

Nuevo producto en el Manejo Integrado de la Broca del Café en Colombia

La broca del café *Hypothenemus hampei* es la principal plaga que ataca frutos de café en Colombia desde el año 1988 (5). Su presencia en los cafetales vulnera la economía de los caficultores dado que produce caída de frutos en formación, pérdida de peso, deterioro de la calidad y disminución del precio de venta del grano (12). La mayoría de países cafeteros que han usado insecticidas químicos como principal control en el manejo de la broca, han generado efectos adversos sobre el ecosistema (4) y han permitido la aparición de nuevas plagas del café; por estas razones, en Colombia se implementó un programa de Manejo Integrado de Broca (MIB) mediante el uso de estrategias de control cultural, biológico y químico (4), las cuales son validadas en el campo y recomendadas a los caficultores (1, 2).





Cenicafé
Ciencia, tecnología
e innovación
para la caficultura
colombiana

Autores

Aníbal Arcila Moreno

Asistente de Investigación
Disciplina de Entomología - Cenicafé

Andrés Felipe Duarte Cano

Ing. Agrónomo - Syngenta

Diógenes Alberto Villalba Guott

Ing. Agrónomo - Syngenta

Pablo Benavides Machado

Investigador Científico II
Disciplina de Entomología
Centro Nacional de Investigaciones
de Café - Cenicafé
Manizales, Caldas, Colombia

<https://doi.org/10.38141/10779/0437>

Edición

Sandra Milena Marín López

Fotografías

Archivo Cenicafé

Diagramación

Luz Adriana Álvarez Monsalve

Imprenta

ISSN - 0120 - 0178

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Manizales, Caldas, Colombia
Tel. (6) 8506550 Fax. (6) 8504723
A.A. 2427 Manizales
www.cenicafe.org

En la estrategia de control químico, con el fin de seleccionar insecticidas de síntesis orgánica de alta eficacia y menor impacto al medio ambiente, Villalba *et al.* (17) evaluaron en Colombia alrededor de 35 moléculas comerciales, de las cuales se recomiendan tres ingredientes activos del grupo de los organofosforados (15). Estas moléculas, las cuales inhiben la enzima acetilcolinesterasa y pertenecen a las categorías toxicológicas II y III (10), tienen una eficacia en broca mayor o igual a 75% (4). Actualmente, la debilidad en la recomendación de estos insecticidas radica en que al pertenecer al mismo grupo químico y tener igual modo de acción, permiten la selección de insectos a genotipos resistentes, que traerían consecuencias como aumentos en las concentraciones de uso y en el número de aplicaciones, lo cual conllevaría a generar desequilibrios en el ecosistema, resurgimiento de la plaga e irrupción de otros artrópodos dañinos (7, 8, 9, 11).

En los últimos 10 años, los avances de la industria agroquímica han dado origen a moléculas insecticidas pertenecientes a nuevos grupos químicos, los cuales son eficaces a bajas concentraciones y ofrecen un menor perfil toxicológico sobre mamíferos y el ecosistema. En este sentido, el insecticida Voliam Flexi[®], es una mezcla de dos moléculas pertenecientes a

nuevos grupos insecticidas: un modulador del receptor de la rianodina, clorantraniliprole, y un agonista del receptor nicotínico de la acetilcolina, tiametoxam (11). Este insecticida está clasificado en la categoría toxicológica III (10). La primera molécula que compone este producto tiene acción sistémica, de ingestión y de contacto, estimula la liberación de calcio de las reservas internas de los músculos de los insectos (lisos y estriados) e induce contracción (14), afectando actividades como la alimentación y movilidad, produciendo parálisis y, finalmente, la muerte de los insectos (6). Además, posee amplio rango de acción sobre insectos de los órdenes Lepidoptera, Coleoptera y Diptera.

La segunda molécula (agonista del receptor nicotínico de la acetilcolina), tiene actividad sistémica, de ingestión y de contacto (13), provoca sobreexcitación del sistema nervioso, convulsiones, parálisis y muerte del insecto (3), es usada tanto en el sector agrícola como pecuario (16) para el control de áfidos, mosca blanca, trips, chinches, coleópteros, minadores y moscas.

Dada la menor toxicidad y la eficacia a menores concentraciones del insecticida, se adelantaron estudios en el laboratorio y en el campo, con el objetivo de evaluarlo dentro de la estrategia de control químico en el manejo integrado de la broca del café en Colombia.



