

Captura de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) en trampas con feromona sexual y su intensidad de daño

Capture of *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) in sex pheromone traps and damage intensity

TITO BACCA¹, RODRIGO M. SARAIVA² y ERALDO R. LIMA³

Resumen: El monitoreo de machos de minador del café *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae), fue evaluado utilizando trampas cebadas con feromonas sexuales. Se realizaron evaluaciones de las poblaciones de los machos de *L. coffeella* y del porcentaje de hojas minadas y huevos en siete cafetales, localizados en la región del Triângulo Mineiro y en la Zona da Mata, MG, Brasil. El periodo de evaluación varió entre 6 a 20 meses. Se verificó la variación de las capturas de machos entre las diferentes regiones. Para el Triângulo Mineiro se encontró una relación positiva entre la captura de machos y el porcentaje de hojas minadas ($R^2 = 0.79$). Para la Zona da Mata esta relación fue significativa, aunque baja ($R^2 = 0.06$). En esta última región, también se observó una relación significativa entre la captura de machos y los huevos de esta plaga ($R^2 = 0.34$). De las variables climáticas analizadas, la reducción de temperatura promedio favoreció la infestación de los cafetales y la captura de los machos. Los resultados de este estudio sugieren que existe una relación significativa entre la captura de machos y la densidad poblacional de *L. coffeella*. Por lo tanto, se recomienda el uso de estas trampas con feromonas sexuales para el monitoreo del minador del café.

Palabras clave: Minador de café. *Coffea arabica*. Muestreo.

Abstract: The use of pheromone traps was tested for monitoring males of the coffee leaf miner, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae). Insect sampling was carried out in seven coffee plantations under different agronomic conditions in the two regions - Triângulo Mineiro and Zona da Mata, MG, Brazil. The sampling period ranged from 6 to 20 months. The locality significantly affected male capture. Among the weather variables analyzed, the decrease in the average temperature favored higher infestations of *L. coffeella* in coffee plants and higher male capture. A positive relation between male capture and percent of leaves mined ($R^2 = 0.79$) was observed in the Triângulo Mineiro while in Zona da Mata this relationship was weak, although significant ($R^2 = 0.06$). In this last region, a positive and significant correlation between males captured and pest eggs was observed ($R^2 = 0.34$). The results of this study suggest that there is a significant correlation between the male capture by pheromone traps and the population density of *L. coffeella*, emphasizing the potential of pheromone traps for monitoring the coffee leaf miner.

Key words: Coffee leaf miner. *Coffea arabica*. Sampling.

Introducción

En Brasil la plaga de mayor importancia económica en el cultivo del café, es el minador de las hojas *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae). En los programas de manejo integrado de esta plaga, las poblaciones del insecto son muestreadas utilizando hojas minadas (Vieira *et al.* 1999). En esta práctica generalmente se requiere de un elevado número de muestras para obtener un alto grado de precisión, lo que implica altos costos por mano de obra (Vieira *et al.* 1999). Otra forma de muestrear las poblaciones de *L. coffeella* es mediante el uso de trampas cebadas con feromonas sexuales (Ambroggi *et al.* 2006; Bacca *et al.* 2006, Bacca *et al.* 2008).

El monitoreo de los lepidópteros plagas mediante el uso de trampas con feromonas es una herramienta importante en el manejo integrado de plagas. La captura de machos es un buen indicativo para determinar la intensidad del ataque de las larvas de lepidópteros en los cultivos agrícolas (Wall 1989; Jones 1998). Sin embargo, algunos estudios han demostrado que no siempre, es posible determinar umbrales de acción a partir del número de adultos capturados en estas trampas (Hallet *et al.* 1995; Asaro *et al.* 2004).

Para realizar predicciones de explosiones poblacionales de plagas, utilizando umbrales de acción, es necesario establecer las relaciones funcionales entre las densidades de los adultos capturados en las trampas con feromona y las intensidades de ataque de las larvas en diferentes condiciones ambientales (Wall *et al.* 1987). Existen varios ejemplos de correlaciones positivas entre la captura de los machos y el daño de la plaga (Polavarapu y Seabrook, 1992; Latheef *et al.* 1991; Faccioli *et al.* 1993; McBrien *et al.* 1994; Evenden *et al.* 1995; Asaro y Berisford 2001). Sin embargo, la relación entre la captura de machos en las trampas con feromona y la densidad de larvas, puede ser significativa y positiva, pero puede variar entre los años de evaluación (McNally y Van Steenwyk 1986), entre regiones y entre plantas hospederas (Allen *et al.* 1986). Otros factores bióticos y abióticos, también pueden inducir una falta de una correlación positiva entre la captura de machos de polillas en las trampas y la intensidad del ataque de la plaga (Mcneil 1991). En este sentido se puede citar, la competencia entre hembras (Cardé 1979; Elkinton y Cardé 1984a; Kondo y Tanaka 1994), la diferencia de tiempo entre las capturas y el muestreo de la densidad poblacional de las plagas (Campion 1984), la baja densidad de la plaga (Wall 1989) y las condiciones climáticas que pueden alterar la biología de la plaga.

¹ D. Sc. Profesor Asociado, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Torobajo, Pasto, Nariño, Colombia. *titobacca@gmail.com*. Autor para correspondencia. ² M. Sc. Estudiante de Doctorado, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitopatologia, Viçosa MG 36571-000, Brasil. *rodrigo.msaraiva@gmail.com*. ³ D. Sc. Profesor Adjunto, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Biologia Animal, Viçosa MG 36571-000, Brasil. *mothman@ufv.br*.

