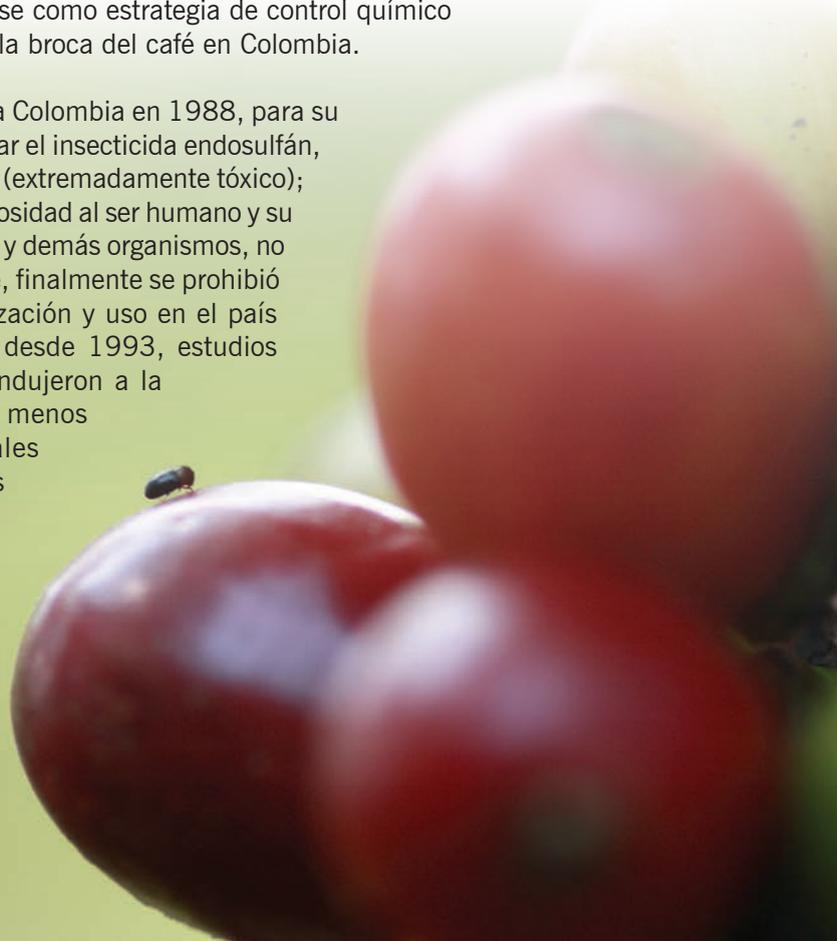


Nueva alternativa de control químico para el manejo integrado de la broca del café

El control de la broca del café, *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en Colombia, se ha enmarcado bajo una estrategia de Manejo Integrado de Plagas "MIP", combinando medidas de control cultural, biológico, legal y químico, que protege el cultivo, los humanos y disminuye el impacto ambiental. Dentro del control químico se buscan productos y técnicas de aspersión que permitan un uso racional de insecticidas en el momento oportuno. Dado el impacto de la variabilidad climática en la dinámica del insecto y la vulnerabilidad regional de la caficultura de bajas altitudes, se hace necesario enfrentar los nuevos retos mediante la búsqueda de alternativas químicas eficaces y menos tóxicas.

En este Avance Técnico se exponen las características de un insecticida de reciente aparición en el mundo, perteneciente al grupo de diamidas antranílicas, cuyo ingrediente activo es Cyazypyr® (cyantraniliprole), conocido comercialmente como Preza®. Este producto, luego de haberse evaluado experimentalmente en Cenicafé tanto en el laboratorio como en el campo, puede recomendarse como estrategia de control químico en el manejo integrado de la broca del café en Colombia.

Con la llegada de la broca a Colombia en 1988, para su control, se comenzó a utilizar el insecticida endosulfán, con categoría toxicológica I (extremadamente tóxico); sin embargo, dada su peligrosidad al ser humano y su impacto al medio ambiente y demás organismos, no fue recomendado para café, finalmente se prohibió su producción, comercialización y uso en el país (2). De manera paralela, desde 1993, estudios realizados en Cenicafé condujeron a la selección de insecticidas menos peligrosos, entre los cuales estaban los ingredientes activos fentoato, fenitrotion y clorpirifos (1), pertenecientes al grupo de los organofosforados (inhibidores de la acetil colinesterasa).