Evaluación de la eficacia y determinación de la concentración comercial para el control de la broca del café

Con el fin de obtener la concentración mínima con efecto biológico sobre la broca del café, se evaluó la eficacia del insecticida en cuatro concentraciones: 1,0 - 1,4 - 2,0 y 3,0 cc.L⁻¹ de agua, que corresponden a los tratamientos, y se comparó frente a un testigo comercial clorpirifos 4EC a una concentración de 6,0 cc.L⁻¹. Se seleccionó un lote comercial de una finca en el municipio de Montenegro (Quindío) y se tomaron árboles y ramas con frutos aptos para realizar infestaciones artificiales con adultos de broca. Se estudiaron dos momentos de aplicación del producto: 1 y 3 días después de la

liberación de los adultos. Se evaluó la mortalidad 3 días después de la aspersión, registrando como muertas aquellas brocas que caminaron con dificultad o solo movían las antenas.

Los resultados indican que en el campo, con concentraciones superiores a 1,4 cc.L⁻¹ se obtuvieron porcentajes de mortalidad de broca similares a los registrados con el testigo comercial clorpirifos 4EC, durante los dos momentos de aplicación (Tabla 1), con valores mayores a 90%.

Tabla 1. Determinación de la concentración comercial del producto Voliam Flexi® para control de la broca del café en Colombia. Prueba de eficacia en el campo.

Tratamiento			Promedio de mortalidad (%)	
No.	Descripción	Concentración (cc.L ⁻¹)	Aplicación (días después de la infestación)	
			1	3
1	Voliam Flexi®	1,0	74,07* B	87,40 B
2	Voliam Flexi®	1,4	93,62 A	98,84 A
3	Voliam Flexi®	2,0	92,93 A	99,39 A
4	Voliam Flexi®	3,0	97,47 A	97,86 A
5	Clorpirifos 4EC	6,0	97,68 A	99,76 A

Promedios con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas entre los tratamientos por día después de la aplicación, según la Prueba de Duncan al 5%. Promedio de diez repeticiones.

Con estos resultados, se evaluó en el campo el insecticida en la concentración eficaz de 1,4 cc.L⁻¹ de agua, y se comparó frente al testigo comercial (clorpirifos 4EC a 6,0 cc.L⁻¹). Empleando la misma metodología de árboles con ramas productivas y liberaciones de adultos, se aplicaron los productos 3 días después de la infestación artificial. La mortalidad de la broca se evaluó 3, 8, 15 y 21 días después de la aspersión en cada tratamiento por tiempo de evaluación, considerando como brocas muertas aquellas que cesaron completamente sus actividades vitales y, por lo tanto, no tenían ningún movimiento.

En la Figura 1 se observa que, a los 3 días de aplicación, la mortalidad en el campo no superó el 40% en el tratamiento Voliam Flexi®, contrario al testigo comercial

que ocasionó una mortalidad superior al 80%; sin embargo, después de los 8 días de las aspersiones, la mortalidad en los dos tratamientos fue igual estadísticamente y mayor al 85%. En las evaluaciones finales se alcanzaron mortalidades superiores al 95%, sin diferencias entre los insecticidas. Los resultados se podrían explicar por el modo de acción que posee la molécula que modula el receptor de rianodina, que reduce la capacidad de alimentación de la broca, la cual no penetra hasta la almendra y, finalmente, muere en el canal de penetración. Estos resultados sugieren que la evaluación de eficacia de Voliam Flexi® contra la broca, debe realizarse después de 8 días de realizada la aplicación del producto.

