

Nota técnica

MANEJO DEL MINADOR DE LA HOJA (*Leucoptera coffeella*) EN EL CULTIVO DE CAFÉ EN COSTA RICA

Daniel Ramírez-Valerio^{1*}, Fiorella García-Jiménez²

Palabras clave: *Coffea arabica*; manejo integrado de plagas; parasitoides; insecticidas.

Keywords: *Coffea arabica*; integrated pest management; parasitoids; insecticides.

Recibido: 18/11/2020

Aceptado: 10/02/2021

RESUMEN

Introducción. El minador (*Leucoptera coffeella*) es un micro-lepidóptero cuyas larvas se alimentan de hojas de las plantas de café y hacen galerías en la lámina foliar, que provocan defoliación cuando la infestación es abundante. No obstante, el potencial daño de este insecto no se había presentado en el país sino hasta el 2019. **Objetivo.** Describir prácticas de manejo de fincas que pueden propiciar el aumento de poblaciones de *L. coffeella* y evaluar la eficacia biológica de 5 insecticidas para el control del minador. **Materiales y métodos.** Durante el primer trimestre del 2019 se dio seguimiento a 3 fincas con poblaciones altas de *L. coffeella* que causaban defoliación importante en las plantas de café; se recolectaron y revisaron hojas con lesiones causadas por las larvas de *L. coffeella*. Además, se desarrolló un ensayo de eficacia biológica de los 5 insecticidas para el control de la plaga. **Resultados y conclusiones.** El ataque de *L. coffeella*, se presentó en fincas que tenían en

ABSTRACT

Control of the leaf miner (*Leucoptera coffeella*) on coffee crop in Costa Rica. **Introduction.** The coffee leaf miner (*Leucoptera coffeella*), is a micro-Lepidoptera which larvae feed upon the coffee leaves, creating damage on top of the leaves, and causing defoliation with a high population of the plague. Nevertheless, the damage caused by this insect was not present until year 2019. **Objective.** Describe the management practices of the farms, that lead to an increasing population of *L. coffeella* and evaluate the biological efficiency of 5 insecticides to control the leaf miner. **Materials and methods.** During the first trimester of 2019 the population of the plague was followed in 3 farms with high populations of *L. coffeella*, causing defoliation of the coffee plant. Leaves with damages caused by the leaf miner were collected and checked. Also, a biological efficiency test with 5 insecticides for the plague was conducted. **Results and conclusions.** The attack of *L. coffeella* occurred

* Autor para correspondencia. Correo electrónico: dramirez@icafe.cr

1 Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE), Heredia, Costa Rica.

 0000-0002-3174-0154.

2 Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE), Heredia, Costa Rica.

 0000-0002-8609-6116.

común algunas prácticas de manejo del suelo sin cobertura vegetal, uso intensivo de insecticidas y ausencia de árboles de sombra en las plantaciones. En las hojas recolectadas en todos los sitios se encontraron pupas de *Closterocerus* sp. reportado como parasitoides de *L. coffeella*. El uso de insecticidas a base de deltametrina o novaluron presentaron un buen control de la plaga.

in farms with similar management practices, for example, bared soil, intensive insecticide use, and lack of shade trees in the plantations. Pupae of *Closterocerus* sp. a parasitoid of *L. coffeella* was found in the leaves collected in the three locations. Insecticides based on novaluron and deltamethrin resulted in a good control of the plague.

INTRODUCCIÓN

En Costa Rica el cultivo de café ocupa un área de 93 697 hectáreas distribuidas en 60 cantones, que produjeron 1 974 801 fanegas (400 litros) de café fruta para la cosecha 2019-2020, con un aporte de \$279,7 millones de divisas al país que representó alrededor del 8% del PIB del sector agrícola (ICAFE 2020b).

