

Avances Técnicos

Cenicafé
Centro Nacional de Investigaciones de Café

SEPTIEMBRE 2024

Arcila - Moreno, A. | Tole J.

Mira - Rada B.E. | Benavides - Machado P.

567

Isocycloseram, insecticida con nuevo modo de acción para el manejo integrado de la broca del café



Federación Nacional de
Cafeteros de Colombia

La broca del café es la plaga más importante de la caficultura colombiana, su presencia en toda la zona cafetera del país y el daño que causa por pérdida de peso del grano y deterioro de la calidad sensorial (Benavides et al., 2013), vulnera la economía de los caficultores. El manejo de esta plaga en Colombia se realiza en una estrategia de Manejo Integrado de Plagas "MIP", combinando medidas de control cultural y el uso de insecticidas de origen biológico, botánico o químico. Ante una mayor obligación de proteger al medio ambiente y al ser humano, hoy en día es necesario que los insecticidas de síntesis química de nueva generación aplicados en el momento oportuno, contribuyan con propiedades como menor toxicidad, disminución de la cantidad de ingrediente activo aplicado en el campo y la menor cantidad de residuos del insecticida en el grano de café de tal forma que no afecten la salud de los consumidores de la bebida.

Este Avance Técnico presenta algunas de las principales características de un insecticida de reciente desarrollo mundial, registrado en Colombia como Incipio® ante el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2024) y su evaluación para el control de la broca del café, formulado en una suspensión concentrada (SC) con su ingrediente activo isocycloseram, que corresponde a las isoxazolininas, una molécula que pertenece al grupo 30 de IRAC (Insecticide Resistance Action Committee, 2024). Este insecticida de amplio espectro, es una molécula lipofílica que actúa por contacto e ingestión; se adhiere a las capas cerosas de la cutícula y, una vez entra en contacto con la planta, solo el 2,0% de la molécula tiene la capacidad de atravesar la lámina foliar (Tabla 1).

Grupo insecticida de las isoxazolininas

Los insecticidas de este grupo actúan bloqueando los receptores de los neurotransmisores ácido gamma-aminobutírico (GABA) y del glutamato (en menor proporción), con lo cual, impiden la transmisión de impulsos nerviosos en los artrópodos, lo que resulta en hiperexcitación, convulsiones, parálisis y muerte (Syngenta, 2022); el sitio donde se acoplan

estas moléculas es diferente a donde actúan otros insecticidas como organoclorados y fenilpirazoles (Blythe et al., 2022; Ozoe et al., 2010). El insecticida ocasiona un cese de alimentación y la muerte ocurre de tres a siete días después del contacto o la ingestión. Isocycloseram no tiene resistencia cruzada con otros grupos químicos, por lo que es una herramienta para la rotación con otros insecticidas.

Situación frente a certificadoras de sellos sostenibles y códigos de conducta y países

Incipio® a la fecha, no tiene prohibiciones o restricciones de uso por certificadoras de sellos sostenibles, códigos de conducta o países compradores de café (Fairtrade International, 2019; Rainforest Alliance, 2024; Riedel, 2022).

Adicionalmente, en los últimos años, la normatividad colombiana ha prohibido el uso de algunas moléculas de uso corriente para el control de la broca, con lo cual, los caficultores colombianos tienen un limitado número de productos a usar; una nueva molécula insecticida aumenta las opciones para el manejo integrado de esta plaga.

En el laboratorio

Comprobación de la concentración con la que se obtiene un porcentaje de frutos con almendra sana igual o mayor al 80%.

En el año 2022 se evaluaron ocho concentraciones del insecticida isocycloseram (0,1 a 0,8 cm³ L⁻¹) en aplicación a frutos sanos, un día antes y un día después de la infestación de la broca, cuando estaba en posiciones A y B (Figura 1); además, se contó con un testigo comercial (clorpirifos a 6,0 cm³ L⁻¹) y un testigo absoluto (agua). A los diez días de tratados los frutos, se registró el porcentaje de frutos infestados en los que la broca no llegó a las posiciones C y D de infestación (Figura 2), por lo tanto, no hubo daño en las almendras.

