

## Alternativas de manejo integrado de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) en el cultivo de café

Alternatives for integrated management of *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) in coffee crop

**Rubén Collantes-González<sup>1, 2\*</sup>, Karina Castro<sup>3</sup>, Esteban Sánchez-González<sup>3</sup>**

1 Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Estación Experimental de Cerro Punta – Chiriquí, Panamá.


2 Universidad Tecnológica OTEIMA, Sede David – Chiriquí, Panamá.

3 IDIAP, Estación Experimental de Río Sereno – Chiriquí, Panamá.

Correo: \*[rdcg31@hotmail.com](mailto:rdcg31@hotmail.com)

R. Collantes:  <https://orcid.org/0000-0002-6094-5458>

K. Castro:  <https://orcid.org/0009-0009-1782-3728>

E. Sánchez-González:  <https://orcid.org/0009-0002-1512-5511>

---

### RESUMEN

El minador de hojas *Leucoptera (Perileucoptera) coffeella* (Guérin-Ménéville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae), es una de las principales plagas insectiles que afectan al cultivo del café, el cual es un rubro estratégico para la sostenibilidad de los agroecosistemas productivos en los aspectos social, económico y ambiental. El presente documento es una revisión sistemática sobre este insecto, abordando temas de interés como la clasificación taxonómica, principales caracteres de diagnóstico y alternativas de manejo integrado de la plaga (MIP), que pueden implementarse para reducir los potenciales daños de la misma en el cultivo; que van desde el control cultural, control biológico, control etológico y control químico. Para ello, se consultó más de 50 documentos especializados, teniendo como criterios de selección que hayan sido generados principalmente durante los últimos 10 años y que guarden relación con la temática del presente escrito. Entre aspectos importantes a considerar dentro de las estrategias de MIP para *L. coffeella*, se tienen: i) Utilizar trampas con feromonas para el monitoreo y control de la plaga; ii) Labores culturales como el manejo de la cobertura vegetal y la poda sanitaria en el cafetal; iii) Uso racional de insecticidas sintéticos y la posible aplicación de insecticidas de origen botánico para prevenir impactos negativos en la biota funcional benéfica y favorecer los factores naturales de mortalidad de la plaga; iv) Estudiar los factores climáticos que favorecen las condiciones de desarrollo del insecto, más aún frente al cambio climático; v) Utilizar cultivares resistentes a *L. coffeella* y otros problemas fitosanitarios del cultivo.

**Palabras clave:** Cambio climático, minador de hojas, MIP, monitoreo, plaga.

### ABSTRACT

The leaf miner *Leucoptera (Perileucoptera) coffeella* (Guérin-Ménéville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae), is one of the main insect pests that affect coffee crop, which is strategic for the sustainability of productive agroecosystems in the social, economic and environmental aspects. This document is a systematic review of this insect, addressing topics of interest such as

taxonomic classification, main diagnostic characters and integrated pest management (IPM) alternatives, which can be implemented to reduce its potential damage to the crop; ranging from cultural control, biological control, ethological control and chemical control. To do this, more than 50 specialized documents were consulted, with the selection criteria being that they have been generated mainly during the last 10 years and that they are related to the topic of this work. Among important aspects to consider within IPM strategies for *L. coffeella* are: i) Use of traps with pheromones to monitoring and pest control; ii) Cultural labors such as management of vegetation cover and sanitary pruning in the coffee plantation; iii) Rational use of synthetic insecticides and the possible application of insecticides of botanical origin to prevent negative impacts on the beneficial functional biota and to favor the natural mortality factors of the pest; iv) Study of the climatic factors that favor the development conditions of the insect, even more so in the face of climate change; v) Use of cultivars resistant to *L. coffeella* and other phytosanitary problems of the crop.

**Keywords:** Climatic change, IPM, leaf miner, monitoring, pest.

ISSN.N°2708-9843

Recibido: 01 de abril de 2024

Aceptado para su publicación: 10 de agosto de 2024

---

## INTRODUCCIÓN

El café es uno de los rubros comerciales de mayor valor en el mundo desde la perspectiva sociocultural, económica, política y ambiental (Awoke, 2020). En el año 2020, el café generó USD 102 020 millones, pero el ataque de plagas en el cultivo puede ocasionar pérdidas significativas (Walerius et al., 2023). *Leucoptera (Perileucoptera) coffeella* (Guérin-Méneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae), conocido comúnmente como el minador de hojas del café, es junto con la broca *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), de las principales plagas insectiles del cultivo (Benavides Machado et al., 2013).

Las larvas de *L. coffeella* se alimentan de las hojas del café (tejido parenquimático), haciendo galerías en la lámina foliar y causando la defoliación ante una infestación abundante (Ramírez-Valerio y García-Jiménez, 2021). Aunque el control químico ha sido la principal alternativa de manejo utilizada contra este insecto, con el pasar del tiempo se ha vuelto poco eficiente por la

presión selectiva de poblaciones de la plaga resistentes a los insecticidas sintéticos (Martins Fanela et al., 2020).

Esto supone desafíos para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), propuestos por Naciones Unidas (2024); siendo el café un rubro estratégico para Panamá, dado que además de ser un producto reconocido internacionalmente (Briceño, 2023), brinda oportunidad de desarrollo empresarial en comunidades indígenas (Rodríguez, 2023), es ocupado en proyectos de reforestación en áreas sensitivas como la cuenca del Canal de Panamá (Collantes et al., 2021) y su consumo contribuye con la buena salud de las personas (Lara, 2022).