Sin embargo, el envejecimiento de las plantaciones es una de las principales limitantes de la producción de café del país, y además existen otras causas relacionadas al cambio climático, principalmente por el aumento en la temperatura y cambios en los patrones de lluvias. Por la influencia de esos factores, se ha podido observar incrementos de las poblaciones de insectos que no eran frecuentes en Costa Rica como el ácaro *Oligonychus yothersi* (Rojas *et al.* 2020) y otros insectos que afectan indirectamente el ecosistema cafetalero como *Quadrastichus* sp. especie que afecta el crecimiento de árboles de *Erythrina* spp, utilizados como sombra en los cafetales (Jansen *et al.* 2019).

En este aspecto, el minador de la hoja del café (*Leucoptera coffeella*) es un microlepidóptero de la familia Lyonetiidae, descrita por primera vez en 1842 en las islas Martinica y

Guadalupe (Cantor y Cárdenas 2001). El adulto es de aproximadamente 3 mm, color plateado y antenas largas (Souza *et al.* 1998); presentan hábitos nocturnos, por lo que durante el día se esconden en el envés de las hojas y se pueden observar al agitar las ramas y hojas de las plantas.

Una hembra adulta vive entre 14 a 21 días y oviposita alrededor de 70 huevos que son redondos y achatados de color blanco brillante y de aproximadamente 0,3 mm de diámetro (Parra 1985). Las larvas emergen en alrededor de 7 días después de la postura (Cárdenas 1991), e inmediatamente comienzan a alimentarse de la epidermis. Las larvas son blancas y llegan alcanzar 4 mm de longitud, después de pasar por 4 fases, lo que tarda alrededor de 12 días a una temperatura de 25°C (Jaramillo y Parra 2017).

L. coffeella tiene una metamorfosis completa con 4 estados de desarrollo (huevo, larva, pupa y adulto). El estado de larva (Figura 1) es el único que causa daño a las plantas de café pues entran en la hoja y se alojan entre las células epidérmicas, alimentándose del tejido de parenquimático (Rueda *et al.* 2016). Conforme la larva crece, hace una galería en la lámina foliar, de tal manera que cuando poblaciones son abundantes, puede existir coalescencia de galerías y en consecuencia, defoliación (Figura 2).



Figura 1. Larvas (A) (B) Pupa característica de *L. coffeella*.



Figura 2. Daño foliar severo (A) (B) Defoliación causada por *L. coffeella*.
Purrál, Goicoechea. Febrero, 2019.

Las poblaciones de *L. coffeella* pueden variar todos los años, pero son más frecuentes en zonas o fincas con temperaturas altas, poca humedad relativa y periodos secos prolongados. En los últimos años, en Brasil, el minador de la hoja se ha convertido en la principal plaga que afecta la producción de café (Guerreiro 2006). En cuanto a Costa Rica, esta especie nunca ha sido considerada como una plaga importante en las plantaciones de café, en ciertas fincas solo se logran observar algunos daños no significativos en época seca. Sin embargo, durante los primeros meses del 2019 se pudieron observar algunos lotes de café con afectaciones importantes causadas por el insecto.

Según lo anterior, es importante mantener la vigilancia de la infestación de *L. coffeella* e implementar algunas prácticas de manejo del cultivo ante la posibilidad de un aumento en la frecuencia de afectación de la plaga. Esta investigación tuvo como objetivo describir prácticas de manejo de fincas que pudieron propiciar el aumento de poblaciones de *L. coffeella* y evaluar

la eficacia biológica de los insecticidas para el control del minador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Primeras observaciones

En el primer trimestre del 2019 se reportó presencia y afectación causada por *L. coffeella* en algunas fincas de las localidades de Naranjo de Alajuela y Guadalupe en San José. Debido a una identificación previa del Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE), se inspeccionaron fincas (Tabla 1) para observar características del manejo agronómico como el control de malezas, árboles de sombra, edad del cultivo, y arreglo de siembra. Además, se recolectaron hojas y se colocaron en bolsas de polietileno, que fueron llevadas al laboratorio del Centro de Investigaciones en Café (CICAFE) en Barva de Heredia donde se observaron por medio de un estereoscopio (Olympus SZX7) los detalles de los estadios del insecto.