Cenicafé
Ciencia, tecnología
e innovación
para la caficultura
colombiana

Autores

Aníbal Arcila Moreno

Asistente de Investigación

Pablo Benavides Machado

Investigador Científico III

Disciplina de Entomología

Centro Nacional de Investigaciones

de Café - Cenicafé

Manizales, Caldas, Colombia

Julián Mejía Orozco

Especialista de Desarrollo de Campo

DuPont de Colombia

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

Dada la mayor conciencia sobre las prácticas de conservación del medio ambiente, así como la salud humana, es necesario considerar nuevos atributos que deben tener los insecticidas químicos usados en la agricultura, tales como:

- ▶ Evitar la aparición de poblaciones resistentes de insectos, empleando una efectiva rotación de productos por modos de acción insecticida.
- ▶ Reducir el efecto adverso de los insecticidas sobre la salud humana, el medio ambiente y los organismos no blanco, mediante el uso de moléculas insecticidas menos tóxicas y en menores cantidades.

Grupo insecticida: diamidas antranílicas

En las células musculares de los insectos existen unos canales llamados receptores de rianodina (RyR) que regulan la liberación del calcio, el cual estimula la actividad muscular, indispensable para la alimentación, el vuelo, la locomoción y la oviposición en los insectos. Las diamidas antranílicas son el primer modo de acción que actúa sobre los RyR (5), y el producto comercial Preza® es un insecticida perteneciente a este grupo químico. El ingrediente activo se une a los RyR produciendo una liberación descontrolada del calcio (Figura 1). Los síntomas de intoxicación del insecto comprenden letargia, regurgitación, parálisis parcial, cesación de la locomoción y la alimentación, reducción de la tasa reproductiva y, por último, la muerte (4).



Figura 1. Esquema del mecanismo de acción del ingrediente activo Cyazypyr® sobre los insectos.

Los estudios de toxicidad realizados sobre células de mamíferos permitieron demostrar que las diamidas antranílicas tenían toxicidades 300 a 2.000 veces más altas sobre las células de insectos que sobre las células de los mamíferos (5). Lo anterior ofrece mayor seguridad para el ser humano, y otros mamíferos, aves y peces, y permite ubicar este producto en la categoría toxicológica III o ligeramente peligroso (Tabla 1).

Tabla 1. Toxicidad a mamíferos.

Toxicidad oral aguda, rata DL50	>5.000 mg.kg ⁻¹
Toxicidad dermal aguda, rata DL50	>5.000 mg.kg ⁻¹
Inhalación aguda LC50	>5,2 mg.L ⁻¹
Irritación dermal	No irritante
Irritación ocular	No irritante
Mutagenicidad	Negativo
Aberraciones cromosómicas in vitro	Negativo

Fuente: DuPont™ (3).

El producto comercial Preza® fue evaluado en Cenicafé para el control de la broca. A continuación se presentan los resultados más relevantes.

En el laboratorio:

Determinación de la concentración a partir de la cual se obtiene un control mayor al 80%. Durante el año 2010, se evaluaron diferentes concentraciones del producto en aspersión directa sobre la broca del café. Los resultados mostraron que el producto ocasionó mortalidades inferiores al organofosforado clorpirifos 48% EC (control relativo); sin embargo, se confirmó su acción de contacto con mortalidades alrededor del 70% en la máxima concentración evaluada (8 cm³.L⁻¹) y de 50% con 4 cm³.L⁻¹ (Figura 2). Una proporción de los insectos que sobrevivieron presentaron efecto de letargia, la cual consistió en movimientos lentos y erráticos.

En un ensayo posterior, se determinó la acción del insecticida al tratar granos sanos de café y evaluar la sobrevivencia de la broca y la capacidad de ésta para ingresar a los granos. Los dos tratamientos consistieron en la inmersión, durante dos minutos, de granos de café (con 47% de humedad) en soluciones de 4 y 8 cm³.L⁻¹ de producto comercial y un testigo absoluto (agua). Luego de ser retirados de la solución, se dejaron secar por dos horas a temperatura ambiente, y de allí se conformaron las unidades experimentales, que consistieron en 10 granos y 20 brocas. Se utilizaron 30 repeticiones por tratamiento y la evaluación se hizo a los 30 días.