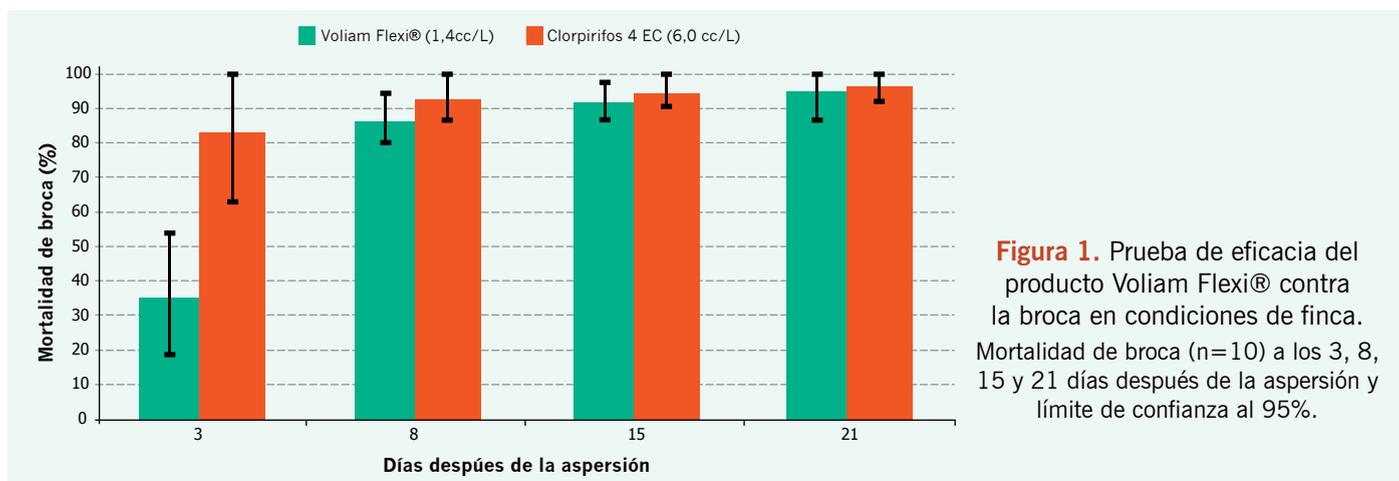


Figura 1. Prueba de eficacia del producto Voliam Flexi® contra la broca en condiciones de finca. Mortalidad de broca (n=10) a los 3, 8, 15 y 21 días después de la aspersión y límite de confianza al 95%.

La concentración de Voliam Flexi® recomendada para el control químico de la broca del café, bajo un esquema de manejo integrado, es de 1,4cc.L⁻¹ de agua.

Evaluación de la residualidad del insecticida Voliam Flexi® para el control de la broca del café

Este ensayo se realizó en la Estación Experimental La Catalina (Pereira, Risaralda), a una altitud de 1.321 m, precipitación 2.100 mm anuales, temperatura media de 21,6°C y humedad relativa de 79%. Con el fin de determinar el tiempo en el cual el producto Voliam Flexi®, en una concentración de 1,4 cc.L⁻¹, ocasionaba una mortalidad superior al 90% de las brocas liberadas, se evaluó la residualidad del producto después de: 1, 3, 7, 15 y 21 días de la aplicación del producto, y se comparó frente a un testigo comercial clorpirifos 4 EC a 6,0 cc.L⁻¹ y un testigo absoluto (agua).

cinco tiempos después de las aspersiones y la evaluación de mortalidad a los 3 días. Esta evaluación se realizó disecando todos los frutos de 10 ramas por tratamiento y tiempo de liberación y registrando el número de brocas vivas, muertas y su posición en el fruto. Se consideraron como brocas muertas aquellas que caminaban lentas y no reaccionaban al contacto con un pincel fino.

Se seleccionó un lote de café Variedad Castillo® Naranjal, de 2,5 años de edad, y se procedió con la selección de árboles y ramas con frutos para realizar la aspersión de los tratamientos, la posterior infestación artificial a los

Los resultados mostraron que Voliam Flexi® ocasiona mortalidades superiores al 99%, con un efecto prolongado, incluso 21 días después de ser aplicado en el campo. Se observaron diferencias con el testigo absoluto durante todo el ensayo, y con el testigo comercial clorpirifos 4EC a partir del tercer día, a favor del insecticida Voliam Flexi® (Tabla 2).

Tabla 2. Mortalidad de broca durante la prueba de residualidad. Estación Experimental La Catalina, Risaralda.

Tratamiento			Promedio de mortalidad (%)				
No.	Descripción	Concentración (cc.L ⁻¹)	Infestación artificial - días después de la aplicación				
			1	3	7	15	21
1	Voliam Flexi®	1,4	99,00 A	100,00 A	99,80 A	99,20 A	97,00 A
2	Clorpirifos 4EC	6,0	98,70 A	72,30 B	62,70 B	51,40 B	12,80 B
3	Agua	-	1,80 C	1,91 C	2,18 C	1,60 C	1,74 C

Promedios con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas (leer verticalmente), según la Prueba de Duncan al 5%. * n = 10.

