

Minador de las hojas del cafeto Una plaga potencial por efectos del cambio climático

La región andina de Colombia es considerada como uno de los ecosistemas más vulnerables al cambio climático. Un aumento proyectado en la temperatura media anual del aire para el territorio nacional entre 1 y 2°C, una variación en la precipitación del 15% y el aumento en las concentraciones de CO₂, pueden ocasionar cambios de adaptación en las poblaciones de los insectos entre los diferentes rangos altitudinales, como son los cambios en el comportamiento con sus hospedantes, alteraciones y desfases en la sincronización de períodos de actividad de insectos huésped e insectos parasitoides, y afectar el crecimiento y abundancia, la supervivencia, las tasas de alimentación y ciclos de vida de los insectos herbívoros (13, 19, 27, 28).





Ciencia, tecnología
e innovación
para la caficultura
colombiana

Autores

Luis M. Constantino
Investigador Científico I

Juan C. Flórez
Investigador Asociado

Pablo Benavides
Investigador Científico II,
Entomología. Centro Nacional de
Investigaciones de Café, Cenicafé.
Chinchiná, Caldas, Colombia

Tito Bacca
Profesor Asociado, Facultad de
Ciencias Agrícolas, Universidad
de Nariño

Edición:
Sandra Milena Marín López
Fotografías:
Luis M. Constantino
Juan Carlos Ortíz
Diagramación:
María del Rosario Rodríguez L.
Imprenta:

ISSN - 0120 - 0178

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Chinchiná, Caldas, Colombia
Tel. (6) 8506550 Fax. (6) 8504723
A.A. 2427 Manzales
www.cenicafe.org

Ante un escenario de extremos climáticos, existe la posibilidad de que algunos insectos herbívoros se conviertan en plagas de importancia económica para los cultivos.

Un ejemplo de esto es el minador de las hojas del cafeto, *Leucoptera coffeellum* (Guerin-Meneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae), una especie monófaga adaptada al género *Coffea* y de amplia distribución en la región neotropical, donde se encuentra atacando el cultivo de café en todos los países de Centro y Suramérica. Fue descrita de las islas de Guadalupe y Martinica en las Antillas, en el año de 1842, con el nombre *L. coffeella*, considerado por varios autores como un sinónimo (7). Se pudo esclarecer que las especies de minador del cafeto en África eran un complejo de tres especies diferentes: *Leucoptera meyricki* Ghesquiere, 1940, *L. comma* Chesquiere, 1940 y *L. coffeina* Washbourn, 1940, y que la especie que se encuentra en Centro América y Suramérica es *L. coffeellum* Guerin-Meneville (3). Posiblemente, esta especie es originaria de las Islas Reunión, al Este de África en el Océano Índico (11), dato que requiere corroboración.

L. coffeellum coexiste con 55 especies de enemigos naturales primarios de origen neotropical, 43 de los cuales son parasitoides (26), de éstos, 15 especies de parasitoides y tres especies de predadores han sido reportados en Colombia controlando poblaciones del minador (6).

En Colombia, *L. coffeellum* se reporta distribuida en las tres cordilleras, en cafetales situados por

debajo de los 1.300 m.s.n.m., en zonas con humedades relativas entre 75% y 85% y temperaturas entre 22 y 25°C, afectando plantaciones de café de todas las edades, a plena exposición solar y bajo sombrero regulado (4, 5, 6). Sin embargo, durante los últimos años se han venido presentando ataques de esta plaga en localidades entre 1.500 y 1.700 m de altitud, en algunos municipios de Caldas, Cauca, Tolima y Valle del Cauca, lo que sugiere que las poblaciones de minador se han venido adaptando por encima del rango térmico promedio altitudinal reportado para esta especie.

El minador del cafeto es una especie estacional que prevalece en períodos de verano y durante eventos climáticos El Niño. El factor determinante en este aumento poblacional ha sido la temperatura, ya que por cada grado que se aumente, se obtiene una generación adicional al año. Si la temperatura promedio es de 18°C es posible obtener seis generaciones al año, mientras que con 22°C se obtienen diez. Por lo tanto, el aumento de la temperatura incrementa los niveles de la plaga y el daño en el cafetal (15, 20).