Lima (2001) propone la utilización de un prototipo de trampa cebada con feromona sexual sintética de la hembra del minador del café, en programas de monitoreo de esta plaga. Por lo tanto, es importante evaluar si las capturas de machos de *L. coffeella* reflejan la densidad poblacional del insecto, para poder implementar programas de muestreo utilizando esta herramienta (Bacca *et al.* 2008). En este sentido, el objetivo de este trabajo fue determinar la relación entre el número de machos capturados en las trampas con feromona sexual y el porcentaje de hojas minadas y número de huevos de *L. coffeella* en cultivos de café bajo diferentes condiciones agronómicas.

Materiales y Métodos

Localidades. Los experimentos se realizaron en siete cafetales *Coffea arabica* L. localizados en la Zona da Mata y en el Triângulo Mineiro, Estado de Minas Gerais, Brasil (Tabla 1). En estas fincas no se realizaron aplicaciones de insecticidas, excepto en Paula Cândido (Zona da Mata), donde se hizo una aplicación de insecticida Polytrim 40/400 CE (cipermetrina y prenofos) (200 ml/ha) en septiembre de 2004. Este cafetal fue el único irrigado, según los requerimientos hídricos del cultivo. Los datos climáticos (temperaturas y precipitación) se obtuvieron en las estaciones climatológicas de cada municipio. Los experimentos se realizaron durante octubre de 2003 a mayo de 2005.

Trampas. Se utilizaron trampas tipo delta (Biocontrol®) de color blanco, con una base de base de 20 x 20 cm y una altura de 11 cm con una pastilla de feromona sexual del minador del café (mezcla racémica 5,9-dimetilpentadecano, sintetizado por Fuji Flavor Co. Ltda., Tokio, Japón). La feromona se usó en una dosis de 300 µg/pastilla, estas se cambiaron cada 30 días, junto con el piso adhesivo de la trampa (Biocontrol®). Las trampas se colocaron en el árbol de café entre 20 y 50 cm del nivel del suelo, espaciadas a 20 metros entre estas, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. El número de trampas por ha fue variado en cada lugar de evaluación (Tabla 1), estas fueron distribuidas al azar a por lo menos 10 metros de los bordes de cada cafetal.

Monitoreo. Este fue realizado cada 8 y 15 días en el Triângulo Mineiro y Zona da Mata respectivamente, en cada muestreo se retiraron los machos de minador de café de las trampas. Para evaluar el porcentaje de hojas minadas, estas se muestrearon aleatoriamente en 20 árboles por hectárea,

tomando 4 árboles para el área de influencia de la trampa. Por cada planta, se evaluaron diez hojas de las ramas del tercio medio del árbol, se retiró la cuarta o quinta hoja a partir del ápice de la rama. Las hojas se colocaron en una bolsa plástica para posteriormente determinar el porcentaje de hojas con minas activas (con larvas vivas) (Oliveira 2003). Adicionalmente, en las cinco localidades de la Zona da Mata, se realizaron conteos de los huevos por cada 100 hojas muestreadas, utilizando un microscopio estereoscópico (en aumento 30X).

Análisis Estadísticos. Para determinar la influencia de los factores climáticos en las variables de respuesta analizadas, se realizaron correlaciones canónicas entre los datos climáticos (temperatura promedio, mínima, máxima y precipitación) y las capturas de los machos y el porcentaje de hojas minadas (PROC CANCORR; SAS Institute 2001). Se realizó una regresión general del porcentaje de hojas minadas y el número de machos capturados de las regiones estudiadas (PROC GLM; SAS Institute, 2001). Para determinar si la región (Triângulo Mineiro y Zona da Mata) afectó la relación entre porcentaje de hojas minadas y captura de macho se realizó un análisis de covarianza, usando como covariable cada localidad (Tabla 1) (PROC GLM; SAS Institute, 2001).

Cuando se encontró un efecto significativo de la localidad en el análisis de covarianza, se realizaron regresiones lineales para cada región estudiada. Se usó el porcentaje de hojas minadas o el número de huevos como variable independiente y la captura de machos como variable dependiente. Se realizaron regresiones entre la captura de machos y el porcentaje de hojas minadas o huevos para los mismos periodos de evaluación.

También se realizaron pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante el uso del procedimiento UNIVARIATE (SAS Institute 2001). Para verificar si los datos estaban de acuerdo con los postulados de la estadística paramétrica, se realizaron las transformaciones pertinentes.

Resultados

Fluctuación poblacional de *L. coffeella*. En la Zona da Mata se encontraron las mayores poblaciones de adultos, huevos y de hojas minadas correspondientes al segundo semestre del año. El aumento de la densidad de la plaga principalmente de adultos, se inició en marzo, manteniéndose hasta noviembre, después de esta fecha, las poblaciones bajaron hasta abril (Figs. 1 y 2). Para la región del Triângulo Mineiro las pobla-

Tabla 1. Características de los cafetales donde se realizaron los experimentos en la Zona da Mata¹ y Triângulo Mineiro².

Localidad	Trampas (No.)	Tiempo evaluado (meses)	Frecuencia de las evaluaciones (días)	Inicio y fin de las evaluaciones (mes y año)	Área (ha)	Variedad	Edad del cafetal (años)	Densidad de siembra (m)	Altitud (msnm)
Patrocínio BV13 ¹	72	6	8	12/04 – 05/05	30	Tupi	5	5 X 2,5	870
Patrocínio BV8 ¹	72	6	8	12/04 – 05/05	14	Mundo Novo	17	4 X 1	870
Viçosa UFV ²	10	20	15	10/03 – 05/05	1	Catuai	27	3,5 X 2	644
Viçosa Silvestre ²	5	12	15	04/04 – 04/05	1	Catuai	13	4 X 1	694
Paula Cândido ²	5	12	15	04/04 – 04/05	2	Topázio	3	2X1	703
Coimbra 1 ²	5	12	15	04/04 – 04/05	2	Catuai	5	2 X 1	681
Coimbra 2 ²	5	12	15	04/04 – 04/05	2	Catuai	5	2 X 1	665