El producto Voliam Flexi® posee una eficacia prolongada en el control químico de la broca y puede ser incluido dentro del programa de Manejo Integrado en Colombia.

Validación de Voliam Flexi® como estrategia de control químico en un programa de Manejo Integrado de la Broca (MIB) para Colombia

En el campo, en condiciones de finca, se evaluaron dos períodos de cosecha. En la cosecha del segundo semestre de 2011, se seleccionaron tres fincas con lotes de café de segunda a tercera cosecha, con un área mayor a 1,5 hectáreas. Cada lote se dividió en tres parcelas demostrativas de similar tamaño, donde se evaluó: **a.** MIB con el producto Voliam Flexi®, **b.** MIB usando productos organofosforados recomendados

para el control de broca (MIB Tradicional) (Tabla 3), y **c.** Testigo donde no se aplicaron productos químicos (Sin Aplicación). Las estrategias fueron asignadas de manera aleatoria a las parcelas, los insecticidas se asperjaron en el momento en que el porcentaje de infestación por broca superó el 2% y más del 50% de los adultos se encontraban perforando los frutos de café. Los productos se aplicaron una sola vez en todas las fincas (Tabla 3).

Tabla 3. Fincas, estrategias y número de aplicaciones de insecticidas por cosecha.

Semestre de validación	Municipio (Departamento)	Altitud (m)	Estrategia / No. de aplicaciones	
			MIB Voliam Flexi®	MIB Tradicional
Segundo Semestre de 2011	Pereira (Risaralda)	1.300	1	1
	Caicedonia 1 (Valle)	1.220	1	1
	Palestina (Caldas)	1.240	1	1
Segundo Semestre de 2012	Ciudad Bolívar (Antioquia)	1.500	2	2
	Chinchiná 1 (Caldas)	1.300	1	3
	Santuario (Risaralda)	1.280	2	4
	Armenia (Quindío)	1.350	3	4
	Caicedonia 2 (Valle)	1.450	2	5
	Chinchiná 2 (Caldas)	1.350	2	2

Durante la validación del segundo semestre de 2011, en cada parcela, se evaluó mensualmente el porcentaje de infestación y el total de estados vivos de broca por estrategia. Se seleccionaron aleatoriamente 60 árboles en cada parcela y en la rama con mayor producción se contabilizó el número de frutos y aquellos perforados por broca. Con esta información se estimó el porcentaje de infestación por broca por estrategia. Posteriormente, de cada árbol seleccionado se tomaron sistemáticamente el 40% de las ramas con frutos perforados, en cada una de ellas se contó el número de frutos perforados por broca y se retiraron hasta dos frutos por rama, los cuales se disecaron para registrar el número de estados vivos de broca por árbol.

En los resultados obtenidos con la variable porcentaje de infestación, durante esta validación en la cosecha del segundo semestre de 2011, no hubo diferencias estadísticas entre las estrategias en todas las fincas seleccionadas (Figura 2). Sin embargo, la cantidad estimada de estados vivos de broca en promedio por árbol mostró diferencias entre los manejos (Figura 3), detectándose para MIB Voliam Flexi® una disminución en 64% de broca con respecto al testigo y en 50% comparado con MIB Tradicional (Figura 4). Estos resultados sugieren una actividad prolongada de Voliam Flexi®, la cual debería reflejarse en menor infestación por broca en el café pergamino seco y menor cantidad de brocas que reinfesten el cafetal en la siguiente cosecha.

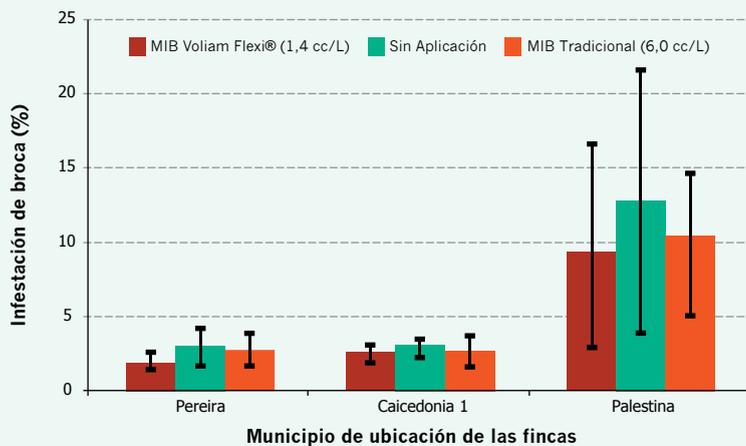


Figura 2. Promedios y límites de confianza al 95%, del porcentaje de infestación mensual en las fincas. Cosecha segundo semestre de 2011.