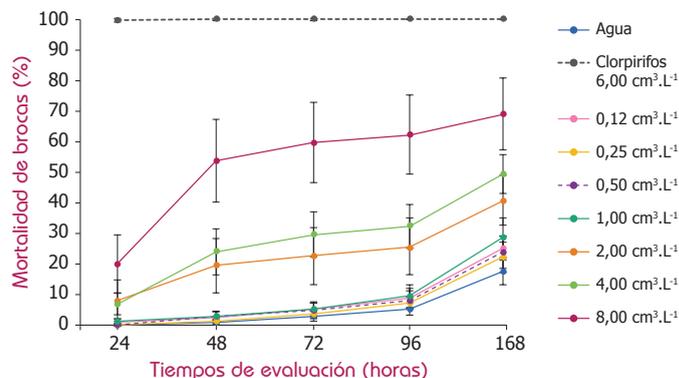


Figura 2. Promedios e intervalos de confianza (95%), del porcentaje de mortalidad de broca a través del tiempo (horas) con diferentes concentraciones del insecticida en aspersión por contacto. Cenicafé, 2010.

En la Tabla 2 se presentan los resultados para ambas concentraciones del insecticida. No hubo sobrevivencia del insecto y se obtuvo un mínimo porcentaje de infestación. No se registró diferencia entre las dos concentraciones, las cuales fueron diferentes al testigo absoluto.

Tabla 2. Efecto de dos concentraciones insecticidas en la sobrevivencia de adultos de broca y perforación de granos tratados.

Concentración (cm ³ .L ⁻¹)	Sobrevivencia de adultos / Unidad experimental		Número de granos perforados / Unidad Experimental	
	Promedio (%)	€€	Promedio	€€
0	81,76	3,82	7,97	0,39
4	0,00	0,00	0,03	0,03
8	0,00	0,00	0,00	0,00

EE: Error Estándar.

Preza® tiene acción por contacto e ingestión.

En el campo:

Evaluación de la concentración comercial que protege almendras cuando se aplica sobre frutos infestados en posiciones A y B de penetración.

Se evaluaron tres concentraciones 4, 6 y 8 cm³.L⁻¹ y un testigo absoluto (agua). La investigación se realizó en la Estación Experimental La Catalina (Pereira, Risaralda), ubicada a una altitud de 1.321 m, con precipitación de

2.100 mm anuales, promedio de temperatura de 21,6°C y humedad relativa de 79%, en un lote comercial de Variedad Castillo® de 2 años. Mediante el empleo de la metodología de mangas entomológicas (5), se eligieron ramas con 50 frutos, de aproximadamente 100 días de desarrollo, y en éstas se liberaron 150 brocas hembras recién emergidas. Después de 2 días de la infestación se aplicaron los tratamientos en la rama; se destaca que alrededor del 96% de los frutos infestados estaban en posiciones A y B (Figura 3). Para la aspersión se utilizó un equipo manual de espalda y boquilla TX3, garantizando un tamaño de gota y cubrimiento adecuados. La evaluación se hizo 30 días después de la aplicación, registrando: 1) el número de brocas que sobrevivieron, es decir, con plena movilidad, sin incluir aquellas en estado de letargia; 2) el número de frutos infestados con abandono de la broca colonizadora; y 3) el número de frutos con brocas en las posiciones A, B, C y D (Figura 3).

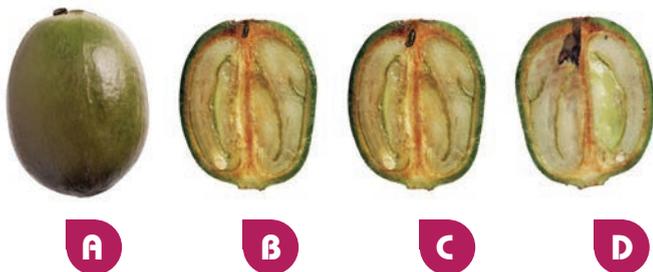


Figura 3. Niveles de posición de penetración de la broca en frutos de café.