Recientemente en Río Sereno, una de las principales zonas productoras de café en la provincia de Chiriquí y sede del Proyecto de Investigación e Innovación para el mejoramiento de variedades de café (*Coffea arabica*) (IDIAP, 2022); se observaron infestaciones en el follaje causadas por el minador (Figura 1); asociado posiblemente

## *Alternativas de manejo integrado de Leucoptera coffeella (Lepidoptera: Lyonetiidae) en el cultivo de café*

a precipitaciones irregulares durante el primer trimestre del año 2024, coincidiendo con lo indicado por Giraldo-Jaramillo et al. (2024), de que lluvias asincrónicas y altas temperaturas pueden favorecer el surgimiento de la plaga.

Por lo expuesto, el objetivo del presente trabajo fue desarrollar una revisión sistemática sobre *Leucoptera coffeella*, abordando temas relevantes como su clasificación taxonómica y principales

caracteres de diagnóstico; así como las alternativas de manejo integrado de la plaga (MIP), que podrían ser implementadas en zonas afectadas por la polilla en Panamá. Estos aspectos comprenden el control cultural, control biológico, control etológico y control químico. Se consultaron más de 50 documentos especializados, teniendo como criterios de selección que hayan sido generados en su mayoría durante los últimos 10 años y que guarden relación con la temática de este trabajo.

### **Figura 1.**

*Daños por L. coffeella en hojas de café en Río Sereno, Chiriquí (Foto: V. Fuentes)*



## **CONTENIDO**

### **Origen, taxonomía, ciclo de vida y diagnóstico de *Leucoptera coffeella***

Dantas et al. (2021), refirieron que, aunque el origen de *L. coffeella* es África, es de

distribución cosmopolita (África, Asia y el Neotrópico) y su primer reporte como plaga ocurrió hace cerca de 180 años en plantaciones de café en las Antillas del

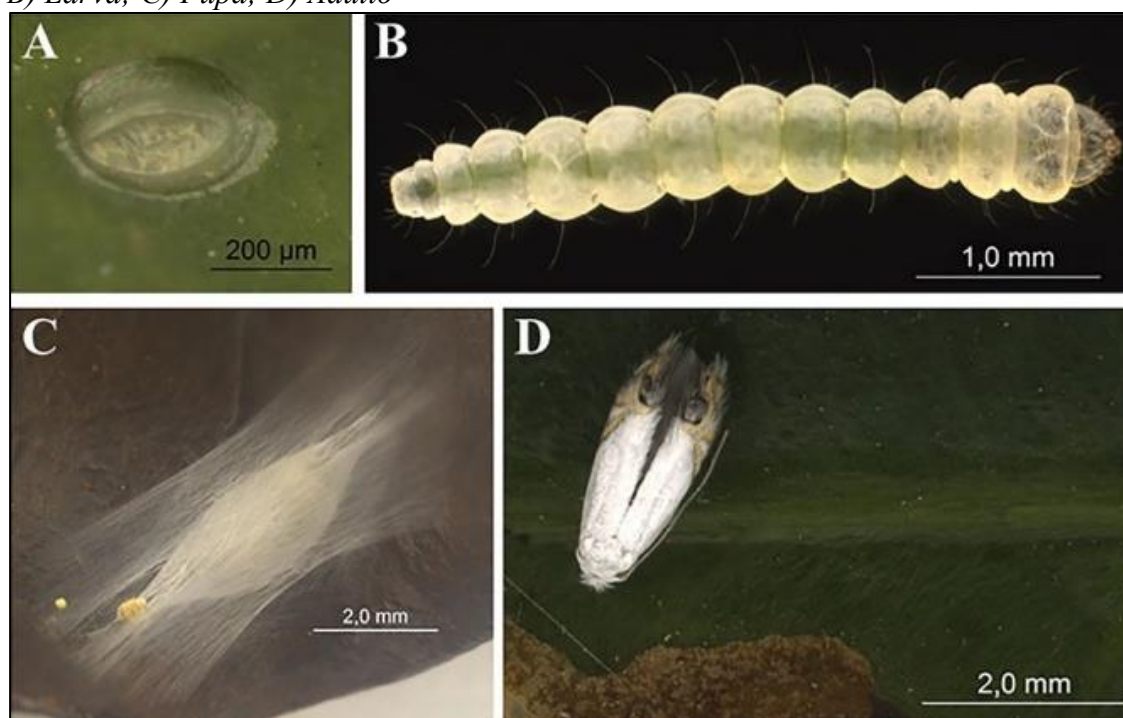
Caribe y luego durante el siglo XIX se encontró en Brasil, siendo plaga clave en cualquier parte que se desarrolle el cultivo, en especial en el bioma de sabana denominado Cerrado.

Dantas et al. (2021), también indicaron que, en principio, fue llamada *Elachista coffeella*, para luego ser ubicada en el género *Bucculatrix* (Stainton, 1858), de allí pasó a incluirse en el género *Cemistoma* (Stainton, 1861) y finalmente fue incluida en el género *Leucoptera* (Meyrick, 1895) y llamada *L. coffeella* por Lord Walsingham; tras lo cual se determinó que *Perileucoptera coffeella* es sinónimo.

Motta et al. (2021), ilustraron el ciclo de vida de la especie (Figura 2), la cual, según Bustillo (2021), dura de 5 a 7 días en estado de huevo, 14 días como larva y 7 días como pupa antes de llegar a la fase adulta. En condiciones de laboratorio ( $25 \pm 2^\circ \text{C}$  y  $70 \pm 10\% \text{HR}$ ), Giraldo Jaramillo y Postali Parra (2017), determinaron la duración del ciclo de vida de huevo a adulto en  $20,88 \pm 0,89$  días. En mayor detalle, Motta et al. (2021), indicaron que comprende cuatro estadios larvales, de los cuales lograron medir las cápsulas cefálicas en mm ( $1^{\text{er}}$   $0,14 \pm 0,03$ ;  $2^{\text{do}}$   $0,25 \pm 0,04$ ;  $3^{\text{ro}}$   $0,32 \pm 0,03$ ;  $4^{\text{to}}$   $0,42 \pm 0,03$ ) y observaron detalles morfológicos como setas primarias, propatas, crochets y la línea ecdisial de la cápsula cefálica.