Tabla 1. Detalle de los insecticidas y dosis de aplicación evaluados para el control minador de la hoja. Alajuela, Naranjo. 2019.

Tratamiento	Ingrediente Activo	Grupo químico	Dosis p.c./ha (l)
1	-	-	-
2	Abamectina (1,8% EC)	Avermectina	0,12
3	Clorpirifos (48% EC)	Organofosforado	1,50
4	Imidacloprid (35% SC)	Neonicotinoide	0,80
5	Deltametrina (10% EC)	Piretroide	0,075
6	Novalurom (10% EC)	Benzoilureas	0,60

Según las observaciones se logró identificar dentro de las galerías, unas pupas de tamaño y colores diferentes, por lo que aislaron en platos petri y fueron entregadas en la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica, para la identificación de especímenes.

Ensayo de eficacia biológica

Adicionalmente, en una finca afectada (23,5% minas activas) en San Miguel de Naranjo (Proyección CRTM05 E: 457438; N: 1114985), se evaluó la eficacia biológica de 5 insecticidas:

clorpirifos, imidacloprid, abamectina, deltametrina y novaluron. El sitio experimental se localizó a 1030 msnm, en un suelo Andisol con una pendiente de aproximadamente 3%, con temperatura media anual de 23°C y alrededor de 1700 mm de precipitación total al año. Los datos de clima fueron obtenidos de la estación meteorológica de ICAFE, ubicada en la misma zona del sitio experimental. La variedad en la que se estableció el ensayo fue el sarchimor San Isidro 27, con 6 meses de establecido a una distancia de 2 metros entre hileras y un metro entre plantas (5000 plantas. ha⁻¹) con el uso de 2 ejes por punto de siembra y a pleno sol.

Se utilizó un diseño experimental irrestricto al azar para establecer 6 tratamientos, que incluía el testigo, (Tabla 1). Se realizaron 4 repeticiones para cada uno, en una parcela total fue de 48 plantas (96m²) y 36 útiles (72 m²). Se hizo una única aplicación el día 28 de enero del 2019 con 220 litros de agua por hectárea (y los respectivos insecticidas); la aplicación se realizó con una bomba de espalda de motor con dos baquinillas H-5.

Se efectuaron evaluaciones de porcentaje de hojas minadas y de minas activas a los 0, 7, 14, 21 y 35 días después de la aplicación. Para la incidencia de hojas minadas se marcaron 5 bandolas por repetición y se contó el total de hojas y de estas cuántas presentaban minas causadas por *L. coffeella*. Para la variable de minas activas se hizo recolección de 10 hojas al azar en toda la repetición y se contabilizó cuántas minas tenían larvas vivas; con esta información se calculó el porcentaje de minas activas respecto al total.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados con el programa R (R Core Team 2017); la variable de

porcentaje de minas activas se estudió mediante análisis de varianza no paramétrica, con la prueba de Kruskal-Wallis y como análisis posterior se utilizó la prueba de Dunn como comparación de medias (Conover 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones para aumento de la población

La especie *L. coffeella* es originaria de África y ataca exclusivamente plantas del género *Coffea* (Constantino *et al.* 2011, Souza y Reis 1992), por lo que el aumento de sus poblaciones estará ligado no solo a situaciones climáticas, sino también a prácticas de manejo del cultivo de café.

En cuanto a las condiciones climáticas, con poca humedad relativa, disminución de la precipitación y el aumento en la temperatura debido a la época seca están entre las variables más importantes que cambian los patrones en las poblaciones de insectos (Lomelí *et al.* 2010, Souza y Reis 1992). En el caso del minador de la hoja la precipitación y temperatura son de suma importancia como factores de control natural de la plaga, pero que además afectan las poblaciones de parasitoides. Pereira *et al.* (2007) compararon la viabilidad de huevos, larvas y pupas en época seca en Minas Gerais, Brasil, durante el 2001 y 2002, donde la lluvia fue la principal causa de mortalidad natural, seguida de la depredación por parte de algunos himenópteros. La información publicada por estos autores concuerda con lo observado en Costa Rica, ya que el aumento de las poblaciones y los ataques en las fincas se dieron de enero y febrero, meses que forman parte de la época seca del año (Figura 3).