El porcentaje de sobrevivencia de adultos de broca fue, en promedio, cercano a 17,0% con las concentraciones de 6 y 8 $\text{cm}^3.\text{L}^{-1}$, mientras que la concentración de 4 $\text{cm}^3.\text{L}^{-1}$ permitió una mayor sobrevivencia, aunque con un valor menor con respecto al testigo absoluto agua (Figura 4). El porcentaje de frutos infestados con abandono de broca presentó valores superiores al 95,0% para 6 y 8 $\text{cm}^3.\text{L}^{-1}$, significativamente mayores a 4 $\text{cm}^3.\text{L}^{-1}$ y al testigo agua (Figura 5). La razón por la cual hubo abandono de frutos una vez se asperjó agua, pudo haber sido por la edad de los frutos empleados en este estudio, que no garantizó el contenido de materia seca óptima para el desarrollo de la broca. Al analizar el porcentaje de frutos con daño en posiciones C y D (Figura 6), se encontró que las concentraciones de 6 y 8 $\text{cm}^3.\text{L}^{-1}$ fueron estadísticamente iguales, con niveles de 8,6% y 3,2%, respectivamente, y con 4 $\text{cm}^3.\text{L}^{-1}$ se obtuvo un daño del 25,5%. Estos resultados muestran que con este producto, el control o la protección de las almendras se relaciona, además de la mortalidad, con otras variables como la letargia de las hembras afectadas y el abandono del fruto cuando empieza a perforar, por lo tanto, estos factores deben ser

tenidos en cuenta a la hora de evaluar el desempeño de este insecticida.

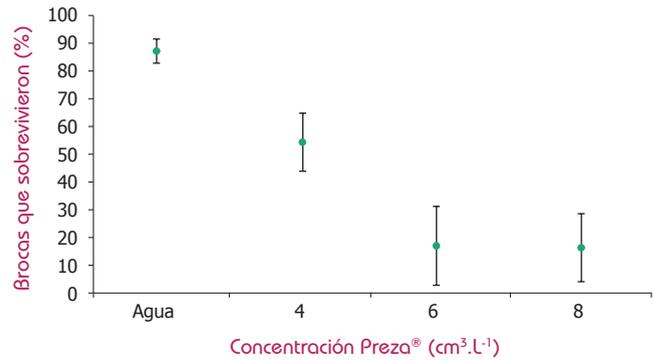


Figura 4. Porcentaje de brocas que sobrevivieron después de una aspersión del insecticida. Límites de confianza al 95%. Evaluación a los 30 días. Estación Experimental La Catalina, 2011.

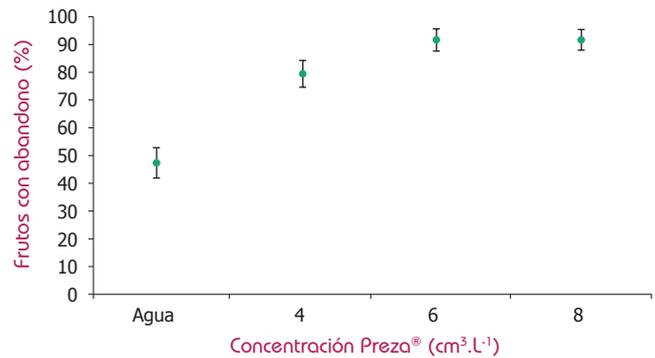


Figura 5. Porcentaje de frutos con abandono de la broca colonizadora después de una aspersión del insecticida. Límites de confianza al 95%. Evaluación a los 30 días. Estación Experimental La Catalina, 2011.

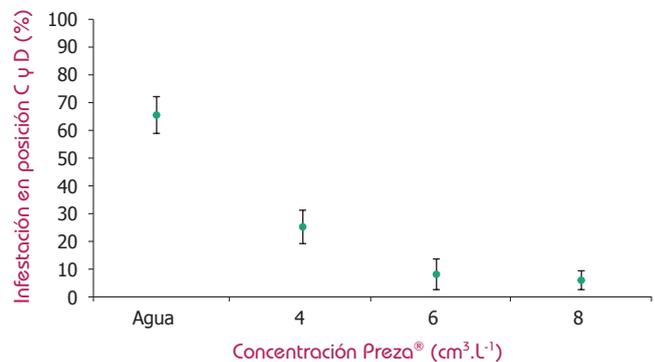


Figura 6. Porcentaje de frutos con infestación en posición C y D después de una aspersión. Límites de confianza al 95%. Evaluación a los 30 días. Estación Experimental La Catalina, 2011.