Tabla 1. Incipio® presenta las siguientes características toxicológicas y destino ambiental.

| Toxicidad en mamíferos ¹ | Valores | Interpretación |
|---|----------------------------|------------------------------|
| Toxicidad oral aguda (rata) | >5.000 mg kg ⁻¹ | Bajo |
| Toxicidad dermal aguda (rata) | >5.000 mg kg ⁻¹ | Bajo |
| Irritación dermal (conejo) | -- | No irritante |
| Irritación ocular (conejo) | -- | No irritante |
| Sensibilización dermal (ratón) | -- | No tóxico |
| Destino ambiental ² | | |
| Degradación en suelo (DT ₅₀ típica) | 390 días | Muy persistente ³ |
| Volatilidad (presión de vapor a 20°C) | 6,2x10 ⁻³ mPa | Baja volatilidad |
| Ecotoxicología ² | | |
| Aves DL ₅₀ agua | >2.000 mg kg ⁻¹ | Bajo |
| Lombrices de tierra (<i>Eisenia foetida</i> Corr) CL ₅₀ aguda | >500 mg kg ⁻¹ | Moderado |
| Abejas (<i>Apis mellifera</i>) DL ₅₀ aguda | 0,26 µg por abeja | Alto ⁴ |
| Peces agua dulce (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) CL ₅₀ aguda | 0,13 mg L ⁻¹ | Moderado |
| Invertebrados acuáticos (<i>Daphnia magna</i>) CE ₅₀ aguda | 0,017 mg L ⁻¹ | Alto |
| Plantas acuáticas (<i>Lemna gibba</i>) CE ₅₀ aguda | 1,2 mg L ⁻¹ | Moderado |

¹ Fuente: Syngenta (2021).

² Fuente: Lewis et al (2016, 2024).

³ A pesar de que la Tabla 1 indica que tiene persistencia en el suelo, el extenso conjunto de datos de comportamiento ambiental en los estudios realizados por Syngenta demuestra que, en condiciones de campo, se degrada fácilmente y no se acumula con el tiempo, y no representa una preocupación ambiental significativa en este compartimiento cuando se utiliza siguiendo las buenas prácticas de uso recomendadas.

⁴ Abejas e invertebrados acuáticos: Aunque la Tabla 1 muestra una toxicidad "alta" para las abejas y los invertebrados acuáticos, el cumplimiento de las buenas prácticas de uso, como respetar las dosis recomendadas, los períodos de aplicación y las medidas de mitigación, puede respaldar un uso seguro de acuerdo con la etiqueta. Las precauciones adecuadas de uso pueden minimizar el riesgo para estos organismos.

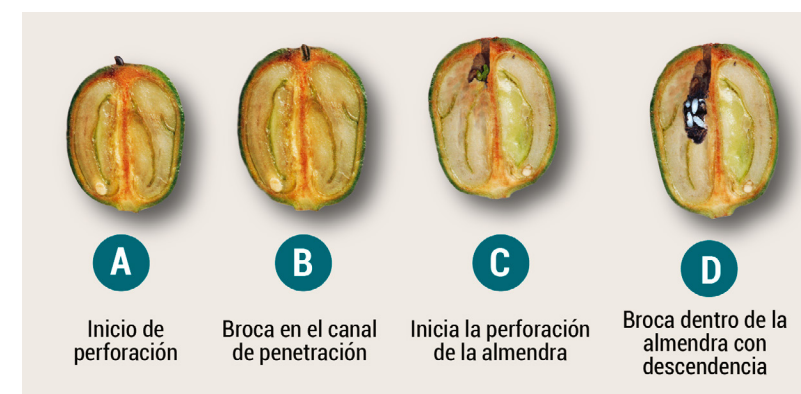


Figura 1. Posiciones de penetración de la broca en frutos de café.