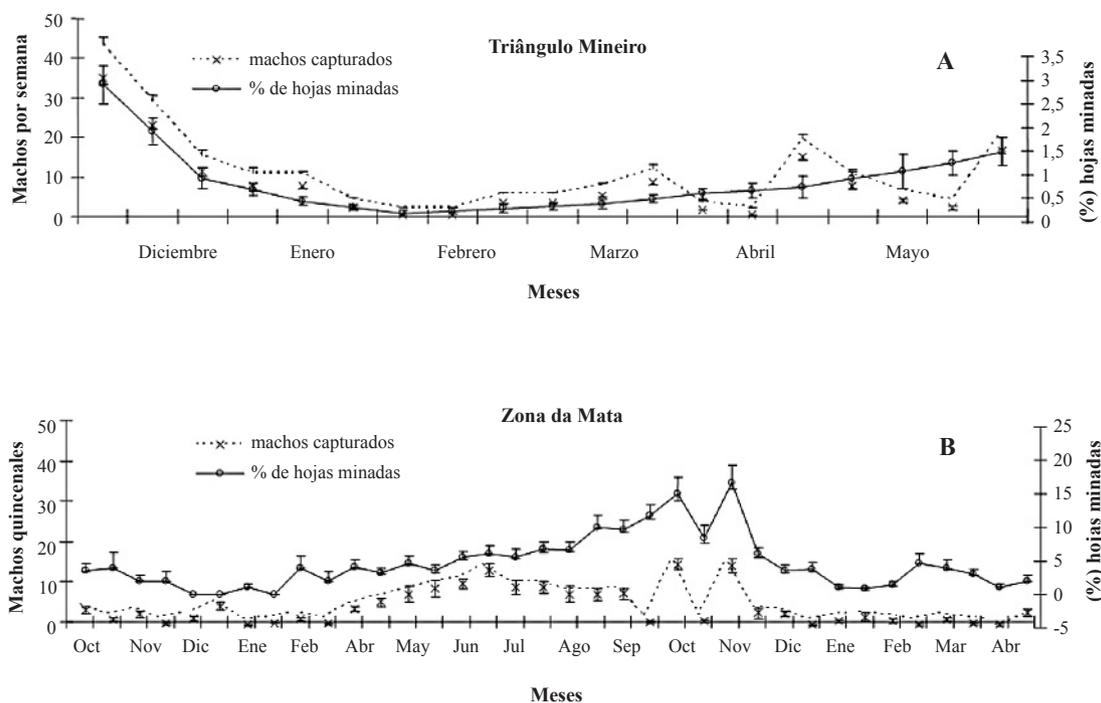


Figura 1. Fluctuación poblacional (promedio \pm error estándar) de los machos y porcentaje de hojas minadas por *L. coffeella* para el Triângulo Mineiro (A) y para la Zona da Mata (B), de Minas Gerais de 2003 al 2005.

ciones permanecieron bajas desde enero hasta abril, en mayo se registró un aumento de la población (Fig. 1A).

En la región del Triângulo Mineiro se observaron las mayores capturas que en la Zona da Mata, llegando a obtener una media de 40 machos/trampa/semana en el mes de diciembre (Fig. 1A). En la Zona da Mata, la máxima captura de adultos fue de 16 machos/trampa/quincena en el mes de octubre. Con relación a las hojas minadas, se observó que las mayores intensidades de ataque ocurrieron en la Zona da Mata (máximo de 16% de hojas minadas) que en el Triângulo Mineiro (máximo de 3% de hojas minadas). El aumento de las poblaciones en ambas regiones ocurrió en la época de sequía y de disminución de la temperatura (entre mayo y agosto, Fig. 3). Además de esto en las dos regiones, la menor población coincidió con el aumento de la precipitación y temperatura (Figs. 1, 2, 3 y 4).

Correlaciones entre las poblaciones de *L. coffeella* y las variables climáticas. Se determinó una correlación signifi-

cativa entre las variables climáticas (precipitación, temperatura promedio) con el porcentaje de hojas minadas por *L. coffeella* para las dos regiones analizadas (Wilk's $\lambda = 0.94$; $F = 2.29$; $df_{num/den} = 4/328$; $P < 0.05$). De los dos ejes generados, el primero eje canónico fue significativo (Tabla 2). Las correlaciones y coeficientes canónicos, mostraron que existe una disminución en la temperatura media que está relacionada con el aumento en el porcentaje de hojas minadas por *L. coffeella* para las dos regiones (Tabla 2, Figs. 1, 2, 3 y 4). La correlación simple del porcentaje de hojas minadas y temperatura promedio fue significativa ($R^2 = -0.22$; $P = 0.004$).

Relaciones entre las capturas de adultos machos y hojas minadas y huevos de *L. coffeella*. La regresión general de las dos regiones para la captura de machos y hojas minadas no fue significativa ($R^2 = 0.12$; $P < 0.139$). Según el análisis de covarianza, se verificó que existe efecto significativo de las regiones estudiadas (Triângulo Mineiro e Zona da Mata)

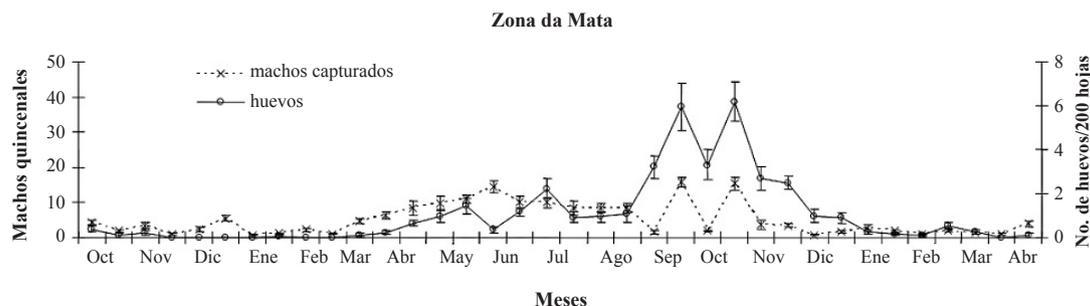


Figura 2. Fluctuación poblacional (promedio \pm error estándar) de machos y huevos de *L. coffeella* para la Zona da Mata, de Minas Gerais, de octubre de 2003 a mayo de 2005.

