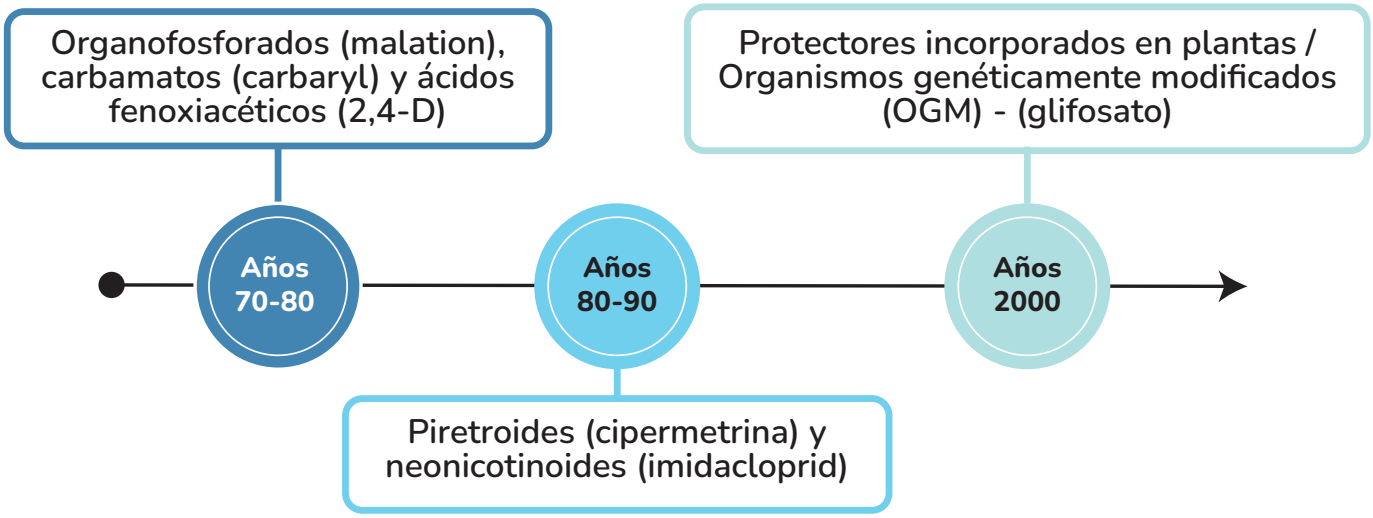
Desarrollo de moléculas plaguicidas: Caso isocycloseram

La búsqueda de estrategias para el control de plagas ha estado presente en el desarrollo de la agricultura desde sus orígenes. Con la aparición y expansión comercial de los plaguicidas químicos sintéticos durante la época de la Segunda Guerra Mundial, aumentaron rápidamente tanto la diversidad de clases químicas como el número de compuestos disponibles para la protección de los cultivos.

La demanda permanente de una mayor eficiencia productiva y la experiencia acumulada del uso de distintas generaciones de productos conforme a su evolución tecnológica han permitido, de manera continua, identificar áreas de mejora; entre ellas, el desarrollo de nuevos modos de acción para el manejo de la resistencia de las plagas, una mayor eficacia con dosis más bajas, mayor seguridad con compuestos de rápida degradación y menor persistencia en el ambiente, mayor selectividad sobre los organismos objetivo y el uso de sustancias derivadas de productos naturales (Shaw, 2026 y Umetsu, 2026).

Gráfica 1. Moléculas plaguicidas dominantes en el mercado



Fuente: elaboración propia con base en Shaw (2026) y SPEX CertiPrep Group (2016).

En la última década, más de 156 plaguicidas químicos se han lanzado al mercado o están bajo investigación. Para el caso de los insecticidas, Umetsu (2026) señala los cuatro grandes grupos que concentran las tendencias recientes de su desarrollo:

- **Insecticidas nicotínicos.** Actúan interrumpiendo las señales sobre los receptores nicotínicos de acetilcolina (nAChR), un blanco del sistema nervioso de los insectos. Frente a los neonicotinoides tradicionales, presentan diferencias en el sitio específico y la forma de interacción molecular. Entre las tendencias más recientes se encuentran moléculas de origen peptídico, como el derivado del veneno de araña. Clasificado en el **Grupo 32** del Comité de Acción contra la Resistencia a los Insecticidas (**IRAC** [por sus siglas en inglés], 2026).
- **Diamidas.** Actúan sobre los receptores de rianodina, involucrados en la regulación de la liberación de calcio en las células musculares. Su principal novedad radica en la incorporación de una nueva diana (objetivo) fisiológica. Corresponden al **Grupo 28 del IRAC**.
- **Moduladores alostéricos de los canales de cloro regulados por GABA.** Interfieren en el funcionamiento del sistema nervioso de los insectos mediante un sitio de acción diferente al de otros insecticidas que actúan sobre estos mismos canales neurológicos. Corresponden al **Grupo 30 del IRAC**.