La prueba de contraste de medias de Dunnett indicó que todos los tratamientos son estadísticamente diferentes al testigo absoluto (agua), con este resultado se asegura que las concentraciones evaluadas de isocycloseram y clorpirifos tuvieron un efecto sobre el porcentaje de frutos con almendra sana, en ambas condiciones de aplicación de los productos. De la misma forma, los resultados de comparación con el clorpirifos mostraron que el porcentaje de frutos con almendra sana en la condición de aplicación de producto antes de la infestación, no muestran diferencias estadísticas significativas con respecto a clorpirifos y concentraciones de isocycloseram mayores a $0,5 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ (Figura 2A). Mientras que al asperjar los granos después de la infestación, todas las concentraciones de isocycloseram se comportaron igual entre sí y no presentan diferencias estadísticas significativas con respecto a clorpirifos en concentraciones mayores a $0,1 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ (Figura 2B).

En el campo

La investigación se realizó en el año 2023, en la Estación Experimental Naranjal (Chinchiná, Caldas), a $04^{\circ}59'$ de latitud Norte, $75^{\circ}35'$ de longitud Oeste, altitud de 1.400 m, temperatura media de $20,7^{\circ}\text{C}$, precipitación media anual de 2.560 mm, en lotes comerciales de variedad Cenicafé 1 de segunda cosecha, sembrados a una densidad de 7.143 árboles/ha.

Determinación de la concentración comercial que protege las almendras cuando se aplica sobre frutos infestados en posición A y B de penetración

Se evaluaron tres concentraciones de isocycloseram: $0,5$ - $0,6$ y $0,7 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ de agua, con un testigo comercial (cyantraniliprole a $6,0 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ de agua) y un testigo absoluto (agua). Usando el método de mangas entomológicas, se seleccionaron ramas con 50 frutos sanos, entre 120 y 200 días de desarrollo, infestadas con 150 brocas hembras recién emergidas. Un día después, cuando se comprobó una infestación mayor a 70%, se aplicaron las distintas concentraciones del insecticida así como los testigos. Para la aspersion se utilizó un equipo motorizado de espalda y boquilla TX3, que garantiza