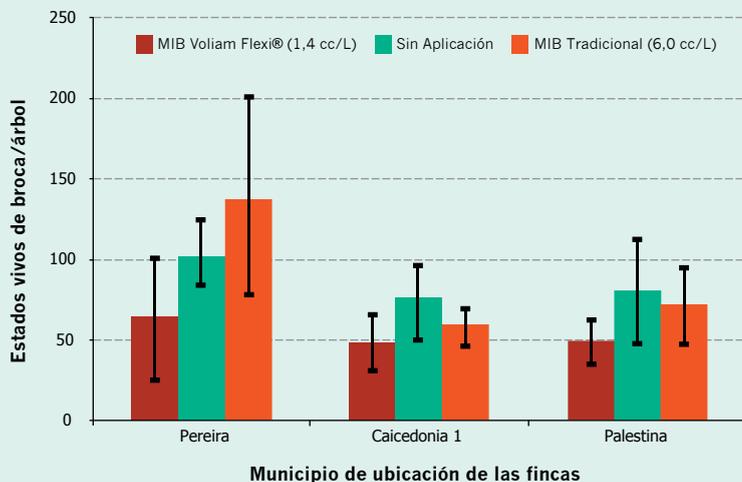


Figura 3. Promedios de estados biológicos y límites de confianza al 95%, de broca por árbol y finca. Cosecha segundo semestre de 2011.

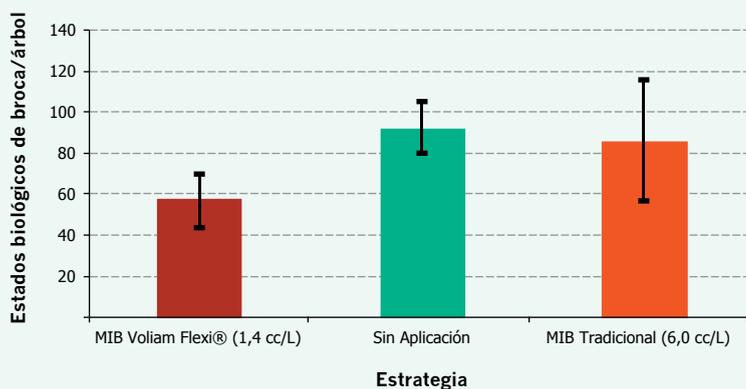


Figura 4. Número de estados biológicos por árbol y límites de confianza al 95% por tratamiento, durante la validación de Voliam Flexi® en fincas cafeteras. Cosecha segundo semestre de 2011.

Para la validación del producto Voliam Flexi®, durante la cosecha del segundo semestre de 2012, se seleccionaron seis fincas, con lotes de café de segunda a tercera cosecha, con un área mayor a 1,5 hectáreas (Tabla 3). En cada finca se evaluaron varios tipos de manejo de broca; sin embargo, en este Avance Técnico se discutirán los resultados obtenidos en las dos estrategias de interés para los caficultores en Colombia:

a. MIB con el nuevo producto Voliam Flexi® (MIB Voliam Flexi®) y **b.** MIB usando los productos organofosforados recomendados para el control de broca (MIB Tradicional). Los momentos de aspersión en las parcelas MIB Voliam Flexi® se basaron en los mismos criterios usados durante la cosecha del segundo semestre de 2011, mientras que las decisiones en las parcelas MIB Tradicional fueron tomadas de manera independiente por parte de los

caficultores de las fincas seleccionadas. El número de aspersiones para cada MIB se indican en la Tabla 3. Las estrategias fueron asignadas de manera aleatoria a las parcelas. Después de cada recolección de café se evaluó el porcentaje de infestación por broca.

La infestación por broca fue evaluada en 30 árboles al azar en cada estrategia, se seleccionó una rama por árbol, se contabilizó el número de frutos total y aquellos con broca. Igualmente, se obtuvo la infestación por broca en el café pergamino seco en tres momentos de la cosecha principal. Para esta evaluación, se seleccionaron aleatoriamente 90 árboles por tratamiento, éstos se cosecharon para conformar una muestra compuesta. Se benefició el café cereza y el café pergamino resultante se envió a una trilladora especializada en donde se obtuvo el porcentaje de broca en el análisis de calidad física.