Los daños ocasionados por el minador en el café pueden ser más críticos en períodos prolongados de sequía, en cultivos con fertilización deficiente y cuando existe ataque de otras plagas, al igual que si altos niveles de incidencia y defoliación coinciden con los períodos de floración (4, 6).

El control del minador del cafeto se debe enmarcar dentro de una estrategia de manejo integrado, debido a que el uso indiscriminado

de insecticidas químicos de amplio espectro eliminan la fauna benéfica e incrementan los niveles de la plaga (8, 14) y además promueve la selección de poblaciones resistentes, como ha sido reportado recientemente en Brasil (8, 10). El manejo integrado incluye, los controles biológico, etológico mediante uso de feromonas sexuales, el mejoramiento genético con el uso de variedades resistentes y el uso de insecticidas químicos como última medida, en caso de no encontrar parasitismo por enemigos naturales, en plantaciones que superan 30% de infestación de hojas. Por lo tanto, es indispensable hacer un monitoreo y seguimiento poblacional del insecto a partir del momento en que

aparezcan las primeras minas en el follaje, para decidir el manejo basados en un diagnóstico para tomar una decisión de control sobre criterios como umbral de daño, porcentaje de parasitismo natural y las variables del clima. Este último debido a que las lluvias afectan a los huevos por el efecto físico del agua y a las larvas por la inundación de la mina (21).

En este Avance Técnico se presenta la biología y hábitos de *Leucoptera coffeellum*, las evaluaciones de diagnóstico para tomar decisiones de manejo, los diferentes tipos de control y las recomendaciones de manejo integrado en Colombia.

Biología y hábitos

El adulto de *L. coffeellum* es una mariposa de 2,5 mm de largo, blanco plateada y con un penacho de escamas en la cabeza. Cada una de las alas en la parte apical presenta un ocelo negro, con un punto plateado en el centro, bordeado de una mancha anaranjada y dos líneas paralelas ubicadas en el margen (Figura 1a). Los adultos son de hábitos nocturnos y en el día permanecen ocultos en el envés de las hojas. Se les puede observar volando durante días nublados y cuando se sacuden las ramas inferiores de las plantas de café afectadas con minas. Durante la noche la hembra puede depositar entre tres y siete huevos en la haz de las hojas. En su corta vida, que dura de dos a tres semanas, pone aproximadamente 70 huevos (6). Los huevos recién puestos son cristalinos, ovalados y con una ligera cavidad en la parte superior. A los siete días, la larva emerge por la parte inferior del huevo y empieza a consumir la epidermis de la hoja penetrando el mesófilo del tejido (Figura 1b), donde empieza a formar galerías irregulares en el interior de las hojas

(Figura 1c). Estas lesiones se necrosan y se secan tornándose de color marrón (Figura 1d).

Las larvas alcanzan una longitud de 4 mm y son blancas crema, con los anillos del cuerpo constreñidos, en forma de tornillo (Figura 1e). El estado de larva dura dos semanas y pasa por cuatro mudas. Cuando completa su desarrollo, la larva rompe la epidermis de la hoja haciendo un corte en forma de media luna. Esta larva se descuelga por un hilo de seda, que produce en su boca y se dirige hacia las hojas del tercio inferior del árbol de café, donde forma el capullo en el envés de las hojas del cafeto. Antes de empupar, la larva teje hilos de seda blancos en forma de "X" para cubrirse y transformarse en pupa (Figura 1f). El estado de pupa dura entre 5 y 8 días. De los capullos emergen los adultos. Una vez se aparea con el macho, la hembra empieza a depositar huevos a los dos días, para iniciar un nuevo ciclo. El ciclo completo desde huevo hasta adulto dura en total 21 a 58 días con temperaturas de 30 y 20°C, respectivamente (20).

Daños

El daño lo ocasiona la larva cuando se alimenta de la hoja (Figura 2a). Una sola larva puede consumir entre 1,0 y 2,0 cm² de área foliar durante su desarrollo y causar el necrosamiento de más del 80% de las hojas

cuando varias minas se juntan (6). Las altas incidencias de minador pueden ocasionar la defoliación de las hojas afectadas (Figura 2b), la cual está directamente relacionada con la intensidad del ataque y el período en el



a.



b.



c.



d.



e.



f.