Cuando se aplica Preza® sobre frutos recién infestados por broca, éste brinda una protección a las almendras superior al 90% a partir de una concentración de 6 cm³.L⁻¹ y hasta un 75% con 4 cm³.L⁻¹.

Determinación de la capacidad para proteger almendras de café y la duración del control cuando se aplica antes del ataque de la broca.

Considerando que la concentración de 6 cm³.L⁻¹ permitió una protección de las almendras de café superior al 90%, se determinó el tiempo hasta el cual Preza® podía proteger más del 80% de los granos. El estudio se hizo liberando brocas a los 7, 15 y 21 días después de la aplicación del producto en la concentración descrita, comparándolo con un testigo absoluto (agua). En la Estación Experimental La Catalina, en el año 2011, se seleccionó un lote de café Variedad Castillo® Naranjal de 3 años de edad, en donde se tomaron ramas con 50 frutos de más de 100 días de desarrollo. En cada rama elegida se asperjó el insecticida y, siguiendo la metodología de mangas entomológicas (5), en cada tiempo de liberación, se introdujeron 100 brocas recién emergidas por rama. Inmediatamente después de la liberación de las brocas, se cerró la manga, 10 días después se cortaron las ramas y se llevaron al laboratorio para disecar los frutos. Se registró el número de frutos con las almendras sanas y perforadas por broca.

Los resultados muestran que el producto en la concentración de 6 cm³.L⁻¹, ofrece una duración de control prolongada, con una protección superior al 80% de los frutos hasta los 21 días después de la aplicación, destacando que a los 7 y 15 días es igual o superior al 90% (Figura 7).

Comparación de concentraciones del insecticida sobre la protección de frutos de café.

En el primer semestre de 2014, en la Estación Central Experimental Naranjal, en un lote de café Variedad Castillo® de 2 años, sembrado a 2 x 1 m y frutos con un desarrollo de 120 días, se estudiaron diferentes concentraciones y su efecto sobre la protección de las almendras a través del tiempo. Fueron evaluadas las concentraciones de 4 y 5 cm³.L⁻¹, durante ocho tiempos de liberación de brocas: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 75 y 90 días después de la aplicación del producto; como comparativos se tuvieron 6 cm³.L⁻¹ y un testigo absoluto (agua, 0 cm³.L⁻¹). La metodología de infestación y aplicación de las concentraciones fue similar a la descrita en la evaluación de protección de almendras

y la duración de control cuando se aplica antes del ataque de la broca.

Se encontró que las concentraciones de 4, 5 y 6 cm³.L⁻¹ protegieron alrededor del 95% de las almendras de los frutos de café hasta 20 días después de la aspersión. Posteriormente, este nivel de protección disminuyó a valores cercanos de 70% hasta el día 60 (Figura 8).

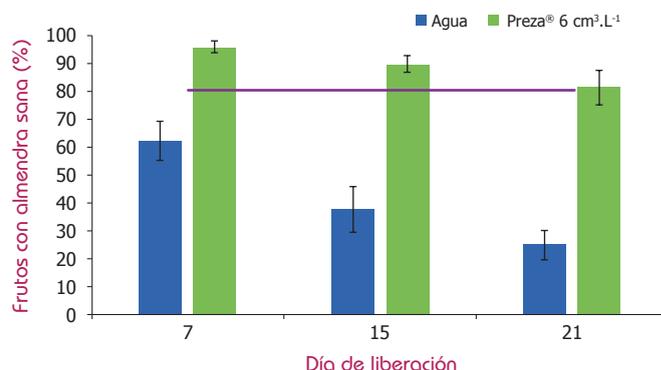


Figura 7. Porcentaje de frutos con almendras sanas luego de una aplicación y posterior liberación de brocas en tres tiempos. Límites de confianza al 95%. Evaluación a los 10 días de cada liberación. Estación Experimental La Catalina, 2011.

Preza® en concentración de 6 cm³.L⁻¹ ofrece protección superior al 90% durante los primeros 15 días y mayor de 80% hasta el día 21.