### Figura 2.

Etapas del ciclo de vida de *Leucoptera coffeella*, adaptado de Dantas et al. (2021): A) Huevo; B) Larva; C) Pupa; D) Adulto



En cuanto a los adultos, SENASICA(2016), refirió que las polillas miden de 2 a 3 mm, con una expansión alar de hasta 4,3 mm; con un mechón de pelos largos y plateados en la región del vértex y los ojos; antenas largas y filiformes que llegan cerca del margen posterior de las alas anteriores, las

cuales poseen flecos de pelos grises en el borde posterior y una mancha negra brillante en la parte posterior e interna, rodeada por otra mancha de color amarillenta en forma de media luna, tres líneas amarillas transversales en el borde posterior y una línea que parte de la mancha

negra dirigida hacia arriba y hacia afuera. Patas con fórmula tarsal 5-5-5 y espinas tibiales con fórmula 0-2-4. Por su parte, Motta et al. (2021), estudiaron la genitalia de ambos sexos (machos: valvas, *bulbus ejaculatorius*, *gnathos* y *aedeagus*; hembras: ovipositor, esclerito y *corpus bursae*).

En complemento con los caracteres morfológicos que pueden ayudar a la identificación apropiada de la plaga, es necesario considerar el complementar dichos análisis con técnicas moleculares; como los datos disponibles en GenBank (SENASICA, 2016).

### **Control cultural y etológico de la plaga**

El punto de partida para implementar un plan MIP es observar características del manejo agronómico como el control de malezas, sombra del cafetal, edad y arreglo de la plantación; de allí corresponde la colecta de muestras foliares para su posterior análisis en el laboratorio y así determinar con mayor precisión el estadio de la plaga (Ramírez-Valerio y García-Jiménez, 2021).

SENASICA (2016), recomendó un distanciamiento apropiado entre plantas, sombra moderada y campos libres de malezas. En zonas productoras de *Coffea arabica* y *C. canephora* en Panamá, se suelen manejar densidades de siembra desde 800 hasta casi 3000 plantas por hectárea (en función del cultivar); como especies vegetales que proveen sombra, destacan el plátano (*Musa* spp.), la guaba (*Inga vera*), el palomo (*Citharexylum recurvatum*) y el cedro (*Cedrela odorata*), por mencionar algunos (Ábrego, 2012; Castillo et al., 2021; González y Gutiérrez, 2021). Este elemento destaca porque una mayor biodiversidad enriquece las interacciones tróficas y estas plantas pueden servir como refugio de fauna benéfica (Staver et al., 2001; Rosado et al., 2021).

La poda juega un papel importante en el control cultural, siendo recomendable realizarla en la sombra permanente y en partes afectadas de la planta de café, al inicio de la época lluviosa para disminuir posibles ataques de la plaga; además de cuidar una adecuada fertilización para garantizar plantas vigorosas y establecer barreras rompe viento en cafetales a orillas de camino, para proteger del polvo a los parasitoides de *L. coffeella* (Olortegui, 2012).

El control etológico mediante feromonas sexuales puede hacerse para monitorear con trampas tipo delta la presencia de la plaga o para saturar el ambiente con dichos compuestos y generar confusión en los machos, reduciendo la posibilidad de apareamiento (Constantino et al., 2011; SENASICA, 2016).

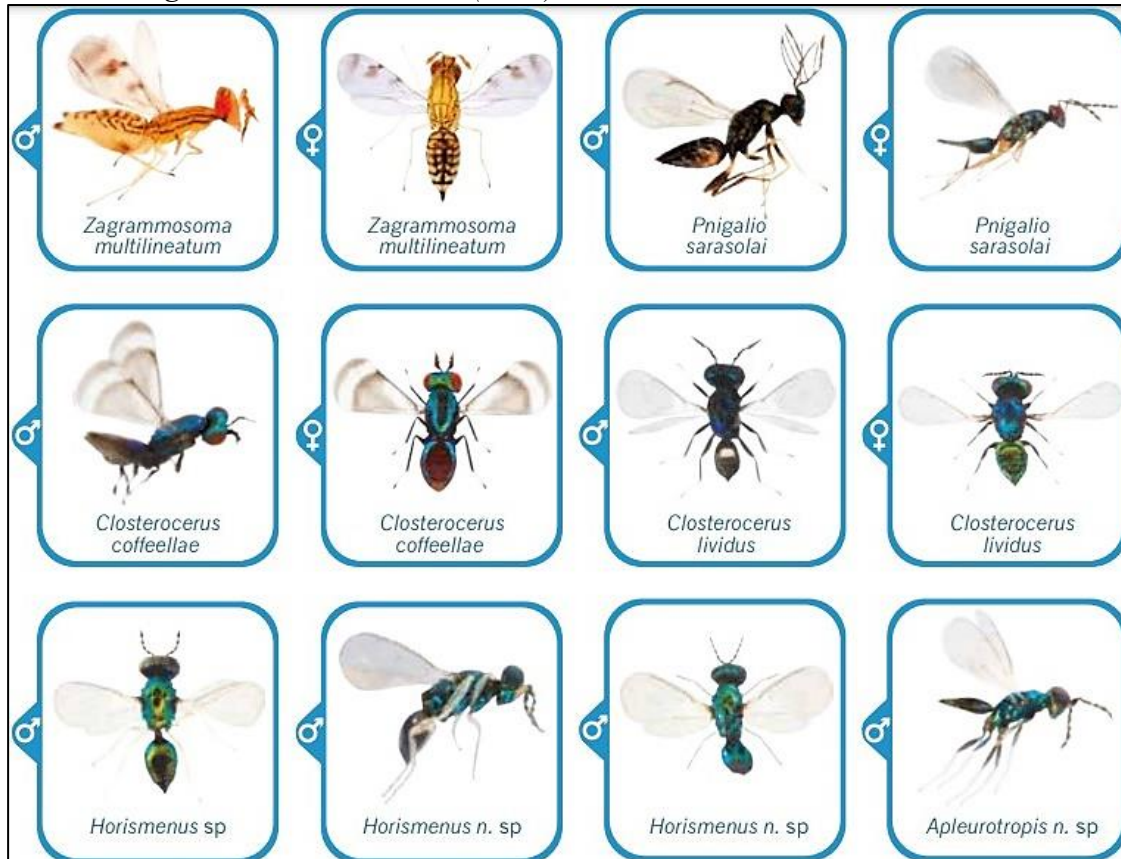
### **Control biológico de *L. coffeella***