Tabla 2. Correlación canónica entre la captura de machos, porcentaje de hojas minadas de *L. coffeella* y las variables climáticas del Triângulo Mineiro y la Zona da Mata.

Variables	Pares Canónicos			
	Primero		Segundo	
	Coficiente	Correlación	Coficiente	Correlación
Variables de la plaga				
Captura de machos	0.17	0.29	-0.99	-0.95
% hojas minadas	0.96	0.99	0.29	-0.17
Variables climáticas				
Temperatura promedio	-1.00	-1.00	-0.48	0.007
Precipitación	0.008	-0.43	1.11	0.90
R	0.22		0.07	
F aproximado	2.29		0.76	
Grados de libertad (numerador/denominador)	4/328		1/165	
P	0.05		0.38	

en las capturas de machos ($F = 2,82$; $P < 0.01$). Por lo tanto, las condiciones ambientales y las poblaciones de *L. coffeella* de cada región afectaron las capturas de los machos. Por esta razón, se realizaron las regresiones de las capturas en función del porcentaje de hojas minadas, tanto en la región de la Zona da Mata como en el Triângulo Mineiro por separado, contribuyendo en la disminución de la variabilidad producida por los factores ambientales locales (Figs. 5 y 6).

Cuando se comparó tanto los machos capturados como los huevos con las hojas minadas del mismo tiempo de muestreo, se obtuvieron los mayores coeficientes de determinación y significancia (Figs. 5, 6 y 7).

Las regresiones lineales entre los machos capturados y el porcentaje de hojas minadas de las localidades de la Zona da

Mata ($R^2 = 0.06$; $P = 0.008$) y Triângulo Mineiro ($R^2 = 0.78$; $P < 0.0001$) fueron altamente significativas (Figs. 5 y 6). Para la Zona da Mata se encontró una relación positiva entre la captura de machos y el número de huevos de *L. coffeella* ($R^2 = 0.34$; $P < 0.0001$) (Fig. 7).

Discusión

El monitoreo de *L. coffeella* utilizando trampas con feromonas, debe ser iniciado en mayo y a finales de diciembre para la región estudiada. Esta recomendación se basa porque en este periodo se presentaron las mayores capturas y porcentajes de hojas minadas y también por los registros poblacionales determinados por Souza *et al.* (1998) y Silva (2003).

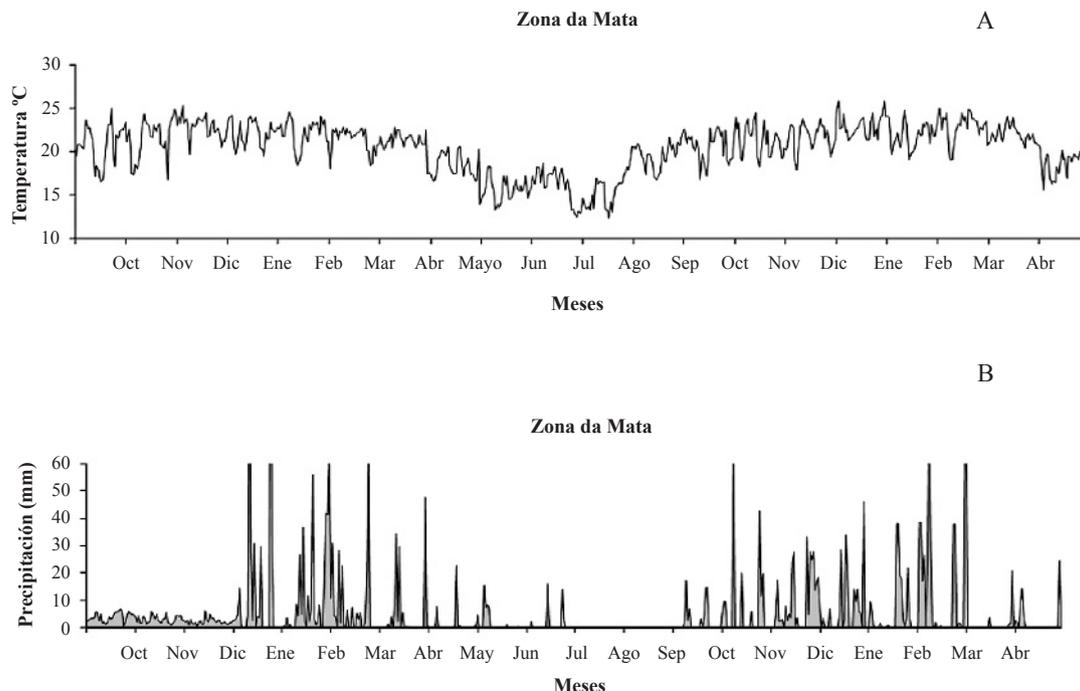


Figura 3. Datos climáticos de temperatura (°C) promedio (A) y precipitación (B) para la Zona da Mata, Minas Gerais, de octubre de 2003 a mayo de 2005.