Figura 1. Ciclo de vida del minador de la hoja del café. **a.** Mariposa adulta; **b.** Huevo eclosionado y larva iniciando la mina; **c.** Mina activa, nótese el halo amarillo alrededor de la lesión necrosada; **d.** Mina parasitada, nótese los dos orificios circulares por donde emergieron los parasitoides; **e.** Larva completamente desarrollada; **f.** Pupa cubierta con tejido de hilos de seda en forma de "X".

que éste ocurre. Las altas defoliaciones pueden afectar la formación de botones florales y consecuentemente reducir la producción de frutos (24). Estudios previos, reportan

que caídas del 25%, 50% y 75% del follaje resultaron en pérdidas de producción de café del 9,1%, 23,53 % y 87,24%, respectivamente (17,18).



Figura 2. Daños ocasionados por el minador de las hojas del café. **a.** Alta defoliación en un cafetal afectado por minador; **b.** Infestación alta de minador en el follaje.

Determinación del porcentaje de infestación

Para determinar el porcentaje de hojas minadas en el cultivo de café, es necesario seleccionar 30 árboles de forma aleatoria en los lotes donde se presenta el daño por minador. De cada árbol se seleccionan tres ramas opuestas de la parte media, haciendo las siguientes observaciones: 1. Número total de hojas por cada rama seleccionada, y 2. Número de hojas con minas.

Luego se utiliza la siguiente fórmula:

$$\%HM = \frac{THM \times 100}{TH}$$

%HM= Porcentaje de hojas minadas o infestación

THM= Total de hojas minadas

TH = Total de hojas

Con esta información se determina el porcentaje de infestación en el lote en cada fecha de evaluación. Se considera como umbral de daño económico para plantaciones de café de primera cosecha, que se encuentren en floración o en formación de frutos, cuando el porcentaje de hojas minadas (%HM) es mayor que 20%. En otras condiciones del cultivo, el umbral de daño está estimado en 30% de hojas minadas. Si los niveles de hojas minadas se encuentran por debajo del umbral de daño, se debe continuar monitoreando las poblaciones en el lote, cada ocho días.

La toma de decisión para recomendar una medida de control no solo depende del nivel de infestación, sino también del porcentaje de hojas con minas activas y del porcentaje de parasitismo.

Identificación de parasitoides del minador

Para detectar la presencia de parasitoides de larvas del minador e identificar las especies, es necesario determinar si las minas están activas. Generalmente, una mina activa se reconoce por el halo de color amarillo

claro alrededor de la lesión necrosada y por el tejido blando sobre la lesión (Figura 1c), en cambio, las minas inactivas presentan las lesiones de color marrón y el tejido es reseco y quebradizo (Figura 1d). Para detectar



Figura 3. Parasitismo de larvas de minador de las hojas del café. **a.** Larva parasitada por *Closterocherus coffeellae*; **b-c.** Larva de minador parasitada por *Horismenus cupreus*, nótese a un lado la larva pequeña del ectoparasitoide; **d-e.** Pupas del endoparasitoide *C. coffeellae* dentro de una mina; **f.** Adulto de *C. coffeellae*; **g.** *C. coffeellae* parasitando una larva de minador; **h.** Adulto de *H. cupreus*

parasitismo, es necesario levantar la epidermis de la mina con una pinza fina o alfiler, bajo un estereoscopio o con el uso de una lupa de mano de aumento 10x,

para observar la actividad de las larvas del minador y de sus enemigos naturales.