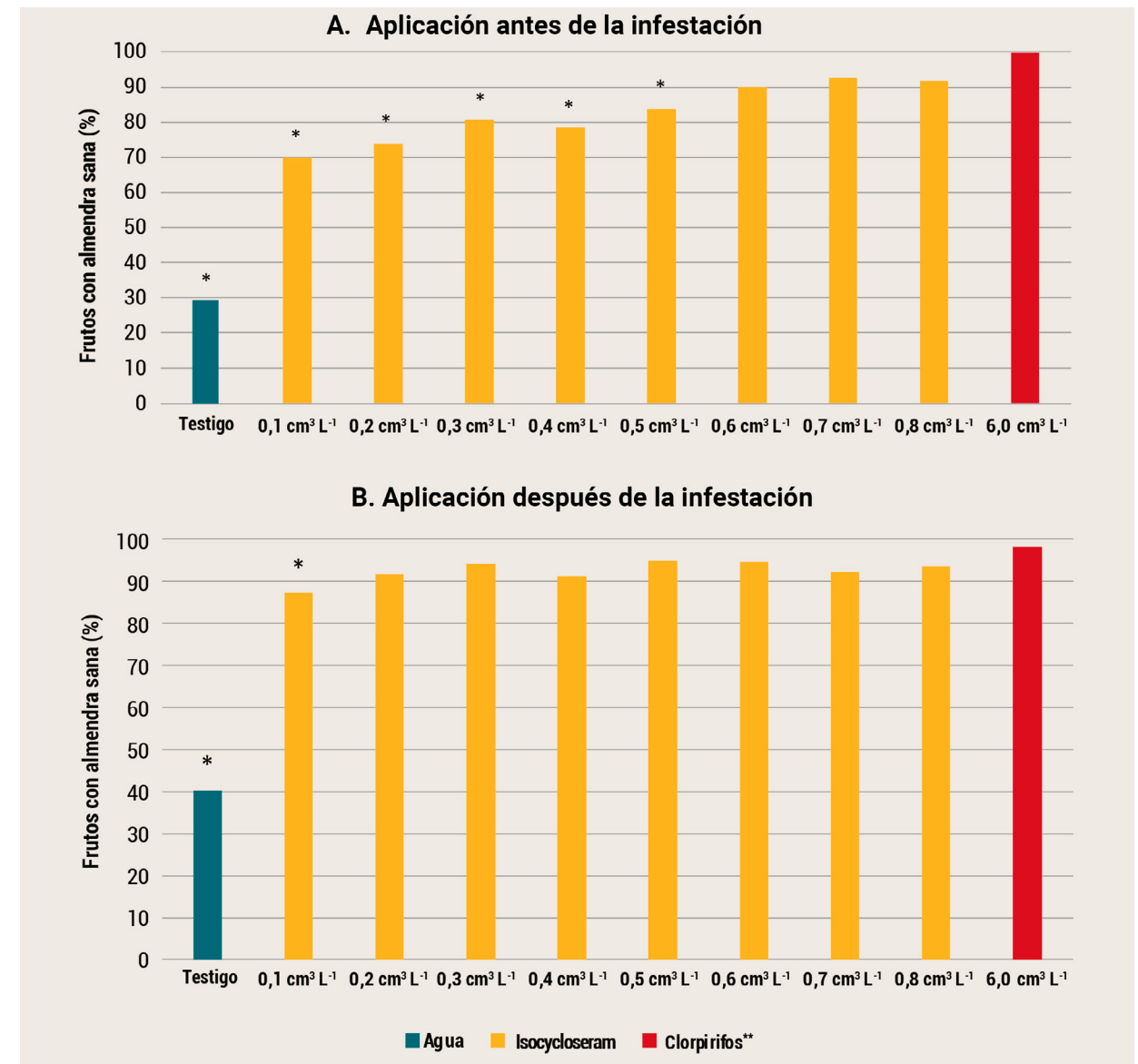
un tamaño de gota y cubrimiento adecuados (aproximadamente 260 L ha^{-1}). La evaluación se hizo 14 días después de la aplicación. La información registrada fue similar a la tomada en la etapa anterior.

Los resultados son consistentes con lo hallado en el laboratorio. Al analizar el porcentaje de frutos con almendra sana (Figura 3), se encontró que las tres concentraciones de isocycloseram fueron estadísticamente iguales entre sí y con el testigo comercial (cyantraniliprole), con lo cual, el porcentaje de protección de las almendras fue superior al 90%. Se confirmó que la concentración mínima eficaz en el campo de isocycloseram es $0,5 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$.

Evaluación de la duración del control cuando se aplica el producto antes del ataque de la broca y su capacidad de proteger las almendras de café

El estudio se hizo liberando brocas a los 1, 7, 15 y 21 días después de la aplicación de isocycloseram a una concentración de $0,5 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$, comparándolo con un testigo comercial (cyantraniliprole a $6,0 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$) y un testigo absoluto (agua). Inicialmente se asperjaron árboles con frutos de más de 150 días de desarrollo. Para las infestaciones, siguiendo la metodología de mangas entomológicas, se tomaron ramas con 50 frutos sanos y se liberaron 100 brocas recién emergidas por rama; 14 días después de cada infestación, se cortaron los frutos y se llevaron al laboratorio para evaluación. No se encontraron diferencias entre isocycloseram y el testigo comercial a través del tiempo para la variable porcentaje de frutos con almendra sana (Figura 4).

En conclusión, los resultados mostraron que isocycloseram en la concentración de $0,5 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$, ofrece una protección de las almendras entre 80% y 90% hasta los 21 días después de la aplicación.



Nota: algunas brocas presentaron parálisis casi total en su movilidad o movimientos erráticos al momento de la evaluación (diez días después del tratamiento), siendo registradas estas brocas como muertas por cuanto se considera que no tienen recuperación y no van a producir daño en las almendras.