Los resultados obtenidos en las validaciones en la cosecha del segundo semestre de 2012, mostraron que el MIB tradicional requirió un mayor número de aspersiones de los productos organofosforados en la mayoría de las fincas (Tabla 3), con un porcentaje de infestación mayor al registrado en las parcelas con MIB Voliam Flexi® (Figura 5). Si bien la diferencia en el porcentaje de infestación en el campo entre las dos estrategias fue baja, a pesar del mayor número de aplicaciones de insecticidas con MIB tradicional, se observaron diferencias en el porcentaje de broca en el café pergamino seco a favor de MIB Voliam Flexi® (Figura 6). El café pergamino seco con MIB Tradicional superó el 9% de infestación en las tres recolecciones de la cosecha principal del segundo semestre de 2012, mientras que para MIB Voliam Flexi® el promedio no excedió el 4%.

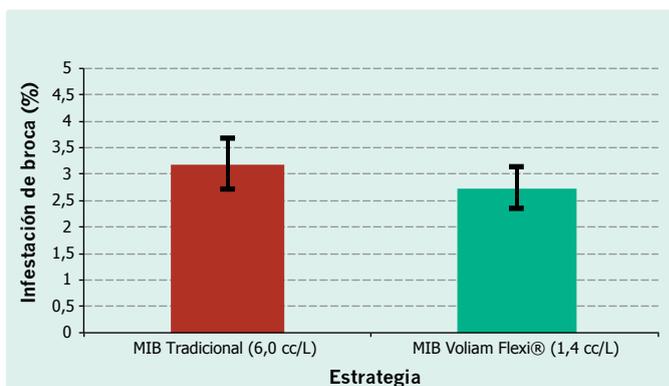


Figura 5. Porcentajes de infestación en el campo y límites de confianza al 95% durante la validación de Voliam Flexi® en fincas cafeteras. Cosecha del segundo semestre de 2012.

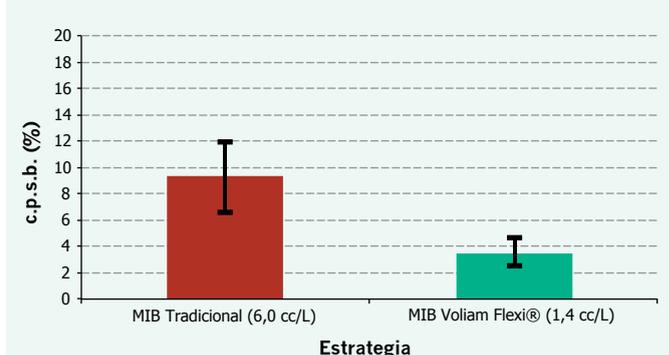


Figura 6. Porcentajes de café pergamino seco brocado (c.p.s.b) y límites de confianza al 95% durante la validación de Voliam Flexi® en fincas cafeteras. Cosecha segundo semestre de 2012.



Recomendaciones

Los resultados de las validaciones en el campo permiten recomendar el producto Voliam Flexi® en Colombia como una estrategia de control químico dentro de un programa de Manejo Integrado de la broca del café. Se destaca en este producto la eficacia demostrada en concentraciones bajas ($1,4 \text{ cc/L}^{-1}$), el efecto prolongado por tener una residualidad hasta 21 días, la capacidad de proteger la almendra y mejorar la calidad del café pergamino seco como consecuencia del cese de alimentación que produce el producto, y la probabilidad de requerir un menor número de aspersiones de insecticidas por período productivo de café.

Es importante seguir las recomendaciones de uso dadas por el fabricante, especialmente en lo referente a la manipulación de Voliam Flexi® durante la preparación, aplicación y períodos de re-entrada y carencia del producto con respecto a la cosecha. Se recomienda rotar las moléculas insecticidas con el fin de evitar la aparición de resistencia.