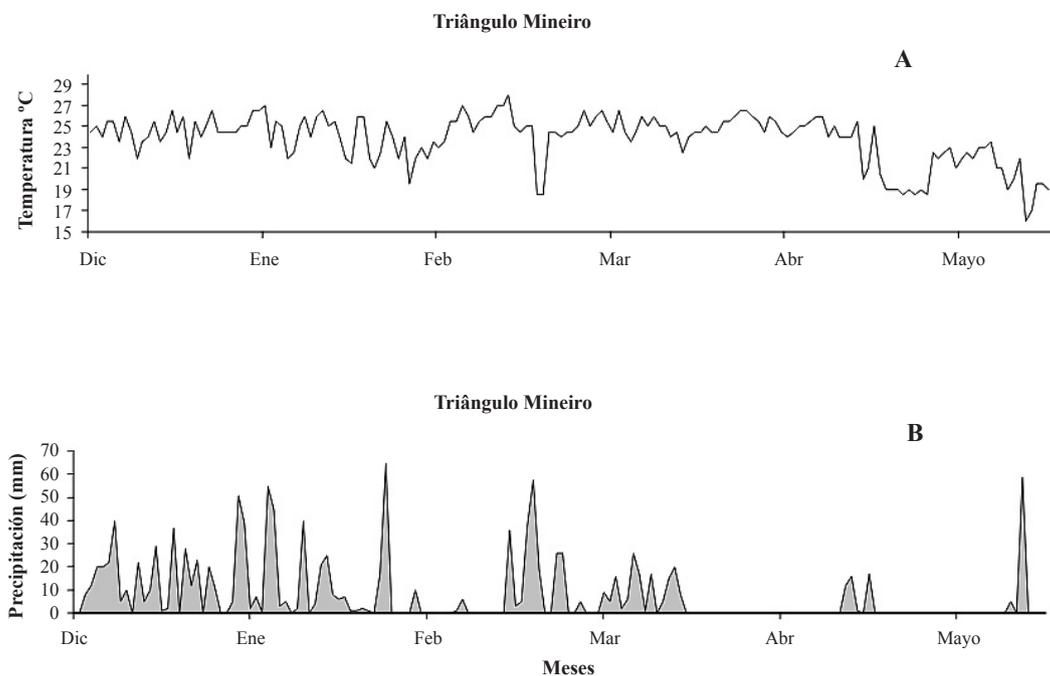


Figura 4. Datos climáticos de temperatura (°C) promedio (A) y precipitación (B) para el Triângulo Mineiro, Minas Gerais de diciembre de 2004 a mayo de 2005.

La relación entre la captura de machos en las trampas de feromonas y la intensidad del ataque de insecto en las hojas de café, depende de factores bióticos y abióticos, tales como: la competencia ejercidas entre la feromona emitida por las hembras y las trampas (Cardé 1979; Elkinton y Cardé 1984a; Kondo y Tanaka 1994), la diferencia del lapso temporal entre las capturas y el muestreo de la densidad poblacional de la plaga (Campion 1984), cuando la densidad de la plaga es muy baja (Wall 1989), además las condiciones climáticas pueden alterar la biología de la plaga afectando la receptividad de la feromona sexual. Las capturas de los insectos en las trampas con feromona, están directamente relacionadas con las condiciones climáticas, que afectan a los machos en la recepción de la feromona emitida por la trampa (Jones 1998).

Por otra parte, la densidad de *L. coffeella* en las plantas (porcentaje de hojas minadas y número de huevos) puede ser afectada por la acción directa de las lluvias y el control biológico ejercido por los parasitoides y depredadores (Pereira *et al.* 2007).

En cuanto a la relación general entre la captura de machos y el porcentaje de hojas minadas, para todas las localidades no fue significativa. Sin embargo, cuando se realizó una regresión por cada región esta fue significativa. Este hecho puede indicar diferencias entre las poblaciones del minador de café del Triângulo Mineiro y la Zona da Mata. Sanders (1988) reporta una variación similar en relación el muestreo de larvas de *Choristoneura fumiferana* Clemens y la captura de los machos de esta especie en trampas con feromona. Allen *et al.* (1986) quienes trabajaron también con *C. fumiferana* encontrando altas correlaciones entre estas dos variables cuando se separa la variabilidad ejercida por las localidades y los factores climáticos. Evenden *et al.* (1995) verificaron que las regresiones de las capturas de los machos de *Lambdina fiscellaria* Hulst en función de las densidades de larvas y pu-

pas presenta mayor coeficiente de regresión, cuando los datos fueron separados por fechas.

Lima (2001) sugiere que los machos de *L. coffeella* de la Zona da Mata son estimulados fuertemente por el esteroisómero 5S,9S-dimetilpentadecano (S,S) (componente de la feromona de la hembra *L. coffeella*) a diferencia de los machos del Triângulo Mineiro, que fueron poco atraídos por esa sustancia. Varios estudios han demostrado que poblaciones heterogéneas de insectos pueden producir feromonas con diferencia en la calidad (McElfresh y Millar 1999; Anderbrant *et al.* 2000). Las intensas aplicaciones de insecticidas que normalmente son hechas en el Triângulo Mineiro (Fragoso *et al.* 2002), pueden haber ejercido una presión de selección en *L. coffeella*, llevando a cambios de los canales de comunicación de estos insectos (Löfstedt 1993), sugiriendo así una posible explicación a los resultados encontrados.

Además de estos los factores bióticos y abióticos pueden haber influenciado en la relación entre las capturas de machos y la intensidad del ataque del insecto, siendo necesario más estudios. Otro hecho que manifiesta la variación poblacional del minador del café, es debido a las constantes modificaciones taxonómicas que *L. coffeella* ha venido sufriendo desde su primer registro en 1860 hasta los días actuales, esto puede ser el reflejo de las variaciones poblacionales que presenta esta especie (Fonseca 1944; Fragoso *et al.* 2002).

Las diferencias observadas en las regresiones entre el Triângulo Mineiro y la Zona da Mata (Figs. 5 y 6) pueden ser consecuencia de la diferencia del número de trampas utilizadas y por la frecuencia de evaluación de las trampas entre las dos regiones (Tabla 1), además de las condiciones ambientales y las poblaciones locales.