* Para cada condición de aplicación del producto, indica tratamientos con respuesta estadísticamente diferente al testigo comercial según prueba de contraste de medias Dunnett ($\alpha=0,05$).

** El clorpirifos fue utilizado como testigo y actualmente está prohibido su uso en café.

Figura 2. Porcentaje de frutos con almendra sana a los 10 días de la aplicación de concentraciones de isocycloseram (Cenicafé, 2022).

Monitoreo de residuos de isocycloseram en café verde

Se realizaron pruebas en café maduro cosechado después de la aplicación, guardando el período de carencia (21 días), con el objetivo de determinar la

presencia de residuos del producto en café verde. Los resultados mostraron que no se presentaron residuos, iguales o superiores al límite máximo de 0,01 ppm. Por lo tanto, bajo las condiciones del estudio, la aplicación de isocycloseram es segura sobre la inocuidad del grano verde.

Familias caficultoras

Ventajas de Incipio®

- Tiene acción por contacto e ingestión.
- Cuando se aplica sobre frutos recién infestados por broca, brinda una protección a las almendras superior al 90% a partir de una concentración de $0,5 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ de agua.
- En concentración de $0,5 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ ofrece protección de las almendras de café superior al 80% durante los primeros 21 días.
- Un buen manejo en las aplicaciones de isocycloseram asegura que no habrá residuos del insecticida en las almendras que afecten la inocuidad de la bebida.

Recomendaciones generales para la aplicación de Incipio®

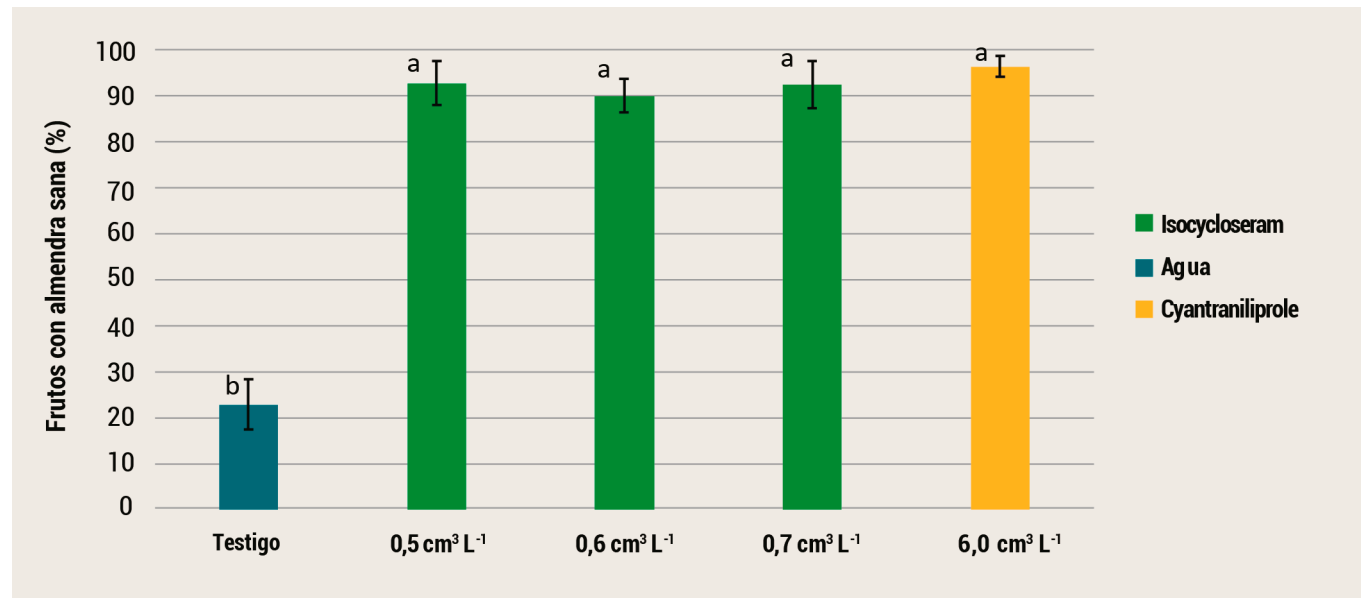


Figura 3. Porcentaje de frutos con almendra sana, 14 días después de la aplicación de diferentes concentraciones de isocycloseram. Límites de confianza al 95%. Estación Experimental Naranjal, 2023.