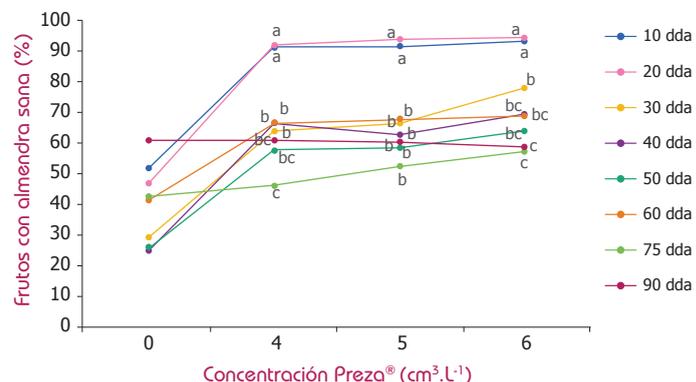


Figura 8. Comparación del porcentaje de frutos con almendra sana en cada concentración para los días de liberación después de la aplicación (dda). Letras diferentes en las líneas de cada concentración indican que hay diferencias entre los tratamientos (Prueba de Tukey, p<0,05). Estación Central Naranjal, 2014.

Preza® protege más del 90% de las almendras de café en concentraciones entre 4 y 6 cm³.L⁻¹, durante los primeros 20 días. Así mismo, ofrece una protección adicional hasta 60 días después de la aplicación en el campo.

muestra compuesta. El café cereza se benefició de manera tradicional y con el pergamino seco resultante se efectuó un análisis de calidad física, con esta información se obtuvo el porcentaje de café pergamino brocado por evento de recolección.

Los resultados muestran que el Manejo Integrado con las dos estrategias, permitió controlar la broca a niveles inferiores del 5% en el campo. Con la nueva estrategia, los porcentajes de almendras perforadas por broca en el café pergamino seco, fueron menores al 2% (Figuras 9 a 12).

Calidad de taza

Se evaluó la calidad en taza del café de dos parcelas, cada una con diferente manejo: 1) sin aspersión de insecticida y 2) aplicación del insecticida a 6 cm³.L⁻¹. Para tal fin, en las fincas El Agrado y La Bella, se tomó una muestra de 500 g de café en tres momentos durante la cosecha del primer semestre de 2014; las muestras se enviaron al Centro de Catación del Comité Departamental de Caldas, donde siguiendo el protocolo de la Asociación de Cafés Especiales de América (SCAA), se realizó el respectivo análisis sensorial cuantitativo (Tabla 4). El café proveniente de las parcelas aplicadas, comparado con el café de las parcelas sin aplicación, presentó el mismo puntaje total. No se registraron defectos ni sabor a “químico”, por lo que no hay evidencias de deterioro en la calidad de la bebida.

El uso de Preza® proporciona protección de las almendras en el campo y se reducen los niveles de café brocado en la cosecha. Ésta es una nueva opción de control químico en el Manejo Integrado de la Broca del Café.

Estudio de la acción insecticida con infestación natural en el campo.

Entre diciembre de 2012 y junio de 2014, se evaluaron diferentes estrategias de manejo de la broca del café, en dos localidades (Tabla 3) y para tres cosechas (2 mitacas y 1 principal). A continuación se presentan los resultados de dos estrategias: una nueva estrategia: Manejo Integrado de Broca (MIB) + Preza® (6 cm³.L⁻¹), comparada con la estrategia MIB + organofosforado a la concentración comercial (6 cm³.L⁻¹). En cada una de estas localidades se tomó un lote comercial de café Variedad Castillo® y se dividió en parcelas de similar extensión, las cuales contaban según la localidad, con un promedio de 1.583 a 1.800 plantas por parcela. La distribución de las estrategias en las parcelas se hizo de manera aleatoria. La aplicación de los insecticidas correspondió a los parámetros establecidos por el MIB, es decir, cuando los frutos tenían más de 120 días de desarrollo, cuando el nivel de infestación era igual o superior al 2% y en el momento en el cual el 50% o más de los adultos de broca estaban en posición A y B de penetración (Figura 3). Mensualmente, en cada parcela se tomaron aleatoriamente 60 árboles, y en la rama con mayor producción se registró el total de frutos y aquellos en donde la broca perforó hasta posición C y D, de este modo se evaluó el porcentaje de frutos con la almendra perforada por broca.