Las diferencias de las condiciones de fincas en las regiones estudiadas, tanto en edad del cafetal, densidad de siembra, topografía, altitud, variedades podrían afectar la emisión de la feromona y posiblemente afectarían la captura de los

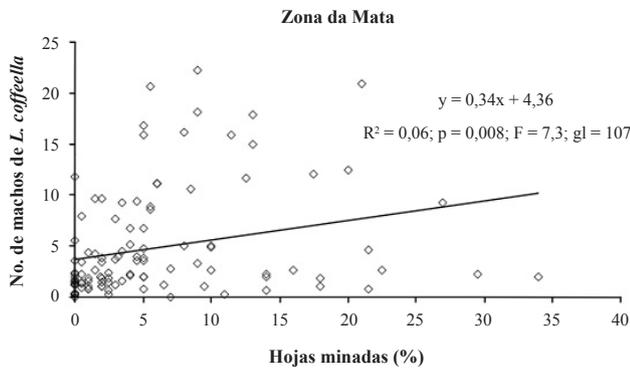


Figura 5. Regresión entre la captura quincenal de machos adultos de *L. coffeella* y el porcentaje de hojas minadas para la Zona da Mata, Minas Gerais.

machos de *L. coffeella* (Tabla 1) (Ambrogi *et al.* 2006; Bacca *et al.* 2006). En el Triângulo Mineiro, el sistema de producción es industrial, donde predomina la uniformidad de las prácticas agronómicas, además de esto la topografía es plana. En la Zona da Mata el sistema de agricultura es familiar, caracterizado por diversidad en el manejo del cultivo y por la topografía irregular. Estos factores posiblemente contribuyeron para la obtención de una mayor homogeneidad en Triângulo Mineiro que en la Zona da Mata, lo que puede ser reflejado en los coeficientes de regresión (Figs. 6 y 7). Según Elkinton y Cardé (1984b), la feromona sigue la trayectoria del viento y puede ser influenciada por la arquitectura de las plantas. Por lo tanto, el flujo de la feromona generada por las trampas, en las diferentes densidades de siembra y alturas de la planta de este experimento, posiblemente afectó la recepción en los machos del minador de café. Estas densidades también pueden estar relacionadas con el grado de adsorción de la feromona en la plantas, factor que también pueden influenciar en las capturas (Wall *et al.* 1981).

Las condiciones climáticas adversas pueden reducir la actividad de los insectos, limitando la captura de los machos (Elkinton y Cardé 1984b; Howse 1998). El aumento de velocidad del viento, los cambios en la temperatura y las lluvias afectan directamente el vuelo de los insectos, que disminuyen su habilidad para alcanzar la fuente de feromona de la trampa y diluyen la capacidad de atracción de las corrientes de feromona necesaria para su localización (El-

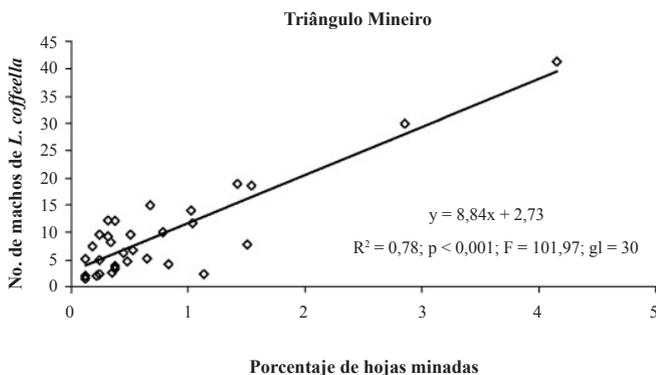


Figura 6. Regresión entre la captura semanal de machos adultos de *L. coffeella* y el porcentaje de hojas minadas para el Triângulo Mineiro, Minas Gerais.

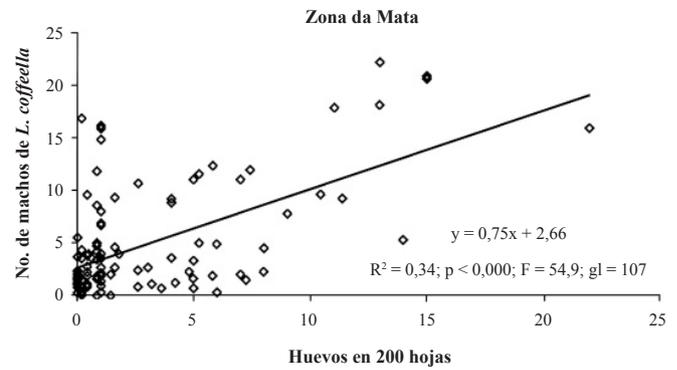


Figura 7. Regresión entre captura quincenal de machos adultos de *L. coffeella* y el número promedio de huevos en 200 hojas de café para la Zona da Mata, Minas Gerais.

kinton y Cardé 1984b; Howse 1998; Sappington y Spurgeon 2000).

Se pudo verificar una correlación significativa entre la capturas y la infestación de *L. coffeella* con la temperatura. Según McNeil (1991), una alta o baja temperatura pueden influenciar en el macho en la recepción de la feromona sexual. La temperatura también puede afectar la selectividad de los machos en relación a las mezclas de los componentes de la feromona, esto fue registrado en *Grapholita molesta* Busck y *Pectinophora gossypiella* Saunders, donde la receptividad de los machos disminuye cuando se aumenta la temperatura de 20 a 26°C (Linn *et al.* 1988).

En este estudio se encontró que las mayores infestaciones y capturas de machos de *L. coffeella* coinciden con las épocas secas y de menor temperatura, tal como lo reporta Parra (1985), Nestel *et al.* (1994) y Silva (2003). Esa mayor captura es también reflejo de las mayores poblaciones de larvas en la plantas, que posiblemente pueden estar asociados con las kairomonas de la hojas (Silva 2003) y por la menor mortalidad de larvas por acción de enemigos naturales (Pereira *et al.* 2007).