Los parasitoides de las larvas del minador presentes en Colombia pertenecen a diferentes especies de avispas de la familia Eulophidae (Tabla 1), que se distinguen por presentar coloraciones iridiscentes, con visos verdes o azules metalizados en todo el cuerpo, como es el caso de *Closterocerus coffeellae* (Figura 3f) y *Horismenus cupreus* (Figura 3h), las dos especies más comunes que regulan las poblaciones de minador en Colombia. Los parasitoides usan estímulos olfativos, visuales y vibraciones como señales para la búsqueda del huésped. Una vez la avispa se posa sobre las hojas afectadas y detecta la larva del minador, introduce su ovipositor en forma de aguja, que perfora la epidermis de la hoja hasta alcanzar la larva para introducirle un huevo

(Figura 3g). Del huevo eclosiona una larva que puede ser endoparasoite (Figura 3a), es decir, que se desarrolla dentro del huésped, o ectoparasoite (Figura 3b), que permanece sobre el huésped succionando lentamente los fluidos corporales hasta desecarla y matarla (Figura 3c). Los parasitoides empupan dentro de la mina y se reconocen porque son negros brillantes y la forma de la pupa es de tipo exarata, donde muestran claramente las partes del futuro adulto (Figuras 3d-e). Al cabo de unos 15 días después de haber completado su ciclo, las avispas emergen perforando orificios circulares pequeños en la superficie de la mina con sus mandíbulas (Figura 1d).

Determinación del porcentaje de parasitismo del minador

Para obtener el porcentaje de parasitismo del minador de las hojas del cafeto es necesario determinar el número de larvas total y el número de larvas parasitadas, registradas en 100 hojas con minas activas examinadas. Estas hojas se toman de los árboles evaluados durante la evaluación del porcentaje de infestación del lote. Generalmente una hoja puede contener entre una y siete minas de diferentes tamaños (pequeñas, medianas y grandes), pero no todas están activas, ya que se pueden presentar lesiones de diferentes edades, dependiendo de la fecha de evaluación.

Las larvas parasitadas se identifican porque están muertas y son inmóviles al tacto y por la presencia

de larvas y pupas de parasitoides. Por ejemplo, en un estudio de caso en La finca La Sirena en Neira (Caldas), en un lote de zoca de 18 meses de edad var. Caturra, de media hectárea, con una densidad de siembra de 2.500 árboles, se presentó un nivel de infestación del 30,3%, obtenido de 30 árboles en los que se revisaron 2.213 hojas, de las cuales 670 hojas estaban minadas. El promedio de minas activas por hoja fue de dos minas. El número de larvas por mina varió de acuerdo al tamaño de ésta, siendo de 1 para minas pequeñas, entre 1 y 2 para minas medianas y entre 2 y 3 para minas grandes. De las 100 hojas con minas activas revisadas, se encontraron en total 38 larvas no parasitadas y 160 larvas parasitadas, para un porcentaje total de parasitismo del 80,8% en el lote, esto si se tiene en cuenta que generalmente cada larva es parasitada por un único parasitoide. Las hojas minadas se mantuvieron dentro de un recipiente plástico cerrado con orificios de ventilación, hasta obtener un total de 142 parasitoides adultos, que emergieron de un total de 100 hojas minadas, a los 20 días (Figura 4).

Para determinar el efecto del control biológico natural sobre las poblaciones del minador en la finca La Sirena, se evaluó el porcentaje de infestación cada 15 días, encontrando una reducción significativa de 30,3% al día 15 a menos del 10% al día 105 (Figura 5). Los parasitoides permitieron mantener las poblaciones de minador por debajo del umbral de daño económico a partir del día 30, sin necesidad de hacer aplicaciones de insecticidas químicos.



Figura 4. Parasitoides del minador de las hojas del cafeto obtenidos de un total de 100 hojas con minas activas. Sobresale la especie *Closterocerus coffeellae*.



Figura 5. Nivel de daño y porcentaje de parasitismo de *Closterocerus coffeellae* y *Horismenus cupreus* en larvas de *Leucoptera coffeellum*, en un lote de *Coffea arabica* var. Caturra, a través del tiempo. Finca La Sirena (Neira, Caldas), a 1.700 m.