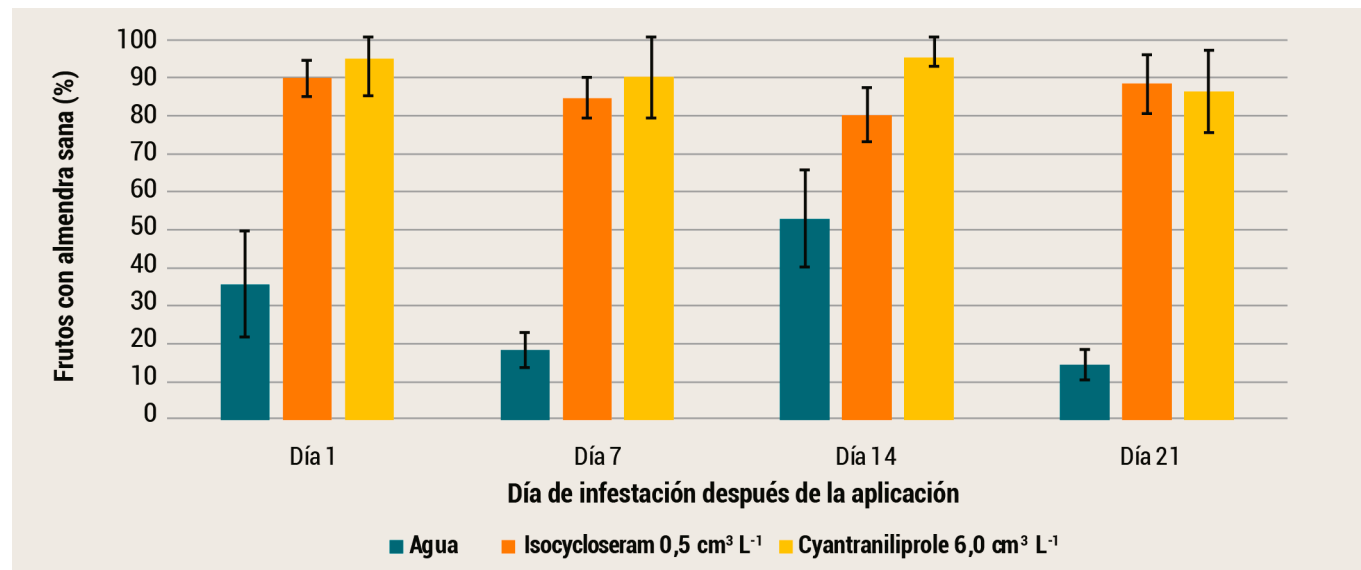



Figura 4. Porcentaje de frutos con almendra sana a 14 días de la infestación de broca realizada en diferentes momentos después de una aplicación de isocycloseram. Límites de confianza al 95%. Estación Experimental Naranjal, 2023.