La mortalidad de los estados inmaduros de *L. coffeella* también pueden ocurrir por parasitismo o depredación (Souza *et al.* 1998; Pereira *et al.* 2007) estos fenómenos afectan las poblaciones de machos y consecuentemente las capturas esperadas, tal como fue descrito por Hillier *et al.* (2004) para *Grapholita libertina* Heinrich y Sanders (1988) para *C. fumerana*.

En el caso del análisis de regresión realizada para los huevos y las capturas de *L. coffeella* para la Zona da Mata (Fig. 7), se obtuvo un coeficiente de regresión más alto que para la hojas minadas, esto posiblemente ocurrió porque los huevos son estados menos visibles (color transparente y morfología aplanada) quedando menos expuestos a la acción de enemigos naturales, además de esto, no siempre todos los huevos son viables.

En este trabajo se encontró una relación significativa entre la captura de machos con un índice poblacional de la plaga (porcentaje de hojas minadas) y una estimativa de la densidad (número de huevos por hojas) en dos zonas productoras. Esta relación puede ser usada para hacer previsiones de la plaga con el objetivo de control, principalmente para la obtención de un umbral de acción. Sin embargo, para incorporar este tipo de monitoreo (trampas con feromonas) es necesario hacer primero validaciones, que permitan incorporar esta herra-

mienta en el manejo integrado del minador del cafeto. Una de las condiciones para validar esta herramienta es la obtención de altos coeficientes de determinación de las correlaciones, además de evaluar las poblaciones por más de tres años (Asaro y Berisford 2001).

El cultivo del café presenta una bianualidad en la producción, condición que sugiere que las correlaciones tendrían que realizarse en un periodo de cuatro años para obtenerse resultados que puedan ser utilizados en el manejo de la plaga. La relación significativa encontrada en esta investigación, genera algunas bases que pueden dar continuidad a las investigaciones de monitoreo de *L. coffeella* utilizando feromona sexual. Mediante el uso de esta técnica sería posible determinar las primeras infestaciones de la plaga. Además es posible monitorear las poblaciones de plaga establecida, para determinar el momento en el cual se alcanza un umbral de acción, para poder tomar una medida de control.

Agradecimientos

A Gustavo Guimarães por el apoyo técnico y logístico de los experimentos realizados en Patrocínio MG. A los profesores e investigadores Marcelo C. Picanço, Raul N. C. Guedes y Madelaine Venzon de la Universidad Federal de Viçosa por los comentarios y sugerencias a este artículo. A los estudiantes Marcelo Moreira Colaço y Christiane Martins França por la ayuda en la colecta de datos en campo. A las agencias de fomento CNPq, FAPEMIG, PNP&D/Café y a Daterra Atividades Rurais Ltda por la financiación de este trabajo.