Estrategias de manejo y control del minador de las hojas de café

El manejo debe contemplar un conjunto de prácticas:

Control biológico: Las poblaciones de minador en Colombia son reguladas naturalmente por 15 especies nativas de parasitoides, por lo tanto, es importante mantener la fauna benéfica en la finca evitando el uso indiscriminado de insecticidas. Se recomienda hacer un control selectivo de arvenses, de manera que el suelo mantenga cobertura de plantas nectaríferas y melíferas, que sirvan de albergue y sustrato alimenticio para los parasitoides y depredadores. En la Tabla 1 se relacionan las especies de parasitoides y depredadores del minador recolectados en Neira (Caldas), con relación a la lista compilada de las especies que se han reportado para Colombia (6, 14, 26). De todas las especies de parasitoides halladas en la zona de estudio, el 86% de las muestras correspondieron a la especie *Closterocerus coffeellae* y en menor proporción a *Horismenus cupreus* (Figura 6), ambas especies reportadas como parasitoides primarios de *L. coffeellum*, y consideradas como las más importantes en Colombia (6).

Las larvas de minador son depredadas por avispas del género *Polistes* sp. y *Polybia* sp. (Hymenoptera: Vespidae), sin embargo la acción de éstos es mucho menor en comparación a los parasitoides. Las minas depredadas se reconocen por el corte bilacerado que hacen las avispas con sus mandíbulas para extraer y devorar las larvas de minador (Figura 7a). Igualmente las larvas de *Chrysopa* son depredadoras de las larvas de minador.

Las poblaciones del minador en todos sus estados biológicos son altamente susceptibles al ataque del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*, según experimentos realizados en Brasil (25). También se tiene reportado el posible ataque del hongo *Beauveria bassiana* sobre pupas de minador (6).

Control etológico: La principal forma de comunicación entre los insectos es a través de los olores; la hembra adulta de minador es capaz de emitir una feromona sexual (señales químicas), para avisar al macho que

Tabla 1. Lista de parasitoides y depredadores de *L. coffeellum* de acuerdo al estado de desarrollo que parasitan y el tipo de comportamiento (ecto/endoparasitoide/depredador) reportados para Colombia.

Familia/Taxon del parasitoide	Estado de desarrollo del huésped	Comportamiento
Hymenoptera: Eulophidae		
<i>Achrysocharoides</i> sp.	larva del minador	endoparasitoide
<i>Aprostocetus</i> sp.	larva del minador	ectoparasitoide
<i>Cirrospilus</i> sp.	larva del minador	ectoparasitoide
<i>Chrysocharis</i> sp.	larva del minador	endoparasitoide
<i>Chrysocharis livida</i>	larva del minador	endoparasitoide
<i>Closterocerus coffeellae</i> *	larva del minador	endoparasitoide
<i>Closterocerus lividus</i>	larva del minador	endoparasitoide
<i>Eulophus</i> sp.	larva del minador	ectoparasitoide
<i>Elachertus</i> sp.	larva del minador	ectoparasitoide
<i>Horismenus cupreus</i> *	larva del minador	ectoparasitoide
<i>Pnigalio sarasolai</i> *	larva del minador	ectoparasitoide
<i>Tetrastichus</i> sp.*	larva del minador	ectoparasitoide
<i>Zagrammosoma multilineatum</i>	larva del minador	ectoparasitoide
<i>Zagrammosoma zebralineatum</i>	larva del minador	ectoparasitoide
<i>Proacrias coffeae</i>	larva de parasitoide	hiperparasitoide
Hymenoptera: Braconidae		
<i>Allobracon primus</i>	larva	endoparasitoide
Hymenoptera: Vespidae		
<i>Polistes</i> sp.*	larva	depredador
<i>Polybia</i> sp.*	larva	depredador
Neuroptera: Chrysopidae		
<i>Chrysopa</i> sp.*	larva	depredador

* especies registradas en Neira, Caldas.

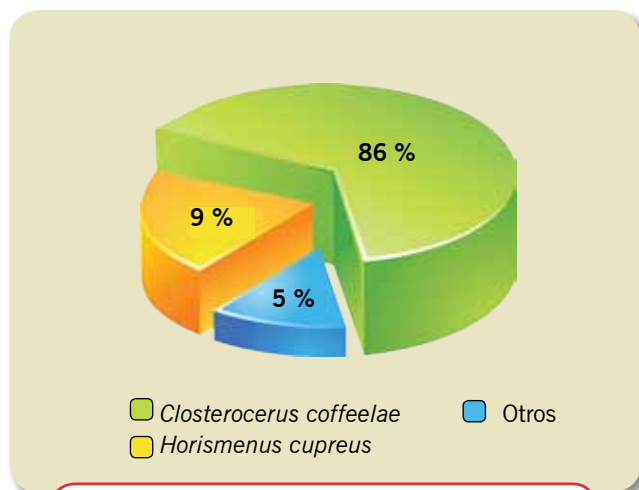


Figura 6. Porcentajes de parasitoides de larvas de *Leucoptera coffeellum* según la especie. Finca La Sirena (Neira, Caldas), a 1.700 m.