- **Moduladores del comportamiento de insectos o reguladores de crecimiento.** Por la diversidad de mecanismos involucrados, la clasificación del IRAC no los incluye.

A continuación, se presentan las particularidades de una molécula perteneciente a una de estas tendencias recientes en el desarrollo de insecticidas: el **isocycloseram**, del **Grupo 30 del IRAC.**

Tabla 1. Características principales de la molécula isocycloseram

Característica	Descripción
Familia química	Isoxazolina Grupo 30: reciente optimización estructural con indicadores de selectividad sobre objetivos.
Modo de acción	Al actuar en otro sitio receptor de los canales de cloro regulados por ácido gamma-aminobutírico (GABA), diferentes a los de las moléculas del Grupo 2 del IRAC, es relevante en las estrategias de rotación entre mecanismos diferentes, en los planes de manejo integrado de plagas; puede interactuar contra múltiples insectos objetivo. Altera la transmisión nerviosa provocando sobre estimulación muscular, convulsiones y parálisis en los organismos objetivo.
Productos registrados en Colombia y año de registro	Incipio® (2022) Vykenda® (2023) Verdavis ZC (2025), en mezcla con lambdacihalotrina. Tecnología Plinazolin, marca de Syngenta.
Cultivos y blancos biológicos	Se reporta su registro para café, cítricos, tomate, palma de aceite y ornamentales, incluidos crisantemos y rosas. Entre las plagas objetivo, se encuentran la broca del café, ácaros, pasador del fruto, minadores, trips, caracha o negrita, y chinches de encaje.
Dosis reportadas	100-300 cm^3/ha, según el producto, el cultivo y la plaga objetivo.
categoría toxicológica	IV (ligeramente peligroso).

Fuente: elaboración propia, con base en el IRAC (2026), el ICA (2026) y Zhang (2026).

El isocycloseram presenta actividad insecticida y acaricida, y actúa por contacto e ingestión contra un amplio espectro de plagas, incluidos insectos de los órdenes *Lepidoptera*, *Hemiptera*, *Coleoptera*, *Thysanoptera* y *Diptera*, así como ácaros (*Acari*). Su nombre común internacional (ISO, por sus siglas en inglés) fue asignado en junio de 2018. Argentina fue el primer país en comercializar esta molécula en 2022 y, posteriormente, se incorporó al mercado de otros países; entre ellos, Brasil, Corea del Sur, India, Australia y Estados Unidos (Umetsu, 2026). Se comercializa en diversas formulaciones y modalidades de aplicación, incluidos tratamientos de semillas, aplicaciones foliares y aplicaciones al suelo.

En Estados Unidos, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) autorizó en noviembre de 2025 el registro de diez productos que contienen isocycloseram. Sus usos abarcan cultivos como algodón, papa, maíz y soya, además de cítricos y hortalizas, así como aplicaciones contra plagas urbanas, entre ellas, cucarachas, termitas y chinches. La variedad de usos autorizados responde a las solicitudes de registro presentadas por las empresas y a las evaluaciones regulatorias correspondientes, por lo que las diferencias frente a los usos registrados en Colombia deben interpretarse en función de las solicitudes y las condiciones de aprobación establecidas en cada país.

La decisión de la EPA se sustentó en que no se encontraron riesgos para la salud humana cuando los productos se utilizan conforme a las etiquetas autorizadas; así como en evaluaciones de riesgo ambiental y riesgo sobre especies protegidas. Sin embargo, identificó posibles efectos sobre insectos polinizadores asociados con aplicaciones por aspersión y sobre invertebrados acuáticos por aplicaciones localizadas, los tratamientos de semillas y las aplicaciones al suelo. Asimismo, señaló riesgos crónicos para aves y mamíferos por la ingestión de semillas de colza tratadas. Para reducir estos riesgos, estableció medidas de manejo que incluyen restricciones a las aplicaciones durante la lluvia o en suelos saturados, limitaciones a la aplicación aérea y medidas para reducir la deriva y la exposición de organismos no objetivo, las cuales contemplan precauciones relacionadas con los horarios y las temporadas de mayor actividad de los polinizadores.

Por su parte, en Colombia, Cenicafé reportó en 2024 el uso de isocycloseram para el control de la broca del café mediante una formulación en suspensión concentrada. Esta molécula se presenta como una alternativa de nueva generación que busca reducir los residuos de insecticidas en grano. Según la información reportada, su formulación favorece la adherencia a las capas cerosas de la cutícula vegetal y, una vez entra en contacto con la planta, solo el 2 % de la molécula logra atravesar la lámina foliar.