Benavides Machado et al. (2013), citaron que se conocen 55 especies de enemigos naturales de *Leucoptera coffeella* en el Neotrópico (43 parasitoides y 12 depredadores). La familia Eulophidae (Hymenoptera), comprende varios géneros que han sido reportados como parasitoides de *L. coffeella* en América (Figura 3), tales como: *Aprostocetus*, *Apleurotropis*, *Ceraninus*, *Chrysocharis*, *Chrysonotomyia*, *Cirrospilus*, *Closterocerus*, *Derostenus*, *Elachertus*, *Eulophus*, *Horismenus*, *Neochrysocharis*, *Pnigalio*, *Proacrias*, *Sympiesis*, *Tetrastichus* y *Zagrammosoma*. La especie de parasitoide más común es *Closterocerus coffeella* (Ihering, 1914), siendo meritorio destacar el trabajo taxonómico de Hansson (2022), dedicado al género *Closterocerus*. También hay géneros de la familia Braconidae (Hymenoptera), como *Allobracon*, *Orgilus*, *Stiropius*, *Colastes* y *Mirax*, destacando de este último la especie *M. insularis* por su potencial como agente de biocontrol (Daza y Gallardo, 2012; Olortegui, 2012; David-

Rueda et al., 2016, 2018; SENASICA, 2016; Bustillo, 2021).

**Figura 3.**

*Algunas especies de Eulophidae reportadas como parasitoides de L. coffeella en Antioquia, Colombia según David-Rueda et al. (2018)*



**Figura 4.**

*Hymenoptera depredadores en café y áreas aledañas: A) Camponotus sp.; B) Nido de Polybia sp. en edificación próxima a un cafetal (Fotos: R. Collantes)*



En lo referido a depredadores, se tienen reportes de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider), *Ceraeochrysa cornuta* (Navás), *Ceraeochrysa cubana* (Hagen), *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera:

Chrysopidae) y algunos Hemerobiidae (Neuroptera) (Lara et al., 2010; Figueiredo et al., 2021; Martins et al., 2021; Dami et al., 2023); así como de avispas de los géneros *Polistes*, *Polybia* y *Omicron*

(Hymenoptera: Vespidae) y hormigas de los géneros *Camponotus* y *Pseudomirmex* (Hymenoptera: Formicidae) (SENASICA, 2016; Constantino et al., 2011; David-Rueda et al., 2018), frecuentemente encontradas en el cafetal y zonas cercanas (Figura 4). Particularmente en Chiapas, México, las hormigas han sido reportadas como el principal factor de mortalidad de larvas y pupas de *L. coffeella* (Lomeli-Flores et al., 2009).

En cuanto a hongos entomopatógenos, se han compilado reportes de *Metarhizium anisopliae* actuando sobre los diferentes estadios de desarrollo de la plaga y de *Beauveria bassiana* controlando pupas (Acuña y Betanco, 2007; Benavides Machado et al., 2013). Dichas especies de hongos han sido evaluadas en Panamá para controlar *H. hampei*, mediante estudio comparativo con un aislado nativo del género *Isaria*, destacando este último por su patogenicidad y virulencia (Lezcano et al., 2015); además de realizarse caracterización morfofisiológica y molecular de estos y otros hongos entomopatógenos (González-Dufau et al., 2021), por lo que sería meritorio desarrollar ensayos aplicados a *L. coffeella* considerando estas alternativas.

Hay que tener presente que, para mejorar el desempeño de los enemigos naturales de la plaga, se deben propiciar condiciones favorables para ello (Benavides y Góngora, 2020).

#### **Alternativas de control químico**

Dos de las mayores preocupaciones al ocupar el control químico como alternativa de manejo de cualquier plaga (además de los riesgos para la salud humana), son los impactos negativos en la biota funcional de los agroecosistemas y la resistencia que puedan desarrollar los organismos objeto de control.

Sobre lo primero, el endosulfan y el clorpirifos, frecuentemente utilizados en

cafetales, tienen impactos considerables sobre las poblaciones de abejas, las cuales junto con otros organismos polinizadores juegan un rol estratégico en el desarrollo sostenible (Jiménez et al., 1997; Collantes et al., 2023); además, el endosulfan y otros plaguicidas sintéticos son de uso restringido en Panamá y están en vías de prohibirse su uso, debido a impactos negativos en la biodiversidad de agroecosistemas productivos (Requena, 2022), por lo que siempre es recomendable contar con el asesoramiento de profesionales idóneos.

Sobre lo segundo, Amaral Rocha et al. (2022), estudiaron el costo de acondicionamiento físico y reversión de la resistencia de *L. coffeella* al clorpirifos, encontrando que en poblaciones de la plaga que no están expuestas a dicho ingrediente activo pueden revertir rápidamente su resistencia y volverse susceptibles; además de que el desempeño físico y longevidad resulta menor en poblaciones resistentes al incrementarse la alimentación, guardando relación con requerimientos metabólicos mayores.