está lista para ser copulada. Las feromonas son señales químicas volátiles que son recibidas por otro insecto de la misma especie y pueden causar un comportamiento como la cópula (12). En el caso del macho adulto del minador, éste percibe la feromona de hembra y emprende su búsqueda hasta encontrarla y fertilizarla.

Francke y colaboradores (9) identificaron los componentes principales de la molécula de esta feromona y una vez conocida la molécula química se sintetizó y se produjo masivamente para su uso como cebo en trampas para monitoreo de la plaga o en la técnica de confusión sexual (1).

La técnica de confusión sexual consiste en saturar el ambiente con feromonas para que los machos no



Figura 7. a. Mina depredada por avispas *Polistes* y *Polybia*. Nótese el corte bilacerado sobre la mina y la ausencia de larvas de minador; **b.** Trampa tipo delta cebada con feromona para la captura de adultos de minador.

puedan distinguir las señales enviadas por las hembras, siguiendo falsas pistas emitidas por los liberadores de la feromona sintética. Con esta feromona se satura el sistema olfativo del insecto plaga y los machos quedan perdidos por la cantidad de señales enviadas en el campo. Al perfeccionar esta técnica se podría controlar esta plaga evitando el uso de insecticidas químicos, los cuales han causado problemas de resistencia y desequilibrios en el agroecosistema en Brasil.

La utilización de monitoreo de adultos de *L. coffeellum* utilizando trampas fue probada y validada en Brasil (2), donde es considerada la principal plaga de café. De acuerdo con los reportes, en cuatro hectáreas de café (topografía plana y distancia de siembra de 2,5 x 5,0 m), es posible monitorear las poblaciones de machos adultos de *L. coffeellum* con una sola trampa conteniendo la feromona sintética (Figura 6D).

Resistencia varietal: Esta estrategia consiste en obtener o seleccionar variedades de café que tengan algún metabolito secundario o compuesto químico que cause detrimento en el desarrollo del insecto (antibiosis) o a través de plantas que produzcan barreras de tipo físico, como el espesor de la hoja, o químico que eviten que el insecto produzca huevos o se alimente (antixenosis).

Para el caso del minador se han identificado diferentes niveles de resistencia en el género *Coffea* (10). Las especies *C. stenophylla*, *C. salvatrix*, *C. liberica* var. *liberica*, *C. brevipes*, *C. jasminooides* y *C. farafaganensis* de origen africano, han sido consideradas resistentes, debido a la alta mortalidad de las larvas, y como consecuencia, se da la reducción del área foliar lesionada. *Coffea kapakata*, *C. eugenioides*, *C. racemosa*, *C. liberica* var. *dewevrei*, *C. humilis*, *C. tetragona*, *C. tsirananae*, *C. resinosa*, *C. millotii*, *C. bertrandii*, *C. dolichophylla* y *C. bonnieri* son consideradas moderadamente resistentes, y *C. congensis*, *C. sessiliflora*, *P. travancorensis* y *C. perrieri*, moderadamente susceptibles a *L. coffeellum* (10,23) .

Otra forma de obtener plantas de café con resistencia al minador es mediante el uso de la biotecnología, a través de la incorporación de genes de organismos diferentes al café como es el caso del gen *cry1Ac* de la bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis* que es específica para el control de larvas de lepidópteros. Perthuis *et al.* (22) desarrollaron plantas de café modificadas genéticamente con la incorporación de un gen sintético *cry1Ac*, las cuales presentaron una resistencia estable al minador en el campo, durante cuatro años en la Guayana Francesa.