Tabla 2. Características toxicológicas y destino ambiental del producto Incipio

Destino ambiental	**Valores**	**Interpretación**
Degradación en suelo (DT50 típica)	390 días	Muy persistente
Volatilidad (presión de vapor a 20 °C)	$6{,}2 \times 10^{-3}$ mPa	Baja volatilidad
Ecotoxicología	**Valores**	**Interpretación**
Aves DL50 agua	>2.000 mg kg^{-1}	Bajo
Lombrices de tierra (*Eisenia foetida* Corr) CL_{50} aguda	>500 mg kg^{-1}	Moderado
Abejas (*Apis mellifera*) DL50 aguda	0,26 µg por abeja	Alto
Peces agua dulce (*Oncorhynchus mykiss*) CL_{50} aguda	0,13 mg L^{-1}	Moderado
Invertebrados acuáticos (*Dafnia magna*) CE_{50} aguda	0,017 mg L^{-1}	Alto
Plantas acuáticas (*Lemna gibba*) CE_{50} aguda	1,2 mg L^{-1}	Moderado

Fuente: Arcila (2024), a partir de otras fuentes.

En cuanto a su eficacia, se reporta el efecto insecticida entre tres y siete días después del contacto o la ingestión. Asimismo, no se ha identificado resistencia cruzada con otros grupos químicos; característica que favorece su consideración en programas de rotación de insecticidas. Su incorporación también representa una alternativa ante la limitada oferta de moléculas de uso frecuente y las prohibiciones recientes de algunos ingredientes activos en Colombia, como el clorpirifos, usado tradicionalmente para el control de la broca.

En pruebas comparativas de desempeño realizadas por Cenicafé, se utilizó la prueba de contraste de medias de Dunnett para comparar el efecto de diferentes concentraciones de isocycloseram con clorpirifos. En las aplicaciones realizadas antes de la infestación, el porcentaje de frutos con almendra sana no presentó diferencias estadísticamente significativas frente al tratamiento con clorpirifos a 6 cm^3/L cuando se utilizaron concentraciones de isocycloseram superiores a 0,5 cm^3/L. En las aplicaciones posteriores a la infestación, con concentraciones de isocycloseram superiores a 0,1 cm^3/L, presentaron resultados estadísticamente similares entre sí y no mostraron diferencias significativas frente al tratamiento con clorpirifos.

El estudio concluyó que isocycloseram en la concentración mínima eficaz en campo, de 0,5 cm^3/L, ofrece una protección de las almendras entre 80 % y 90 % hasta los 21 días después de la aplicación. Con ese período de carencia, el café verde no presenta residuos iguales o superiores al límite máximo de 0,01 partes por millón, en las condiciones del estudio.

Finalmente, según la información consultada, a la fecha del reporte, no se identificaban restricciones de uso ni prohibiciones relacionadas con el isocycloseram por parte de los modelos de certificación de sistemas productivos sostenibles, códigos de conducta o requerimientos de países compradores de café. Esta conclusión debe interpretarse en el contexto de las fuentes y la fecha evaluadas, dado que las listas de sustancias restringidas y los requisitos de los mercados internacionales pueden actualizarse.

Referencias

Arcila, A., Tole, J., Mira, B. y Benavides, P. (2024). Isocycloseram, insecticida con nuevo modo de acción para el manejo integrado de la broca del café. Avances Técnicos Cenicafé, 567, 1-8. https://doi.org/10.38141/10779/0567

EPA. (2025). EPA Announces Final Registration of New Pesticide Isocycloseram. https://n9.cl/0am23

ICA. (2026). Reporte plaguicidas químicos de uso agrícola. https://n9.cl/b50yb

IRAC. (2026). Mode of action classification scheme. https://n9.cl/0h3jya

Shaw, R. (2026, febrero 17). Evolution of Agricultural Insecticides on Agronomic Crops: 1940–2026 and Beyond. AgriThority: https://n9.cl/cg83o

SPEX CertiPrep Group. (2016, octubre). The Evolution of Chemical Pesticides. Thermo Fisher Scientific Inc.: https://n9.cl/55cyd

Umetsu, N. y Shirai Y. (2026). A comprehensive review of new pesticides developed between 2015 and 2025. J. Pestic Sci. 51(1): 1-43. https://n9.cl/7vmrv

Zhang, T., Li, Q., Peng, Y., Hu, D., y Zhang, J. (2026). Isoxazole Derivatives: Progress and Perspectives in Agrochemical Discover. Advanced Agrochem. https://doi.org/10.1016/j.aac.2026.10.001

Responsables

Profesional especializada:
Liliana Cecilia Martínez

Equipo temático:
Karen Nathaly Ariza
Angélica María Sabogal
Carlos Arturo Téllez

Diseño y diagramación:
Constanza Rodríguez Ramírez

Corrección de estilo:
Óscar Enrique Alfonso

Visita
upra.gov.co
para más información sobre el sector agropecuario.