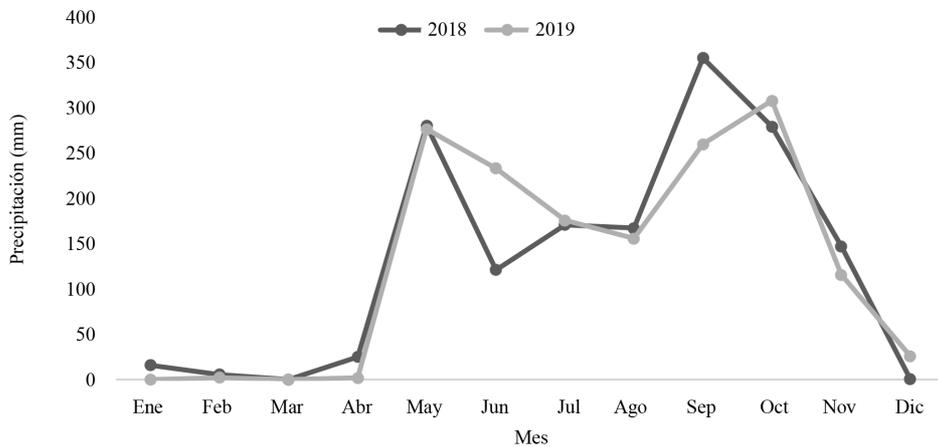


Figura 3. Precipitación mensual acumulada en la zona. Alajuela, Naranjo. 2018 y 2019.

Además de las condiciones climáticas, existen diferentes prácticas agronómicas en el cultivo de café que pueden hacer que las poblaciones de *L. coffeella* aumenten en época seca. Las observaciones realizadas en las fincas en las que se vieron ataques del insecto (Tabla 2), presentaron las siguientes 3 características: a) cultivo a pleno sol, b) suelo desnudo y uso excesivo de herbicidas, c) plantaciones con menos de 24 meses de edad. Estas condiciones representan un riesgo para el aumento de la población, pero no serán los agentes causales exclusivos, ya que, en fincas con alguna de estas mismas condiciones, no necesariamente se presentan problemas. Además, en la finca de San Luis de Santo Domingo de Heredia, se hicieron 2 aplicaciones de insecticidas piretroides para el control de *Pantomorus* sp.

El efecto de estas condiciones sobre las poblaciones de *L. coffeella* también fueron reportadas por algunas personas autoras. Campos (2018) indica que en Guatemala los arreglos de la sombra con podas muy severas pueden favorecer el aumento de las poblaciones, mientras que en estudios realizados en Nicaragua indican que hay un mayor ataque y daño del insecto en plantas de café que están sembradas sin árboles de sombra (Antenor 1990), principalmente por el aumento en la temperatura del dosel del cultivo de café. Además, los remanentes de bosque en los bordes o cercanías de algunas fincas pueden también ayudar a disminuir aumentos de poblaciones de *L. coffeella*, lo anterior, debido a una mayor diversidad de avispas parasitoides (Medeiros *et al.* 2019).

Tabla 2. Descripción y ubicación de las fincas afectadas por minador de la hoja del café. 2019.

Ubicación	Coordenada	Edad cultivo
San Miguel, Naranjo	1114985 N; 0457438 E	6 meses
San Luis, Santo Domingo	1105878 N; 0495892 E	7 meses
Purral, Goicoechea	1101218 N; 0498097 E	20 meses

En Costa Rica, el cultivo de café está generalmente asociado a otras especies de árboles, arbustos y arvenses (ICAFE 2020a), ya que la biodiversidad de plantas sirve de hospedero para muchos insectos parasitoides, sin embargo, también es frecuente el uso de herbicidas e insecticidas, prácticas que cuando se hace de forma indiscriminada puede causar un desequilibrio natural y hacer que las poblaciones de insectos como *L. coffeella* aumenten y lleguen a convertirse en plagas. El uso de insecticidas organofosforados como paratión y clorpirifos pueden ser muy tóxicos para algunas avispas depredadoras, con un aproximado del 90% de mortalidad de *Protopolybia exigua* (Fragoso *et al.* 2001). Por otro lado, el manejo intensivo de malezas también puede afectar la dinámica poblacional de la plaga, ya que, en sitios con mayor diversidad de malezas, existe un aumento de la depredación por parte de avispas (Amaral *et al.* 2010).