Por su parte, Vega (2023), evaluó diferentes insecticidas para el control de *L. coffeella* en Huánuco, Perú, determinando que el efecto inmediato del emamectin benzoato y el efecto más prolongado del lufenuron lograron las mayores tasas de mortalidad de las larvas; alcanzando el primero una eficacia de 100% en laboratorio y el segundo más de 90% en campo.

Por otro lado, una alternativa promisoría que contribuiría a mejorar ambas situaciones es el empleo de insecticidas de origen botánico; sobre lo cual, Martins Fanela et al. (2020), determinaron que, extractos vegetales de *Azadirachta indica* (semillas) y *Trichilia pallida* (Meliaceae), provocaron el mayor efecto deletéreo en la biología del insecto, *Chenopodium ambrosioides* (Chenopodiaceae) y *Trichilia casaretti* (Meliaceae), tuvieron el mayor

efecto ovicida y *Toona ciliata* (Meliaceae), provocó el mayor efecto en el comportamiento de oviposición.

Además de lo afirmado hasta aquí, también resulta de suma importancia conocer el momento apropiado para ejercer algún control, lo que se traduce en el nivel de daño económico (EIL, que es la densidad más baja de la plaga con la que los daños económicos igualan los costos de medidas de control) y el umbral económico (ET, que es la densidad de la plaga con la que las medidas de control deben ser implementadas para no alcanzar el EIL); sobre lo cual, Picanço Filho et al. (2024), determinaron que el EIL y el ET son de 14% y 11% de hojas minadas, respectivamente. Esto remarca la importancia de complementar el monitoreo realizado con trampas tipo delta con incursiones en campo para revisar las plantas afectadas y poder realizar la detección temprana de la plaga, como se ha hecho con *H. hampei* (Herrera, 2018; Collantes et al., 2022).

Adicionalmente, conocer la distribución espacial del insecto dentro de las parcelas de cultivo ayuda a optimizar la utilización de los insecticidas, el cual representa el rubro que encarece en gran medida la producción de café; por lo que la aplicación de agrotecnologías como la geoestadística permiten determinar comportamientos de agregación en determinadas partes del campo (Barrera-Rojas et al., 2023). Referente a la distribución espacial del insecto en la misma planta, Gallardo-Covas (1988), determinó que *L. coffeella* afecta en todos los estratos, pero con mayor frecuencia en los inferiores.

### **Cultivares mejorados resistentes**

Consiste en la selección de plantas que contengan metabolitos secundarios que comprometan el desarrollo del insecto (antibiosis) o la capacidad de producir barreras físicas (espesor de las hojas) o químicas que limiten la posible inserción de huevos (antixenosis); sobre lo cual, *Coffea*

*stenophylla*, *C. salvatrix*, *C. liberica* var. *liberica*, *C. brevipes*, *C. jasminoides* y *C. farafaganensis* (de origen africano), son consideradas resistentes, mientras que otros materiales son moderadamente resistentes o susceptibles (Constantino et al., 2011). Es meritorio destacar que *L. coffeella* es tolerante al efecto tóxico de la cafeína, porque ambas especies han co-evolucionado (Guerreiro Filho y Mazzafera, 2000).

Otra alternativa a considerar es la aplicación de la biotecnología para la obtención de plantas de *Coffea arabica* resistentes a *L. coffeella*, siendo viable la transformación con el gen cryIac de *Bacillus thuringiensis* mediante biolística, sin marcadores moleculares (De Guglielmo-Cróquer et al., 2010).

### **Condiciones climáticas favorables para *L. coffeella***

De acuerdo con Giraldo-Jaramillo et al. (2024), *Leucoptera coffeella* es mucho más agresiva en condiciones climáticas cálidas, pudiendo alterar (acortar) la duración de las diferentes etapas de desarrollo de la plaga, lo que se traduce en un mayor número de generaciones al año con la reducción del ciclo de vida.

Así mismo, Giraldo-Jaramillo et al. (2024), indicaron que, el umbral de temperatura mínimo para el desarrollo del huevo al adulto de *L. coffeella* se ubica entre 11 y 15 °C, respectivamente; por lo que las condiciones climáticas de Río Sereno, con temperaturas promedio mínimas y máximas entre 16 y 27° C, respectivamente (Weather Spark, 2024), sumado a las precipitaciones irregulares durante el primer trimestre del año, favorecerían las infestaciones de la plaga, como se evidenció recientemente (Figura 1); lo cual además concuerda con lo indicado por Campos (2020), de que las lluvias contribuyen con el control natural de la plaga.



No es de extrañar entonces que, en el escenario mundial que se confronta contra el cambio climático, esta especie insectil se

convierta en un problema sensitivo en agroecosistemas productivos vulnerables (Constantino et al., 2011).

## CONCLUSIONES

Del presente trabajo se concluye que, entre los aspectos importantes al diseñar e implementar estrategias MIP para *Leucoptera coffeella*, están: i) Utilizar trampas con feromonas para el monitoreo y control de la plaga, en complemento con inspecciones en campo para determinar oportunamente el umbral económico y no llegar al nivel de daño económico; ii) Ejecutar labores culturales como el manejo de la cobertura vegetal y la poda sanitaria en el cafetal; iii) Aplicar racionalmente los insecticidas sintéticos que estén

debidamente recomendados para el control de la plaga, además de considerar la utilización de insecticidas de origen botánico para prevenir impactos negativos en la biota funcional benéfica y favorecer los factores naturales de mortalidad de la plaga; iv) Estudiar los factores climáticos favorables para el desarrollo del ciclo de vida de la plaga, más aún frente al cambio climático; v) Utilizar cultivares resistentes a *L. coffeella*, sin descuidar otros posibles problemas fitosanitarios del cultivo.

