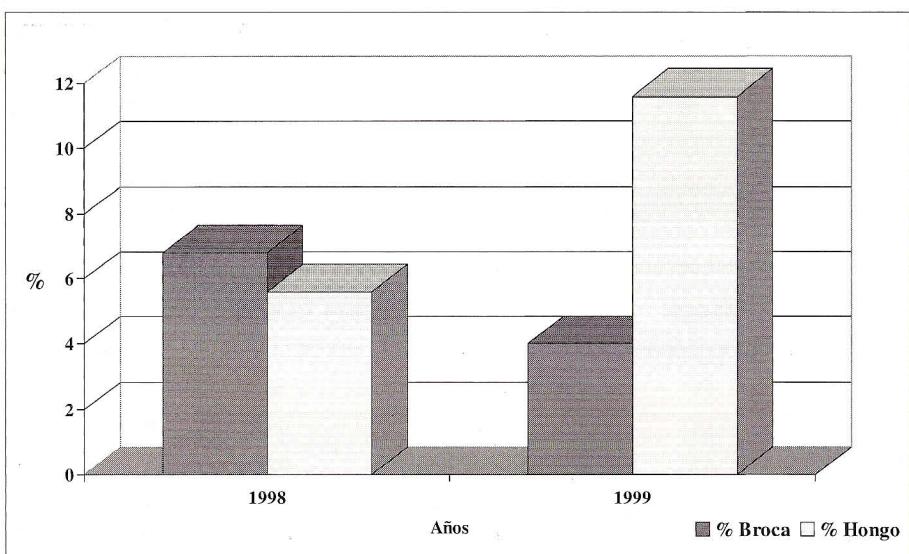
"El hongo ayuda a matar la broca que sale de los frutos del suelo".

"Lo positivo del hongo: Siempre permanece en el cafetal, y lo negativo: No es muy eficiente y es muy lento".

"Nos ha gustado mucho el control biológico con avispas y el hongo".

"En el tema del hongo tenemos para decir que aprendimos a prepararlo y lo estamos aplicando en el campo".

"Con los grupos de trabajo, periódicamente nos reunimos a elaborar el hongo en arroz, el secreto es mucha limpieza; cada mes hacemos entre 120 y 160 botellas con hongo y las distribuimos entre quienes trabajaron en la siembra del honguito; de esa forma cada botella con hongo nos cuesta más o menos \$150, un precio muy económico para un control que permanece más tiempo en el cafetal y que ha ido creciendo (Fig. 1)".



**Figura 1.** Porcentaje de infestación por broca y % de infección del hongo *Beauveria bassiana*, durante los años 1998-1999 en la vereda Pasmí (Riosucio - Caldas), según evaluaciones de los caficultores (Aristizábal *et al.* 1999).

Actividades en donde los caficultores, "aprenden haciendo" y entienden el porqué de las cosas, aumentan la autoestima, el grado de participación, permiten la generación de ideas y facilitan la adopción de tecnologías. Se espera que los caficultores evalúen críticamente las tecnologías del MIB, seleccionen los componentes que mejor se ajusten a sus condiciones y aprovechen sus experiencias para compartirlas con otros caficultores, facilitando así el proceso de adopción de tecnologías que se pueda dar "de campesino a campesino" (Aristizábal et al. 2002).

### Conclusiones

- El sistema de evaluación permitió a los caficultores comprobar que en sus fincas hay presencia del hongo *B. bassiana*.
- Se determinó que al momento de la evaluación de los frutos brocados el hongo está presente en las brocas cubiertas por micelio y esporas y que también se desarrolla en las brocas muertas o vivas infestadas que al morir y colocadas en condiciones ambientales de cámara húmeda permiten la manifestación de los signos del hongo.
- La participación del hongo *B. bassiana* en el control de la broca del café es mayor que la apreciación normal que se tiene de él en el campo.
- Es necesario realizar estudios de epidemiología del hongo en campo para establecer las relaciones de producción de inóculo (esporas), la infección y el efecto de los factores ambientales sobre el control de la broca del café.

### Agradecimientos

A los caficultores del proyecto de investigación participativa desarrollado por Cenicafé, que participaron en los talleres de trabajo.