Literatura citada

1. BENAVIDES M., P.; ARÉVALO M., 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.; GÓNGORA B., C.E.; BUSTILLO P., A.E. IPM program to control coffee Berry borer *Hypothenemus hampei* with emphasis on highly pathogenic mixed strains of *Beauveria bassiana* to overcome insecticide resistance in Colombia. En: PERVEEN, F (ed.). *Insecticides: Advances in integrated pest management*. Croacia, In Tech. 2012. 708 p.
3. BLOOMQUIST, J. R. *Insecticides: Chemistries and Characteristics*. En: *IPM World Textbook*. [En línea]. RADCLIFFE, E. B.; HUTCHISON, W. D. (eds.), University of Minnesota. Última modificación, 3 de diciembre de 2009. Disponible en internet: <http://ipmworld.umn.edu/chapters/bloomq.htm> Consultado: 01 junio 2010.
4. BUSTILLO P., A.; CÁRDENAS M., R.; VILLALBA G., D.; BENAVIDES M., P.; OROZCO H., J.; POSADA F., F. Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. *Chinchiná*, CENICAFÉ, 1998. 134p.
5. BUSTILLO P., A. E. El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café. *Chinchiná*: *Cenicafé*, 2002. 40 p. (Boletín Técnico No 24).
6. CHAPMAN, S.; GROVES, R. L. Novel Seed Treatment and In-Furrow Uses of the Anthranilic Diamides [En línea] *Central Wisconsin Processing Crops Meeting*. Marzo, 2010. Disponible en internet: <http://www.uwex.edu/ces/cty/waushara/ag/documents/CentralWisconsinProcessingCropsMeeting-Chapman.pdf>. Consultado: 05 octubre 2010.
7. CISNEROS, F. V. Control de plagas agrícolas. *Control químico* [En Línea]. 1995. Disponible en internet: http://www.avocadosource.com/books/cisnerosfausto1995/CPA_9_PG_148-231.pdf . Consultado en 06 marzo 2010.
8. CONSTANTINO C. L.M.; FLÓREZ V., J.C.; BENAVIDES M., P.; BACCA I., R.T. Minador de las hojas del café: Una plaga potencial por efectos del cambio climático. *Chinchiná*: *Cenicafé*, 2010. 12p. (Avances Técnicos No. 409).
9. GÓNGORA, C.E.; BENAVIDES M., P. Capítulo 18. Desarrollo de resistencia de los insectos a insecticidas. p. 298- 310. En: BUSTILLO P., A. E. (ed.): *Los insectos y su manejo en la caficultura colombiana*. *Chinchiná*, (Colombia), *Cenicafé*. 2008. 466 p.
10. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO – ICA. Listado de registros nacionales de plaguicidas químicos de uso agrícola [En Línea]. Disponible en internet: <http://www.ica.gov.co/getdoc/d3612ebf-a5a6-4702-8d4b-8427c1cdaeb1/REGISTROS-NACIONALES-PQUA-15-04-09.aspx>. Consultado el 26 de febrero 2013.
11. IRAC, The Insecticide Resistance Action Committee. Mode of Action Classification. [En línea]. Version 7.2. Issued, abril 2012. Disponible en internet: <http://www.irac-online.org/content/uploads/MoA-classification.pdf>. Consultado: 26 de febrero de 2013.
12. MONTOYA R., E.C. Caracterización de la infestación del café por la broca y efecto del daño en la calidad de la bebida. *Cenicafé*, 50(4):245-258. 1999.
13. PPDB. The Pesticide Properties Database. [En línea]. PPDB Management Team. Agriculture and Environment Research Unit (AERU), Science & Technology Research Institute. University of Hertfordshire, FOOTPRINT project (FPS-SSP-022704). Actualizado agosto de 2012. Disponible en internet: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/es/index.htm>. Consultado el 26 de febrero 2013.
14. SYNGENTA. Boletín Técnico, Durivo. s.f., 12p.
15. TABARES C., J. E.; VILLALBA G., D. A.; BUSTILLO P., A. E.; VALLEJO E., L. F. Eficacia de insecticidas para el control de la broca del café usando diferentes equipos de aspersión. *Cenicafé*, 59 (3): 227-237. 2008.
16. TOMLIN C., D.S. *The Pesticide Manual, Thirteenth Edition*. British Crop Protection Council. Blackwell Scientific Publications, Hampshire, 2003. 1344 p. ISBN 1 901396 13 4.
17. VILLALBA, D. A.; BUSTILLO P., A. E.; CHÁVES, B. Evaluación de insecticidas para el control de la broca del café en Colombia. *Cenicafé*, 46 (3): 152-163. 1995.