Adicionalmente, se determinó el daño por broca en el café pergamino seco, para ello, en tres momentos durante las épocas de cosecha, se recolectaron los frutos de 90 árboles por estrategia evaluada, con los cuales se conformó una

Tabla 3. Descripción de los lotes comerciales en donde se validó la nueva estrategia.

Localidad	Municipio (Departamento)	Altitud (m)	Fecha de renovación	Tipo de renovación	Distancia de siembra (m)
El Agrado	Pueblo Tapao (Quindío)	1.260	05/01/2010	Siembra	1,0 x 1,0
La Bella	Calarcá (Quindío)	1.449	29/09/2009	Siembra	1,0 x 1,1

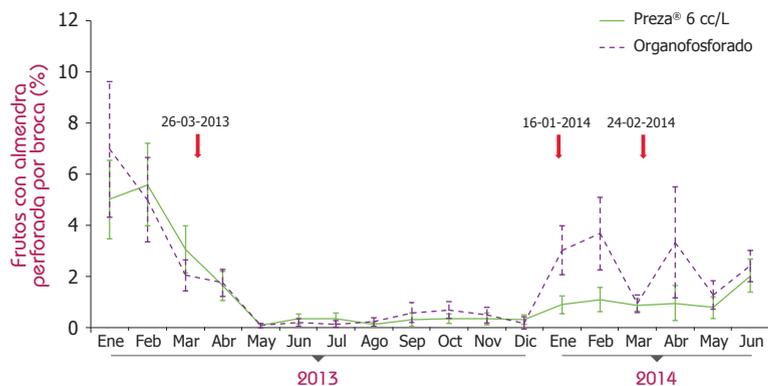


Figura 9. Porcentaje de frutos con almendra perforada por broca en el campo y fechas de aplicación (indicadas por las flechas). Límites de confianza al 95%. El Agrado, 2013 - 2014.

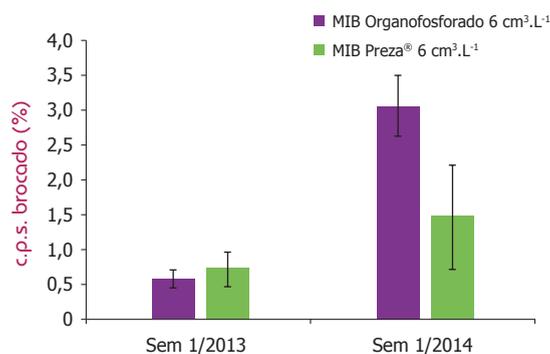


Figura 10. Porcentaje de café pergamino seco (c.p.s) brocado. Límites de confianza al 95%. El Agrado, 2013 - 2014.



Figura 11. Porcentaje de frutos con almendra perforada por broca en campo y fechas de aplicación (indicadas por las flechas). Límites de confianza al 95%. La Bella, 2013.

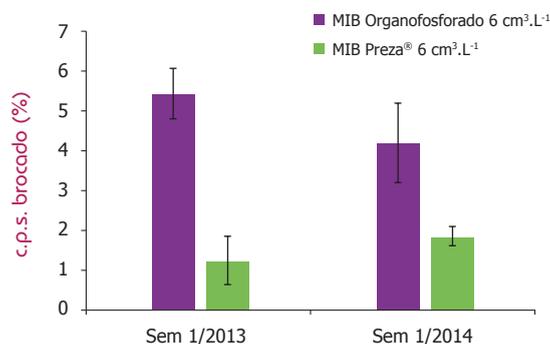


Figura 12. Porcentaje de café pergamino seco (c.p.s) brocado. Límites de confianza al 95%. La Bella, 2013 - 2014.

Tabla 4. Evaluación de la calidad de taza en cafés provenientes de lotes sin y con aplicación de Preza®.