## AGRADECIMIENTOS

Al instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), por el apoyo brindado a los autores mediante el Proyecto de Investigación e Innovación para el mejoramiento de variedades de café (*Coffea*

*arabica*) en Chiriquí. A la Ingeniera Vielka Fuentes, por compartir con los autores la fotografía que ilustra el daño de *L. coffeella* en el cultivo de café en Río Sereno – Chiriquí, Panamá.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ábrego, C. (2012). *Manual para la Producción Orgánica del Café Robusta*. Proyecto Integral para el Desarrollo de la Costa Abajo de Colón. Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Región Ejecutiva #6 – Colón, Panamá. 48 p.
- Acuña, P. y Betanco, W. (2007). *Evaluación de la incidencia natural de Beauveria bassiana (Bals) Vuill, sobre Hypothenemus hampei (Ferrari) y Leucoptera coffeella (Guérin-Ménéville) en el cultivo de café en dos zonas cafetaleras de Nicaragua*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria – Managua, Nicaragua]. Recuperado de: <https://repositorio.una.edu.ni/2015/1/tnh20a189.pdf>
- Amaral Rocha, E., Machado Silva, R., Rodrigues da Silva, B., Cruz, C. y Lemes Fernandes, F. (2022). Fitness cost and reversion of resistance *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) to chlorpyrifos. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 242, 113831. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113831>
- Awoke, A. (2020). Coffee leaf miner ecosystem: Case study on Agro-ecological distribution and Socio-economic impact of coffee leaf miner

- Leucoptera coffeella* (Guérin-ménéville) (Lepidoptera: Lyonetiidae). *International Journal of Plant Biology Research*, 8(2), 1123. DOI: <https://doi.org/10.47739/2333-6668/1123>
- Barrera-Rojas, A., Ramírez-Dávila, J. F., Pérez-López, D. del J., Rubí-Arriaga, M. y Pino-Miranda, E. (2023). Comportamiento espacial del minador de hoja, *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) en cafetales de Temascaltepec, Estado de México, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 49(2), e12192. DOI: <https://doi.org/10.25100/socolen.v49i2.12192>
- Benavides, P. y Góngora, C. E. (Eds.) (2020). *El Control Natural de Insectos en el Ecosistema Cafetero Colombiano*. CENICAFÉ, Colombia. DOI: <https://doi.org/10.38141/cenbook-0001>
- Benavides Machado, P., Gil-Palacio, Z., Constantino, L. M., Villegas García, C., & Giraldo-Jaramillo, M. (2013). Plagas del café: Broca, minador, cochinillas harinosas, arañita roja y monalोनion. En Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, *Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura* (Vol. 2, pp. 215–260). Cenicafé. DOI: <https://doi.org/10.38141/cenbook002624>
- Briceño, C. (2023). *El café Geisha panameño rompe un nuevo récord*. Siete Caníbales. Recuperado de: <https://www.7canibales.com/despensa/caf/geisha-panama-record/#:~:text=El%20Geisha%2C%20el%20caf%2C%20estrella,con%20cuerpo%2C%20balance%20y%20acidez>.
- Bustillo, A. (2021). *El minador de la hoja del café, Leucoptera coffeella*. [Póster]. *Revista Investigación Agraria*. 2024; 6(2) 7-20
- CENICAFÉ, Colombia. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/355076869\\_El\\_minador\\_del\\_cafe\\_biolgia\\_habitos](https://www.researchgate.net/publication/355076869_El_minador_del_cafe_biolgia_habitos)
- Campos, O. (2020). *Manejo Integrado del Minador de la Hoja del Cafeto (Leucoptera coffeella Guerin-Meneville 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae)*. Boletín Técnico Cedicafé, febrero 2020. Recuperado de: <https://www.anacafe.org/uploads/file/23aa9467eb854dc2848f673a89b40311/Boletin-Tecnico-CEDICAFE-Febrero-2020-02.pdf>
- Castillo, K., Ortega, R. y De León, C. (2021). Análisis comparativo de la evapotranspiración para el cálculo de la demanda hídrica de café en la parte alta de la cuenca del río Santa María. [Comunicación Oral]. Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología APANAC, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33412/apanac.2021.3195>
- Collantes, R., Del Cid, R., Santos-Murgas, A. y Atencio, R. (2023). Importancia de los insectos polinizadores en la sostenibilidad de los agroecosistemas productivos. *Revista Semilla Del Este*, 3(2), 8-26. Recuperado de: [https://revistas.up.ac.pa/index.php/semilla\\_este/article/view/3755](https://revistas.up.ac.pa/index.php/semilla_este/article/view/3755)
- Collantes, R., Lezcano, J. y Marquínez, L. (2021). Sostenibilidad del agroecosistema de café robusta en la provincia de Colón, Panamá. *Ciencia Agropecuaria*, (32), 38-50. Recuperado de: <http://www.revistacienciaagropecuaria.a.c.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/418>
- Collantes, R., Lezcano, J., Reina, L. y Morales, M. (2022). Detección temprana de *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)