Literatura citada


- Benavides Machado, P., Gil-Palacio, Z. N., Constantino Chuaire, L. M., Villegas Garcia, C., & Giraldo-Jaramillo, M. (2013). Plagas del café: Broca, minador, cochinillas harinosas, araña roja y monalónion. En Federación Nacional de Cafeteros (Ed.), *Manual cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura* (Vol. 2, pp. 215–260). https://doi.org/10.38141/cenbook0026_24
- Blythe, J., Earley, F. G. P., Piekarska-Hack, K., Firth, L., Bristow, J., Hirst, E. A., Goodchild, J. A., Hillesheim, E., & Crossthwaite, A. J. (2022). The mode of action of isocycloseram: A novel isoxazoline insecticide. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 187, 105217. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2022.105217>
- Fairtrade International. (2019). *Criterio de comercio justo Fairtrade para organizaciones de pequeños productores. Versión 03.04.2019_v2.8* (p. 80). https://files.fairtrade.net/standards/SPO_SP.pdf
- Insecticide Resistance Action Committee. (2024). *Mode of action classification scheme. Versión 11.2* (p. 42). IRAC. <https://irac-online.org/documents/moa-classification/>
- Instituto Colombiano Agropecuario ICA. (2024). *Listado de registros nacionales de plaguicidas químicos de uso en Colombia. Registros Nacionales Plaguicidas* (p. 140). ICA. https://www.ica.gov.co/getdoc/4f5eba46-6f63-4fe1-a63a-5397da9797b4/9-bd_registros-nacionales-plaguicidas_30-de-abril.aspx
- Lewis, K. A., Tzilivakis, J., Warner, D. J., & Green, A. (2016). An international database for pesticide risk assessments and management. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 22(4), 1050–1064. <https://doi.org/10.1080/10807039.2015.1133242>
- Lewis, K. A., Tzilivakis, J., Warner, D. J., & Green, A. (2024). Isocycloseram (Ref: SYN547407) [Dataset]. PPDB: Pesticide Properties DataBase. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/3194.htm>
- Ozoe, Y., Asahi, M., Ozoe, F., Nakahira, K., & Mita, T. (2010). The antiparasitic isoxazoline A1443 is a potent blocker of insect ligand-gated chloride channels. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 391(1), 744–749. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2009.11.131>
- Rainforest Alliance. (2024). *Annex Chapter 4: Farming Document SA-S-SD-22 Version 1.1 English* (p.28). Rainforest Alliance. <https://www.rainforest-alliance.org/resource-item/annex-chapter-4-farming/>
- Riedel, S. (2022). *4C Pesticide Lists. Version 4.1* (p.14). https://www.4c-services.org/wp-content/uploads/2023/03/11.01.2023_4C-Pesticide-Lists.pdf
- Syngenta. (2021). *Hoja de datos de seguridad. Incipio. Versión 3* (p. 15). Syngenta. <https://www.syngenta.com.co/media/5266/download>
- Syngenta. (2022). *Incipio Plinazolin® Technology* (p. 5). https://www.syngenta.com.co/sites/g/files/kgtny501/files/media/document/2023/10/11/incipio_ficha_tecnica_13sep2022-2.pdf

Autores

Aníbal Arcila Moreno 
Asistente de Investigación. Disciplina de Entomología.
<https://orcid.org/0000-0002-4276-0521>

Javier Tole
Coordinador R&D Colombia y Venezuela.
Syngenta de Colombia

Beatriz Eugenia Mira Rada 
Asistente de Investigación. Disciplina de Biometría
<https://orcid.org/0000-0001-5683-7190>

Pablo Benavides Machado 
Investigador Científico III. Disciplina de Entomología.
<https://orcid.org/0000-0003-2227-4232>

Centro Nacional de Investigaciones de Café.
Cenicafé

DOI (Digital Object Identifier)
<https://doi.org/10.38141/10779/0567>



Edición

Sandra Milena Marín López

Fotografías

Archivo Cenicafé

Diagramación

Carmenza Bacca Ramírez

Imprenta

Gerencia Técnica Fondo Nacional del Café

Cenicafé
Centro Nacional de Investigaciones de Café



ISSN-0120-0178
ISSN-2145-3691 (En línea)

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. (606) 8500707
www.cenicafe.org



Licencia Creative Commons CC de Atribución - sin derivar - no comercial por la que este material puede ser distribuido, copiado y exhibido por terceros solo si se muestra en los créditos. No se puede realizar obras derivadas y no se puede obtener ningún beneficio comercial.