Característica	Sin aplicación		Con aplicación	
	Promedio	€€	Promedio	€€
Fragancia	7,00	0,14	7,06	0,06
Sabor / Aroma	7,00	0,00	7,13	0,13
Sabor residual	6,90	0,23	7,19	0,06
Acidez	7,15	0,06	7,31	0,06
Cuerpo	7,05	0,15	7,19	0,06
Balance	8,30	0,06	7,94	0,06
Uniformidad	8,80	0,00	9,25	0,00
Taza limpia	10,00	0,00	10,00	0,00

Característica	Sin aplicación		Con aplicación	
	Promedio	€€	Promedio	€€
Dulzor	10,00	0,00	10,00	0,00
Puntaje del catador	7,10	0,10	7,25	0,10
Faltas totales	0,00	0,00	0,00	0,00
Puntaje total	79,30	0,44	80,31	0,12

EE: Error Estándar.

Al aplicar Preza® no se encontró efecto negativo sobre la calidad de la bebida.

Los resultados presentados en este Avance Técnico son experimentales. Para obtener los máximos resultados con la tecnología de Preza®, el agricultor debe implementar todas las prácticas culturales complementarias descritas en el Manejo Integrado de Broca.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a los colaboradores de las Estaciones Experimentales Naranjal, Paraguaquito y La Catalina, a los Comités Departamentales de Cafeteros del Quindío y Caldas, así como al Comité Técnico del proyecto CEN-678-2011 de Cenicafé y DuPont de Colombia.

Literatura citada

1. BENAVIDES M., P.; GIL P., Z.N.; GÓNGORA B., C.E.; ARCILA M., A. Manejo integrado de plagas. p 179-214. En: Cenicafé. Manual del Cafetero Colombiano: Investigación y Tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Manizales: FNC:Cenicafé, 2013. 3 vol.
2. BUSTILLO, P. A.E. 2006. Una revisión sobre la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), en Colombia. Artículo de revisión. Revista Colombiana de Entomología 32(2): 101-116.
3. DuPont™. 2010. Technical Data Sheet. DuPont™ Cyazypyr™ (DPX-HGW86) insecticide. 5 p.
4. CORDOVA, D; BENNER, E.A.; SACHER, M.D.; RAUH, J.J.; SOPA, J.S.; LAHM, G.P.; SELBY, T.P.; STEVENSON, T.M.; FLEXNER, L.; GUTTERIDGE, S.; RHOADES, D.F.; WU, L.; SMITH, R.M.; TAO, Y. 2006. Anthranilic diamides: A new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation. Pesticide Biochemistry and Physiology 84: 196-214.
5. LAHM, G.P.; CORDOVA, D.; BARRY, J.D. 2009. New and selective ryanodine receptor activators for insect control. Bioorganic & Medicinal Chemistry. Volume 17, Issue 2: 4127-4133.

Recomendaciones generales para la aplicación de Preza®

- ▶ Aplique este nuevo insecticida cuando los niveles de infestación en el campo alcancen el 2%, y el 50% de las brocas se encuentren en posición de penetración A o B.
- ▶ Utilice el insecticida durante el período crítico para el ataque de la broca (a partir de los 90 ó 120 días después de las floraciones principales, dependiendo de la zona).
- ▶ Realice una calibración previa del equipo de aplicación, buscando consumir el menor volumen posible de agua, pero que asegure una cobertura uniforme de la mezcla sobre los frutos. Calcule un volumen de aplicación por árbol de 50 cm³ de solución (agua + producto). Cafetales muy altos o muy productivos pueden requerir mayores volúmenes.
- ▶ Para aplicación con bomba de espalda utilice boquillas de cono hueco tipo TX3. Use preferiblemente boquillas de cerámica, verifique su estado cada 50 horas de uso y cámbielas si su deterioro afecta la calidad de la aspersión.
- ▶ Mantenga las demás prácticas de Manejo Integrado de la Broca: evalúe el porcentaje de infestación después de cada pase; mantenga una recolección oportuna y después de cada cosecha haga un repase; durante la renovación realice la cosecha sanitaria y deje árboles trampa; utilice control biológico con hongo en rotación con el control químico.
- ▶ Use equipo de protección personal: gafas o visor, mascarilla o respirador para vapores químicos, gorra con capucha, guantes de nitrilo, camisa y pantalón de manga larga u overol, botas de caucho.

Para evitar la selección de poblaciones de broca resistentes, debe **rotar** los productos insecticidas de acuerdo a sus modos de acción.