Control químico: En Colombia no se justifica el uso de insecticidas químicos para el control del minador de café, debido a que en la mayoría de los casos las poblaciones de esta plaga son controladas por los enemigos naturales nativos (Tabla 1). Cuando los niveles de infestación superan el 30% de infestación y los niveles de parasitismo son menores de 20% se recomienda la aplicación, solo en focos, con un insecticida de baja o mediana toxicidad al ambiente, sistémico o traslaminar y con registro ICA.

En Brasil esta plaga se reportó desde 1851 y solo hasta 1970 empezó a causar pérdidas de importancia económica, debido a los cambios de las condiciones

agroecológicas en las cuales la plaga se mantenía en equilibrio con los controladores biológicos (24). El aumento del área en café condujo a la modificación de las distancias de siembra, el uso masivo de herbicidas condujo a la eliminación de las plantas que le servían de refugio y alimento de las poblaciones de los enemigos naturales, y finalmente, se produjeron explosiones de la plaga, que han tenido que ser manejadas mediante control químico (24). Esta dependencia a los insecticidas, la cual ha aumentado los costos de producción en Brasil, ha llevado a la aparición de insectos resistentes.

En Brasil existen cerca de 83 productos comerciales para el control de esta plaga, que corresponden a más de 30 ingredientes activos (16). Con esta experiencia, es imperioso proteger al máximo los enemigos naturales del minador del café en Colombia para evitar la dependencia a productos químicos y contribuir con la economía del caficultor y la protección del agroecosistema cafetero.

Agradecimientos

Al Servicio de Extensión de Caldas; al ingeniero agrónomo Felipe Toro, del Comité de Cafeteros de Neira, por el apoyo en el campo; al caficultor Édgar Valencia, del Municipio de Neira (Caldas), por permitirnos tomar los registros; a los auxiliares Diana Soraya Rodríguez y José Edwin Gómez, por su ayuda en las evaluaciones de campo, durante el proceso de este estudio.

Literatura citada

1. AMBROGI, B. G.; LIMA E. R. ; SOUTO, L. Efficacy of mating disruption for control of the coffee leaf miner. *BioAssay* 1: 1-5. 2006.
2. BACCA, T.; LIMAS, E.R.; PICANDO, M. C.; GUEDES, R.N.C.; VIANA, J. H. Optimum spacing of pheromone traps for monitoring the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 119:39-45. 2006.
3. BRADLEY, J.D. Taxonomic notes of *Leucoptera meyricki* Ghesq. and *Leucoptera coffeella* (Guer-Men.) (Lepidoptera: Lyonetiidae). *Bulletin of Entomological Research* 49: 417-419. 1958.
4. BUSTILLO, A. E. P. El minador de la hoja del café, *Leucoptera coffeellum* (Lepidoptera: Lyonetiidae). p. 360-363. En: Bustillo P., A.E. Los Insectos y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná, FNC: Cenicafé, 2008 . 466 p.
5. CÁRDENAS, R.; BENAVIDES G., M. El minador de las hojas del café (*Leucoptera coffeella*). Chinchiná:Cenicafé, 1974. 4 p.(Avances técnicos No. 35).
6. CÁRDENAS, R. El minador de las hojas del café. *Boletín Técnico Cenicafé* No. 14:1-31. 1991.
7. CANTOR, F.; CÁRDENAS, R. Aclaraciones sobre el nombre científico del minador del café. *Revista Colombiana de Entomología* 27 (1-2):87-88. 2001.
8. FRAGOSO, D.B.; GUEDES, R.N.C.; PICANCO, M.C.; ZAMBOLIM, L. Insecticide use and organophosphate resistance in the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). *Bulletin of Entomological Research* 92: 203-212. 2002.
9. FRANCKE, W.; TÓTH, M.; SZÖCS, G.; KRIEG, W.; ERNEST, H.; BUSCHMANN, E. Identifizierung and Synthese von Dimethylalkanen als Sexuallockstoffe weiblicher Miniermotten (Lyonetiidae). *Zeitschrift für Naturforschung* 43: 787-789. 1988.
10. GUERREIRO, F.O. Coffee leaf miner resistance. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 18(1):109-117. 2006.
11. GREEN S., D. A proposed origin of the Coffee leaf-miner, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville) (Lepidoptera: Lyonetiidae). *Bulletin of the Entomological Society of America* 30:30-31. 1984.
12. JONES, O.T. Practical applications of pheromones and other semioquímicos p. 261-355. En: Howse, P.E. Stevens, I.; Jones, O. Eds. *Insect pheromones and their use in pest management*. London, Chapman & Hall. 1998. 369 p.
13. IDEAM. Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático. 2007. 97 p.
14. LOMELLI, R.J. Natural enemies and mortality factors of the coffee leafminer *Leucoptera coffeella* (Guerin-Meneville) (Lepidoptera:Lyonetiidae) en Chiapas, Mexico. *Texas A& M University*. 2007. 203 p. PhD thesis
15. LOMELLI, R.J.; BARRERA, J.F.; BERNAL, J. Impacts of weather, shade cover and elevation on coffee leaf miner *Leucoptera coffeella*. *Crop protection* 29: 1039-1048. 2010.

16. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DO BRASIL. Agrofit. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. [En línea] 2003. http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons Consultado el 12 de Abril de 2011.
17. NANTES JFD.; PARRA JRP. Avaliação de danos causados por *Perileucoptera coffeella* (Guérin – Méneville, 1842) (Lepidoptera-Lyonetiidae), em três variedades de café (*Coffea spp.*). O Solo 69:26-29.1977.
18. PALIZ, V.; MENDOZA, J. Plagas del cafeto. pp. 144-166. En: Sotomayor, H. I (Ed.) Manual del Cultivo del Café, Estación Experimental Pichilingue, Quevedo, Ecuador. 1993. 166 p.
19. PARMESAN, C. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. Annual Review of Ecology, evolution and systematic. 37: 637- 669. 2006.
20. PARRA, J.R.P. Biología comparada de *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville, 1842) (Lepidoptera, Lyonetiidae) visando ao seu zoneamento ecológico no estado de São Paulo. Revista Brasileira de Entomologia. 29: 45-76. 1985.
21. PEREIRA, E.J.; PICANÇO, M.C.; BACCI, L.; CRESPO, A.L.; GUEDES, R.N.C. Seasonal mortality factors of the coffee leafminer, *Leucoptera coffeella*. Bull. Entomol. Res. 97: 421-432. 2007.
22. PERTHUIS, B.; PRADON, J.L. ; MONTAGNON, C.; DUFOUR, M.; LEROY, T. Stable resistance against the leaf miner *Leucoptera coffeella* expressed by genetically transformed *Coffea canephora* in a pluriannual field experiment in French Guiana. Euphytica 144: 321–329. 2005.
23. RAMIRO, D. A.; GUERREIRO, O.; QUEIROZ, R. B.; MATTHIESEN, S. C. Caracterização anatômica de folhas de cafeeiros resistentes e suscetíveis ao bicho-mineiro. Bragantia. 63:363–372. 2004.
24. SOUZA, J.C.; REIS, P.R.; RIGITANO R.L. O bicho mineiro do cafeeiro: biologia, danos e manejo integrado. Boletim Técnico EPAMIG No. 54: 1-48. 1998.
25. VILLACORTA, A. Ovicidal activity of *Metarhizium anisopliae* isolate CM-14 on the coffee leaf miner. *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). Entomophaga 28:179-184. 1983.
26. WALLER, J.M.; BIGGER, M.; HILLOCKS, R.J. Coffee pests, diseases and their management. CABI. Wallingford, Oxfordshire, U.K. 2007. 434p.
27. WALTHER, G.R.; POST, E.; CONVEY, P.; MENZEL, A.; PARMESAN, C.; BEEBEE, T.J. Ecological responses to recent climate change. Nature 416: 389-395. 2002.
28. WILSON, R.; DAVIES, Z. G.; THOMAS, C. Insects and climate change: Processes, Patterns and Implications for Conservation. p. 245-278. En: Stewart, A.J.A., New, T.R., Lewis, O.T. (Eds). Insect Conservation Biology. CABI. Wallingford, Oxfordshire, U.K. 2007. 278 p.