Adicionalmente, es aclaratorio mencionar que hay evidencia (Souza *et al.* 1998, Cárdenas 1991) de un mayor ataque de *L. coffeella* en plantaciones menores a 3 años de establecidas. Esto puede deberse a factores como una menor área foliar y con mayor densidad de las minas y larvas en las hojas disponibles; además debido al tamaño de las plantas, existe mayor temperatura en el dosel, en comparación con plantaciones más altas y en producción.

Posibles parasitoides

Existen muchas especies de parasitoides de *L. coffeella* reportadas en distintos países productores de café (Barrera 2018); los micro-himénopteros de la familia Eulophidae son los más comunes. Dentro de las minas de las hojas recolectadas en las 3 diferentes fincas se encontraron pupas de color negro brillante, estas fueron colocadas en platos petri a temperatura ambiente; después de la eclosión pudo corroborarse que se trata de *Closterocerus* sp, posiblemente *C. coffeellae*. (P. Hanson. 2019. Colaboración con ID de parasitoides. Correo electrónico). En Colombia, varios estudios indican que esta especie es el

parasitoides más común de *L. coffeella* (Constantino *et al.* 2011, Rueda *et al.* 2016).

Se ha encontrado que hay relación en la diversidad de malezas y de árboles en asocio con la abundancia de diferentes parasitoides (Amaral *et al.* 2010) lo cual se atribuye a que estas plantas sirven de refugio y protección a los parasitoides, les brindan condiciones climáticas favorables para su desarrollo; además, los árboles de *Inga* sp. en los cafetales pueden brindar alimento alternativo durante la época de floración a diferentes especies de parasitoides y reducir la cantidad de hojas minadas por *L. coffeella* (Rezende *et al.* 2014).

El parasitismo no es la única forma de control natural de *L. coffeella*, también se puede dar depredación por parte de avispas de la familia Vespidae y algunas hormigas, las cuales puede llegar a tener mayor éxito en que otras especies parasitarias, especialmente en época seca (Pereira *et al.* 2007). En México, Lomelí *et al.* (2010) obtuvieron 14 especies de depredadores, las cuales representan un 58% del control natural de la plaga. Durante los muestreos realizados en las fincas afectadas, no se observó la presencia de depredadores, por lo que no fue posible cuantificar su efecto sobre el control.

Ensayo eficacia biológica

En la Tabla 3 se detallan las medias del porcentaje de minas activas para diferentes fechas después de la aplicación (dda) de los insecticidas. Al momento de la aplicación el sitio experimental contaba con un porcentaje de minas activas de 23,5%. A los 7 dda se observó como las hojas que fueron aplicadas con clorpirifos fueron las que tuvieron menor cantidad de minas activas, pues representaron un 7,7%, seguido del imidacloprid con un 20,2%. El tratamiento sin aplicación de insecticida y el asperjado con abamectina mostraron los mayores porcentajes de minas activas 40,4 y 45,3% respectivamente. Para el día 14 en todos los tratamientos se redujo la cantidad de minas activas en todos los tratamientos, con excepción del clorpirifos que fue el único que mostró diferencia estadística respecto

a los otros. En las 2 últimas evaluaciones, las plantas en las que se aplicó clorpirifos, la incidencia de la plaga comenzó a aumentar, hasta llegar al día 35 con una cantidad igual a la del testigo; mientras que la deltametrina y

el novaluron lograron mantener las poblaciones de larvas de *L. Coffeella* disminuida, con un efecto lento de estas 2 moléculas, sobre la reducción de minas activas, aunque con el resultado de un periodo prolongado.