### Literatura citada

- ANTIA, O. P.; POSADA F., F. J.; BUSTILLO A. E.; GONZÁLEZ, M. T. 1992. Producción en finca del hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café. Cenicafé, Avances técnicos N° 182, 12 p.
- ARISTIZÁBAL A., L. F.; SALAZAR E., H. M.; MEJÍA M., C. G. 1999. Memorias. Primer encuentro de Caficultores Experimentadores en el Manejo Integrado de la Broca del café. Investigación Participativa con Agricultores en el Manejo Integrado de la Broca del café IPA-MIB. Centro Nacional de Investigaciones del Café, CENICAFÉ. Convenio ICO-CFC-IIIBC-FEDERACAFÉ. Subestación Experimental "La Catalina", Pereira, (Colombia), noviembre. 21 p.
- ARISTIZÁBAL A. L. F.; SALAZAR E., H. M.; MEJÍA M., C., G. 2002. Cambios en la adopción de los componentes del manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae), a través de metodologías participativas. Revista Colombiana de Entomología 28 (2): 153-160.
- ASHBY, J. A. 1992. Manual para la evaluación de tecnologías con productores. IPRA / Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali (Colombia). 127 p.
- BATISTA, C. 1991. Control biológico y protección ambiental a bajo costo. Seminario (Costa Rica). N° 2: 5 - 6.
- BENAVIDES M., P.; POSADA F., F. J. 1995. Efecto de *Beauveria bassiana* sobre poblaciones de broca del café *Hypothenemus hampei*, en cafetales zoqueados. Resúmenes Congreso XXII Sociedad Colombiana de Entomología, p. 54. Julio 26-28. Bogotá.
- BENTLEY W., J.; RODRÍGUEZ; GONZÁLEZ. 1993. Ciencia y pueblo: Campesinos hondureños y control natural de plagas. En: D. Buckles (ed.). Gorras y sombreros: Caminos Hacia la Colaboración entre Técnicos y Campesinos. México D. F. CIMMYT, p. 69 - 75.
- BUSTILLO P., A. E. 1990. Perspectivas de manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* en Colombia. Seminario sobre la broca del café. (Miscelánea No. 18) p. 106 - 118. Medellín, Mayo 21. Sociedad Colombiana de Entomología.
- BUSTILLO P., A. E.; CÁRDENAS M., R.; VILLALBA G., D. A.; BENAVIDES M., P.; OROZCO H., J.; POSADA F., F. J. 1998. Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Chinchiná, Colombia. Centro Nacional de Investigaciones del Café, Cenicafé. Chinchiná (Colombia). 134 p.
- CASTELLANOS C., P. A.; GIRALDO C., M. J.; MUÑOZ V., C. I.; RAMÍREZ R., C. A.; RÍOS G., G.; RÍOS G., W. 1999. Manual para la investigación en fincas de productores. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Sena. Manizales. 178 p.
- DUQUE O., H.; CHAVES C., B. 2000. Estudio sobre la adopción del manejo integrado de la broca del café. Centro Nacional de Investigaciones de Café – Cenicafé. Chinchiná (Colombia). 100 p.
- DUQUE O., H. 1995. Investigación socioeconómica en manejo integrado de la broca. Simposio MIP Broca. Memorias. Congreso XXII Sociedad Colombiana de Entomología. p. 91 - 101. Julio 26 al 28. Bogotá.
- HARRIS J. 2000. Delivering Biocontrol: Identifying Bottlenecks. On line. Internet. Disponible en [http://CABI - Biocontrol News and Information 21\(2\) junio 2000 News - Internet Round-up.htm](http://CABI - Biocontrol News and Information 21(2) junio 2000 News - Internet Round-up.htm).
- LACEY, L. A.; R. FRUTOS; KAYA, H. K.; P. VAIL, P. 2001. Insect pathogens as biological control agents: Do they have a future? Biological Control 21: 230-248.
- LISANSKY, S. G.; COOMBS, J. 1992. Technical improvements to biopesticides. Brighton Crop Protection Conference- Pests and diseases. p. 345-350.
- LISANSKY, S.G.; COOMBS, J. 1994. Developments in the market for biopesticides. Brighton Crop Protection Conference- Pests and diseases. p. 1049 - 1054.
- MALSAM, O.; KILIAN, M.; HAIN, R.; BERG, D. 1997. Fungal insecticides. En: Anke T. (Ed.) Fungal biotechnology. Weinheim, Chapman & Hall. p. 27 - 37.
- NORAD 2002. Nicaraguan organic farmer On line. Internet. Disponible en: <http://Nicaragua pesticide exposure and poisoning survey.htm>. 21 de enero del 2002.
- POSADA F., F. J.; BUSTILLO P., A. E. 1994. El hongo *Beauveria bassiana* y su impacto en la caficultura colombiana. Agricultura Tropical (Colombia) 31 (3): 97-94.
- RUIZ C., R. 1996. Efecto de la fenología del fruto de café sobre los parámetros de la tabla de vida de la Broca del Café *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Trabajo de Grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Manizales (Colombia), 87 p.
- STROUD, A.. 1993. Conducting on – farm experiments. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. Cali (Colombia). 118 p.
- TANADA, Y.; HAYA, H. K. 1993. Insect pathology. Academic Press, London. 666 p.
- TRIPP, R.; WOOLLEY, J. 1989. La etapa de la planificación de la investigación en campos de agricultores: Identificación de factores para la experimentación. CIMMYT y CIAT México D. F. (Méjico) y Cali (Colombia). 85 p.

Recibido: Jun. 30 / 2002

Aceptado: Ago. 30 / 2002