- en cultivos de café robusta. *Ciencia Agropecuaria*, (35), 1-12. Recuperado de: <http://www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/590>
- Constantino, L., Flórez, J., Benavides, P. y Bacca, T. (2011). *Minador de las hojas del cafeto: una plaga potencial por efectos del cambio climático*. Avances Técnicos 409. CENICAFÉ – Colombia. Recuperado de: <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/330/1/avt0409.pdf>
- Dami, B. G., Dos Santos, J. A., Barbosa, E. P., Rodriguez-Saona, C. y Vacari, A. M. (2023). Functional response of 3 green lacewing species (Neuroptera: Chrysopidae) to *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). *Journal of Insect Science*, 23(3), 15, 1–8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/jisesa/iead038>
- Dantas, J., Motta, I. O., Vidal, L. A., Nascimento, E. F. M. B., Bilio, J., Pupe, J. M., Veiga, A., Carvalho, C., Lopes, R. B., Rocha, T. L., Silva, L. P., Pujol-Luz, J. R. y Albuquerque, E. V. S. (2021). A Comprehensive Review of the Coffee Leaf Miner *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) – A Major Pest for the Coffee Crop in Brazil and Others Neotropical Countries. *Insects*, 12(12), 1130. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/insects12121130>
- David-Rueda, G., Constantino, L., Gil, Z., Ortega, O. y Benavides-Machado, P. (2018). *Enemigos naturales del minador de la hoja del café*. Avances Técnicos 492. CENICAFÉ – Colombia. Recuperado de: <https://www.cafedeantioquia.com/wp-content/uploads/2019/02/ATV0492.pdf>
- David-Rueda, G., Constantino, L., Montoya, E., Ortega, O., Gil, Z. y Benavides-Machado, P. (2016). Diagnóstico de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) y sus parasitoides en el departamento de Antioquia, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 42(1), 4-11. DOI: <https://doi.org/10.25100/socolen.v42i1.6662>
- Daza, M. y Gallardo, F. (2012). Capacidad reproductiva de *Mirax insularis* Muesebeck (Hym: Braconidae) sobre larvas del minador del café, *Leucoptera coffeella* Guérin-Méneville and Perrottet 1842 (Lep: Lyonetiidae). *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 96(3-4), 221-234. DOI: <https://doi.org/10.46429/jaupr.v96i3-4.3170>
- De Guglielmo-Cróquer, Z., Altozaar, I., Zaidi, M. y Menéndez-Yuffá, A. (2010). Transformation of coffee (*Coffea Arabica* L. cv. Catimor) with the cryIac gene by biolistic, without the use of markers. *Brazilian Journal of Biology*, 70(2), 387-393. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842010000200022>
- Figueiredo, G. P., Dami, B. G., Rodrigues Souza, J. M., da Silva Paula, W. B., de Oliveira Cabral, E., Rodriguez-Saona, C. y Vacari, A. M. (2021). Releases of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) Eggs for the Control of the Coffee Leaf Miner, *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). *Arthropod Management Tests*, 46(1), tsab148. DOI: <https://doi.org/10.1093/amt/tsab148>
- Gallardo-Covas, F. (1988). Distribución del minador, *Leucoptera coffeella*, y sus parasitoides en la fronda del cafeto en

- Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 72(1), 141-146. DOI: <https://doi.org/10.46429/jaupr.v72i1.6843>
- Giraldo Jaramillo, M. y Postali Parra, J. (2017). Aspectos biológicos de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) en *Coffea arabica* en condiciones de laboratorio. *Revista Cenicafe*, 68(2), 20-27. Recuperado de: <https://www.cenicafe.org/es/publications/Revista68.pdf>
- Giraldo-Jaramillo, M., Quiroga-Mosquera, A. y Fernandes, F. (2024). Thermal requirements and estimation of the number of generations of *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) in Minas Gerais state, Brazil. *Crop Protection*, 175. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106483>
- González, F. y Gutiérrez, D. (2021). Estructura y sombra del cafetal en dos lotes de la Finca Lérída, Alto Quiel, Boquete. *Revista Investigaciones Agropecuarias*, 3(2), 46-56. Recuperado de: [https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones\\_agropecuarias/article/view/2171](https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias/article/view/2171)
- González-Dufau, G., Monzón, A., Santamaría-Guerra, J., Santo, U., Caballero, S., Castrejón, K. y Sanjurjo, M. (2021). Caracterización morfofisiológica y molecular de hongos entomopatógenos asociados a *Hypothenemus hampei* en áreas cafetaleras de la comarca Ngäbe-Buglé. *La Calera*, 21(36). DOI: <https://doi.org/10.5377/calera.v21i36.11555>
- Guerreiro Filho, O. y Mazzafera, P. (2000). Caffeine does not protect coffee against the leaf miner *Perileucoptera coffeella*. *Journal of Chemical Ecology*, 26(6), 1447-1464. Recuperado de: [https://www.academia.edu/6373622/Caffeine\\_Does\\_Not\\_Protect\\_Coffee\\_Against\\_the\\_Leaf\\_Miner\\_Perileucoptera\\_coffeella](https://www.academia.edu/6373622/Caffeine_Does_Not_Protect_Coffee_Against_the_Leaf_Miner_Perileucoptera_coffeella)
- Hansson, C. (2022). Eulophidae Of Costa Rica (Hymenoptera: Chalcidoidea), 4 The Genus *Closterocerus* Westwood S.Str. Taxonomic Monographs on Neotropical Hymenoptera (Oxford, England), 1(1), 1-137. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.6464278>
- Herrera, H. (2018). Determinación del número de floraciones y etapas críticas de desarrollo del fruto del café de bajura (*Coffea canephora* var. Robusta) para el manejo preventivo de la broca (*Hypothenemus hampei*) en la Provincia de Colón [Tesis de Maestría, Universidad de Panamá]. Recuperado de: <http://uprid.up.ac.pa/1363/1/enereida%20herrera.pdf>
- IDIAP (Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá). (2022). *Proyecto de Investigación Innovación para el mejoramiento de variedades de café (Coffea arabica) en Chiriquí*. Iniciativas y Proyectos. Recuperado de: [https://proyectos.idiap.gob.pa/proyectos/Proyecto\\_de\\_Investigacion\\_Innovacion\\_para\\_el\\_mejoramiento\\_de\\_variedades\\_de\\_cafe\\_Coffea\\_arabica\\_en\\_Chiriqui/es](https://proyectos.idiap.gob.pa/proyectos/Proyecto_de_Investigacion_Innovacion_para_el_mejoramiento_de_variedades_de_cafe_Coffea_arabica_en_Chiriqui/es)
- Jiménez, M., Bustillo, A. y Luque, J. (1997). Impacto del uso del endosulfan y clorpirifos sobre abejas, *Apis mellifera*, en ecosistemas cafeteros colombianos. *Revista Colombiana de Entomología*, 23(1), 19-23. DOI:

- <https://doi.org/10.25100/socolen.v23i1.9863>
- Lara, K. (2022). *Consumo de café se asocia con una vida más larga y menor riesgo de enfermedades del corazón*. Panamá América. Recuperado de: <https://www.panamaamerica.com.pa/variedades/consumo-de-cafe-se-asocia-con-una-vida-mas-larga-y-menor-riesgo-de-enfermedades-del>
- Lara, R. I. R., Perioto, N. W. y de Freitas, S. (2010). Diversidade de hemerobiídeos (Neuroptera) e suas associações com presas em cafeeiros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45(2), 115-123. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000200001>
- Lezcano, J., Saldaña, E., Ruíz, R. y Caballero, S. (2015). Patogenicidad y virulencia del aislado de la cepa nativa de *Isaria* spp. y dos hongos entomopatógenos comerciales. *Ciencia Agropecuaria*, (23), 20-38. Recuperado de: <http://www.revistacienciaagropecuaria.a.c.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/120>
- Lomeli-Flores, J., Barrera, J. y Bernal, J. (2009). Impact of natural enemies on coffee leafminer *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) population dynamics in Chiapas, Mexico. *Biological Control*, 51(1), 51-60. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.03.021>
- Martins, E. F., Franzin, M. L., Perez, A. L., Schmidt, J. M. y Venzon, M. (2021). Is *Ceraeochrysa cubana* a coffee leaf miner predator? *Biological Control*, 160, 104691. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104691>
- Martins Fanela, T., Lopes Baldin, E., Franco Bentivenha, J. y Da Silva Santana, A. (2020). Assessing potential plants extracts to reduce *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) attack in coffee. *Coffee Science*, 15, e151653. DOI: <http://dx.doi.org/10.25186/cs.v15i.1653>
- Motta, I., Dantas, J., Vidal, L., Bílio, J., Pujol-Luz, R. y Albuquerque, E. V. S. (2021). The coffee leaf miner, *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae): identification of the larval instars and description of male and female genitalia. *Revista Brasileira de Entomologia*, 65(3), e20200122. <https://doi.org/10.1590/1806-9665-RBENT-2020-0122>
- Naciones Unidas. (2024). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Olortegui, T. (2012). *Manejo Integrado de plagas en café*. Guía Técnica. Agrobanco – Perú. Recuperado de: <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/011-i-cafe.pdf>
- Picanço Filho, M. C., Lima, E., Carmo, D. d. G. d., Pallini, A., Walerius, A. H., da Silva, R. S., Sant'Ana, L. C. d. S., Lopes, P. H. Q. y Picanço, M. C. (2024). Economic Injury Levels and Economic Thresholds for *Leucoptera coffeella* as a Function of Insecticide Application Technology in Organic and Conventional Coffee (*Coffea arabica*). *Farms. Plants*, 13, 585. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants13050585>
- Ramírez-Valerio, D. y García-Jiménez, F. (2021). Manejo del minador de la hoja (*Leucoptera coffeella*) en el cultivo de

- café en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 45(2), 143-153. DOI: <https://doi.org/10.15517/RAC.V45I2.47775>
- Requena, J. (2022). *Uso de plaguicidas en Panamá: indicación de riesgos e implementación de medidas de mitigación*. Guía Técnica. Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Panamá. Recuperado de: [https://mida.gob.pa/wp-content/uploads/2022/04/GUIATECNI\\_CAMIDA\\_PLAGUICIDAS.pdf](https://mida.gob.pa/wp-content/uploads/2022/04/GUIATECNI_CAMIDA_PLAGUICIDAS.pdf)
- Rodríguez, M. (2023). *Comarcas indígenas incursionan en el negocio del café como modo de subsistencia*. La Estrella de Panamá. Recuperado de: <https://www.laestrella.com.pa/vida-y-cultura/cultura/comarcas-indigenas-incursionan-negocio-cafe-GFLE484367>
- Rosado, M. D., Araújo, G. J., Pallini, A. y Venzon, M. (2021). Cover crop intercropping increases biological control in coffee crops. *Biological Control*, 160, 104675. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.BIOCONTR.OL.2021.104675>
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). (2016). Minador de la hoja del caféto *Leucoptera coffeella* Guérin Méneville. Ficha Técnica No. 55. Recuperado de: <https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/Roya%20cafe/to/Fichas%20tecnicas/Ficha%20T%C3%A9cnica%20de%20Minador%20de%20la%20hoja%20del%20cafe/to.pdf>
- Staver, C., Guharay, F., Monterroso, D. y Muschler, R. G. (2001). Designing pest-suppressive multistrata perennial crop systems: shade-grown coffee in Central America. *Agroforestry Systems*, 53, 151-170. Recuperado de: <https://sites.evergreen.edu/terroir/wp-content/uploads/sites/134/2015/10/Designing-pest-suppressive-multistrata-systems-coffee.pdf>
- Vega, E. (2023). Tratamiento químico del minador de hojas del caféto (*Leucoptera coffeella*) en las condiciones agroecológicas del Centro de Investigación Frutícola Olerícola – UNHEVAL 2021. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán – Huánuco, Perú]. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.13080/8461>
- Walerius, A. H., Pallini, A., Venzon, M., Santana Júnior, P. A., Costa, T. L., Paes, J. d. S., Pimentel, E. d. S. y Picanço, M. C. (2023). Use of Geostatistics as a Tool to Study Spatial-Temporal Dynamics of *Leucoptera coffeella* in Coffee Crops. *Agriculture*, 13(2), 438. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture13020438>
- Weather Spark. (2024). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Río Sereno, Panamá*. Recuperado de: <https://es.weatherspark.com/y/16670/Clima-promedio-en-R%ADo-Sereno-Panam%ADo-durante-todo-el-a%C3%B1o>