Tabla 3. Porcentaje de minas activas para cada uno de los insecticidas de acuerdo con las evaluaciones realizadas días posteriores a su aplicación. Alajuela, Naranjo. 2019.

Tratamientos	7 DDA	14 DDA	22 DDA	35 DDA
Testigo	40,4 C	14,6 A	12,8 AB	31,8 B
Abamectina	45,3 C	11,5 A	15,4 B	30,8 B
Clorpirifos	7,7 A	1,3 B	6,4 AB	40,2 B
Imidacloprid	20,2 AB	12,5 A	14,2 B	35,6 B
Deltametrina	33,0 C	14,4 A	2,9 A	4,0 A
Novaluron	27,1 B	12,5 A	4,6 A	3,1 A

Letras diferentes en las columnas indican diferencia significativa según prueba de comparación múltiple de Dunn ($p < 0,05$).

Por otro lado, la incidencia de hojas minadas (Figura 4) mostró una dispersión importante entre los datos obtenidos, por lo que no se observó ninguna diferencia

estadística entre los tratamientos aplicados en los 3 momentos evaluados; tampoco se observó tendencias de cambio de esta variable entre las fechas evaluadas.

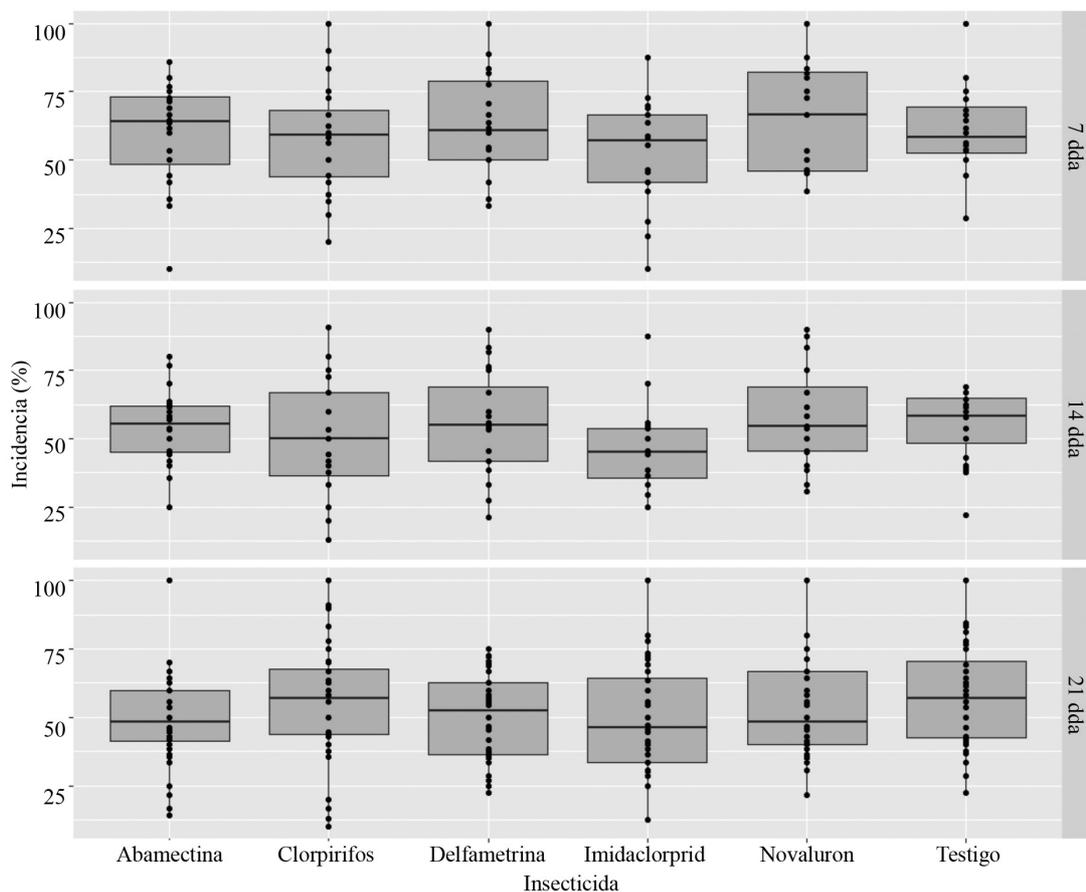


Figura 4. Porcentaje de incidencia para cada una de las 3 evaluaciones de acuerdo con los insecticidas aplicados. Alajuela, Naranjo. 2019.

El clorpirifos para el control de *L. coffeella* parece ser una opción viable para reducir la población inicial, sin embargo, las poblaciones del insecto aumentaron considerablemente después de los 22 días de aplicado. Este efecto puede estar asociado a las características propias de la molécula, ya que es un insecticida organofosforado de acción de contacto, con importante toxicidad aguda y no selectivo (PPBD 2020) por lo que rápidamente provoca la muerte de las larvas y otros insectos asociados que podrían colaborar con un control natural, que provocó, un ascenso rápido de la población de minador después de

los 22 días de haberse aplicado; algunos estudios señalan el impacto negativo del clorpirifos sobre algunos ácaros (Fragoso *et al.* 2002) y avispas predadoras (Fragoso *et al.* 2001), indicándose que dentro de los insecticidas organofosforados los que tienen modo de acción de contacto tienden a ser menos selectivos que los sistémicos y por ende causan una significativa mortalidad de los insectos en diferentes niveles del sistema trófico.

El uso de novaluron y deltametrina podrían ser las opciones más viables para el control químico de la plaga, con efecto más lento que el clorpirifos pero también más prolongado

en el tiempo, ya que un mes después de la aplicación, las larvas vivas fueron escasas, aunque las cantidades aplicadas de ingrediente activo fueron disminuidas, especialmente de deltametrina.

CONCLUSIONES

Durante los primeros meses del 2019 los ataques de minador de la hoja de café se dieron en 3 fincas con características de manejo similares tales como: control intensivo de malezas, plantas de café a pleno sol, plantaciones de renovación y suelo totalmente desnudo.

Si bien existen algunas alternativas químicas para el control del minador de la hoja del café, se debe de hacer énfasis en el control preventivo de la plaga mediante la implementación de prácticas culturales que se pueden lograr mediante un manejo integrado de arvenses, árboles de sombra y aplicaciones racionales de insecticidas, con el fin de mantener la biodiversidad dentro de caficultura nacional.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Paul Hanson docente e investigador de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica, por su colaboración en la identificación de los parasitoides y revisión del documento.

LITERATURA CITADA

- Amaral, D; Venzon, M; Pallini, A; Lima, P; DeSouza, O. 2010. ¿A diversificação da vegetação reduz o ataque do Bicho-Mineiro-do-Cafeiro *Leucoptera coffeella* (Guerin-Meneville, 1842)? Neotropical Entomology 39(4):543-548.
- Antenor, J. 1990. Poblaciones del minador de las hojas del café *Leucoptera coffeella* (Guerin-Meneville, 1842), durante la estación seca, en la región IV de Nicaragua. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza (CATIE). 87 p.
- Barrera, J. 2018. Insect Pest of Coffee and their Management in Nature-friendly Production Systems. In Vacante, V; Kreiter, S (eds.). Handbook of Pest Management in Organic Farming. London, UK. CAB International. p. 477-501.
- Campos, O. 2018. Situación del minador de la hoja del café *Leucoptera coffeella* a nivel nacional. Boletín técnico. Ciudad de Guatemala, Guatemala, Asociación Nacional del café (ANACAFE). p. 1-6.
- Cantor, F; Cárdenas, R. 2001. Aclaraciones sobre el nombre científico del minador del café. Revista Colombiana de Entomología 27(1-2):87-88.
- Cárdenas, R. 1991. El minador de la hoja del café. Boletín técnico N°. 14. Colombia, CENICAFE. 31 p.
- Conover, W.1999. Practical Nonparametric Statistics. New York, USA, John Wiley & Sons, Inc. 578 p.
- Constantino, L; Flores, J; Benavides, P; Bacca, T. 2011. Minador de la hoja del café. Una plaga potencial por efectos del cambio climático. Avances técnicos 409. Colombia, CENICAFE. 12 p.
- Fragoso, D; Jusselino, P; Guedes, R; Proque, R. 2001. Seletividade de inseticidas a vespas predadoras de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). Neotropical Entomology 30:139-143.
- Fragoso, D; Jusselino, P; Pallini, A; Badji, C. 2002. Ação de inseticidas organofosforados utilizados no controle de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mêneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) sobre o ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). Neotropical Entomology 31(3):463-467.
- Guerreiro, O. 2006. Coffee leaf miner resistance. Brazilian Journal of Plant Physiology 18(1):109-117.
- ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica). 2020a. Guía técnica para el cultivo de café. 2° ed. Heredia, Costa Rica, Instituto del Café de Costa Rica. 90 p.
- ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica). 2020b. Política Nacional Cafetalera. Heredia, Costa Rica, Instituto del Café de Costa Rica. p. 1-19.
- Jansen, S; Rojas, M; Ramirez, D; Constantino, L; García, F; Hanson, P. 2019. Another species of *Quadrastichus* (Hymenoptera: Eulophidae; Tetrastichinae) attacking *Erythrina* (Fabaceae) in the Neotropics: a report from Costa Rica. Int. J. Trop. Insect. Sci. 39:243.
- Jaramillo, M; Parra, J. 2017. Aspectos biológicos de *Leucoptera coffeella* (GuérinMêneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) en *Coffea arabica* en condiciones de laboratorio. CENICAFE 68(2):20-27.
- Lomelí, J; Barrera, J; Bernal, J. 2010. Impacts of weather, shade cover and elevation on coffee leafminer *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) population dynamics and natural enemies. Crop Protection 29(9):1039-1048.
- Medeiros, H; Grandinete, Y; Manning, P; Harper, K; Cutler, G; Tyedmers, P; Righi, C; Ribeiro, M. 2019. Forest cover enhances natural enemy diversity and biological control services in Brazilian coffee plantations. Agronomy for Sustainable Development. 39(6):50.

- Parra, J. 1985. Biología comparada de *Perileuoptera coffeella* (GuérinMeneville, 1842) (Lepidoptera - Lyonetiidae) visando ao seu zoneamento ecológico no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Entomologia* 29(1):45-76.
- Pereira, E; Picanço, M; Bacci, L; Crespo A; Guedes, R. 2007. Seasonal mortality factors of the coffee leafminer, *Leucoptera coffeella*. *Bulletin of Entomological Research* 97:421-432.
- PPBD (Pesticide Properties DataBase). 2020. Pesticide Properties DataBase (en línea). University of Hertfordshire. Consultado 8 de nov. 2020. Disponible en <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/154.htm>
- R Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing (en línea programa informático). R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible en <https://www.R-project.org>
- Rezende, M; Venzon, M; Pérez, A; Cardoso, I; Janssen, A. 2014. Extrafloral nectaries of associated trees can enhance natural pest control. *Agric Ecosyst Environ* 188:198-203.
- Rojas, M; Ramírez, D; Constantino, L. 2020. Brote de *Oligonychus yothersi* en cafetales de Costa Rica por la ceniza del volcán Poás durante el año 2017. *Agronomía Costarricense* 44(1):113-122.
- Rueda, D; Constantino, L; Montoya, E; Ortega, O; Gil, Z; Benavides, 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.
- Souza, J; Reis, P. 1992. Bicho mineiro: biología, danos e manejo. Belo Horizonte, Brasil, EPAMIG. 28 p.
- Souza, J; Reis, P; Rigitano, R. 1998. Bicho mineiro: biología, dano e manejo integrado. *Boletim técnico* N°. 54. Belo Horizonte, Brasil, EPAMIG. 48 p.