Literatura citada

- ALLEN, D. C.; ABRAHAMSON, L. P.; EGGEN D.A.; LANIER, G. N.; SWIER, S. R.; KELLEY, R. S.; AUGER, M. 1986. Monitoring spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae) populations with pheromone-baited traps. *Environmental Entomology* 15 (1): 152-165.
- AMBROGI, B. G.; LIMA, E. R.; SOUZA-SOUTO, L. 2006. Efficacy of mating disruption for control of the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae). *BioAssay* 1 (8): 1-5.
- ANDERBRANT, O.; LÖFQVIST, J.; HÖGBERG, H. E.; HEDENSTRÖM, E.; BALDASSARI, N.; BARONIO, P.; KOLMAKOVA, G.; LYONS, B.; NAITO, T.; ODINOKOV, V.; SIMAND, J.; SUPATASHVII, A.; TAI, A.; TOURIANOV, R. 2000. Geographic variation in the field response of male European pine sawflies, *Neodiprion sertifer*, to different pheromone stereoisomers and esters. *Entomologia Experimental Applicata* 95 (1): 229-239.
- ASARO, C.; BERISFORD, C. W. 2001. Predicting infesting levels of the Nantucket pine tip moth (Lepidoptera: Tortricidae) using pheromone traps. *Environmental Entomology* 30 (1): 776-784.
- ASARO, C.; CAMERON, R. S.; NOWAK, J. T.; GROSMAN, D. M.; SECKINGER, J. O.; BERISFORD, C. W. 2004. Efficacy of wing versus delta traps for predicting infestation levels of four generations of the nantucket pine tip moth (Lepidoptera: Tortricidae) in the Southern United States. *Environmental Entomology* 33 (1): 397-404.
- BACCA, T.; LIMA, E. R.; PICANÇO, M. C.; GUEDES, R. N.; VIANA, J. H. M. 2006. Optimum spacing of pheromone traps for monitoring the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella*. *Entomologia Experimental Applicata* 119 (1): 39-45.
- BACCA, T.; LIMA, E. R.; PICANÇO, M. C.; GUEDES, R. N.; VIANA, J. H. M. 2008. Sampling plan for the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella* with sex pheromone traps. *Journal of Applied Entomology* 132: 430-438.
- CARDÉ, R. T. 1979. Behavioral response of moths to female produced pheromone and the utilization of attractant baited traps for population monitoring. pp. 286-315. In: Hummel, H. E.; Miller, T.A. (Eds.). *Movement of highly mobile insects: Concepts and methodology in research*. Raleigh: North Carolina State University.
- CAMPION, D. G. 1984. Survey of pheromone uses in pests control. pp. 405-449. In: Hummel, H. E.; Miller, T. A. *Techniques in pheromone research*. New York: Springer-Verlag. 464 p.
- ELKINTON, J. S.; CARDÉ, R. T. 1984a. Effect of wild laboratory-reared female gypsy moths, *Limantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantridae), on the capture of males in pheromone-baited traps. *Environmental Entomology* 13 (1): 1377-1385.
- ELKINTON, J. S.; CARDÉ, R. T. 1984b. Odor Dispersion. pp. 73-79. In: Bell, W. J. E. Cardé, R. T. (Eds.). *Chemical Ecology of Insects*. New York: Chapman and Hall.
- EVEDEN, M. L.; BORDEN, J. H.; VAN SICKLE, G. A. 1995. Predictive capabilities of a pheromone-based monitoring system for western hemlock looper (Lepidoptera: Geometridae). *Environmental Entomology* 24 (1): 933-943.
- FACCIOLI, G.; ANTROPOLI, A.; PASQUALI, E. 1993. Relationships between males caught with low pheromone doses and larval infestation of *Argyrotaenia pulchellama*. *Entomologia Experimental Applicata* 68 (1): 465-170.
- FONSECA, J. P. 1944. O "Bicho mineiro" das folhas de cafeeiro. *O Biológico* 10 (8): 253-258.
- FRAGOSO, D. B.; GUEDES, R. N. C.; PICANÇO, M. C.; ZAMBOLIM, L. 2002. Insecticide use and organophosphate resistance in the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). *Bulletin of Entomological Research* 92 (1): 203-212.
- HALLETT, R. H.; ANGERILLI, N. P. D.; BORDEN, J.H. 1995. Potential for sticky trap monitoring system for the diamondback moth (Lepidoptera: Yponomeutidae) on cabbages Indonesia. *International Journal of Management* 41: 205-207.
- HILLER, N. K.; DIXON, P. L.; JARSON, D. L. 2004. Trap captures of male *Grapholita libertina* (Lepidoptera: Tortricidae) moths: relationship to larval numbers and damage in wild lingonberry. *Environmental Entomology* 33: 405-417.
- HOWSE, P. E. 1998. Insect semiochemical and communication. pp. 1-37. In: Howse, P. E.; Stevens, I.; Jones, O. (Eds.) *Insect pheromones and their use in pest management*. London: Chapman and Hall.
- JONES, O. T. 1998. Practical applications of pheromones and other semiochemicals. pp. 261-355. In: HOWSE, P. E.; STEVENS, I.; JONES, O. (Eds.) *Insect pheromones and their use in pest management*. London: Chapman e Hall.
- KONDO, A.; TANAKA, F. 1994. Effect of wild females on pheromone trap efficiency in two annual generations of the rice stem borer moth *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae). *Applied Entomology and Zoology* 29: 279-281.
- LATHEEF, M. A.; WITZ, J. A.; LÓPEZ JR., J. D. 1991. Relationships among pheromone trap catches of male corn earworm moths (Lepidoptera: Noctuidae), egg numbers and phenology in corn. *Canadian Entomologist* 123: 271-281.
- LIMA, E. R. 2001. Ferômonio sexual do bicho-mineiro do café, *Leucoptera coffeella*: Avaliação para uso em programas de manejo integrado. Tesis (Doctorado en Entomología), Universidade Federal de Viçosa, 71 p.
- LINN, C. E.; CAMPEBELL, M. G.; ROELOFS, W. L. 1988. Temperature modulation of behavioral thresholds controlling male moth sex pheromone response specificity. *Physiological Entomology* 13: 59-67.
- LÖFSTEDT, C. 1993. Moth pheromone genetics and evolution. *Philosophical Transactions of Royal Society B: Biological Science* 340: 167-177.
- McBRIEN, H. L.; JUDD, G. J. R.; BORDEN, J. H. 1994. Borden. *Campyloma verbasci* (Meyer: Miridae): pheromone-based seasonal flight patterns and prediction of nymphal densities in apple orchards. *Journal of Economic Entomology* 87: 1224-1229.

- McELFRESH, J. S.; MILLAR, J. G. 1999. Geographic variation in sex pheromone blend of *Hemileuca electra* from southern California. *Journal of Chemical Ecology* 25: 2505-2525.
- McNALLY, P. S.; VAN STEENWYK, R. 1986. Relationship between pheromones-trap catches and sunset temperatures during the spring flight to codling moth (Lepidoptera: Olethreutidae) infestations in walnuts. *Journal of Economic Entomology* 79: 444-446.
- McNEIL, J. N. 1991. Behavioral ecology of pheromone-mediated communication in moths and its importance in the use of pheromone traps. *Annual Review of Entomology* 36: 407-430.
- NESTEL, D.; DICKSCHEN, F.; ALTIERI, M. A. 1994. Seasonal and spatial population loads of tropical insect: the case of coffee leaf-miner in Mexico. *Ecological Entomology* 19: 159-167.
- OLIVEIRA, I. R. 2003. Amostragem de *Leucoptera coffeella* e de suas vespas predadoras no cafeeiro. Tesis (Doctorado en Entomología), Universidade Federal de Viçosa, 87 p.
- PARRA, R. R. P. 1985. Biología comparada de *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) visando ao seu zoneamento ecológico no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Entomologia* 29: 45-76.
- PEREIRA, E. J. G.; PICANCO, M. C.; BACCI, L.; CRESPO, A. L. B.; GUEDES, R. N. C. 2007. Seasonal mortality factors of the coffee leaf miner, *Leucoptera coffeella*. *Bulletin of Entomological Research* 97: 421-432.
- POLAVARAPU, S.; SEABROOK, W. D. 1992. Evaluation of pheromone-baited traps and pheromone-baited traps and pheromone lure concentrations for monitoring blueberry leaf-tier (Lepidoptera: Tortricidae) populations. *Canadian Entomologist* 124: 815-825.
- SAS Institute. 2001. SAS user's Guide: Statistics, version 8.2, 6th ed. SAS Institute, Cary, NC. Todd and Browde.
- SANDERS, C. J. 1988. Monitoring spruce budworm population density with sex pheromone traps. *Canadian Entomologist* 120: 437-1443.
- SAPPINGTON, T. W.; SPURGEON, D. W. 2000. Variation in boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) captures in pheromone arising from wind speed moderation by brush lines. *Environmental Entomology* 87: 807-814.
- SILVA, F. M. 2003. Fitoquímicos como potenciais medidores da flutuação sazonal de *Leucoptera coffeella* e de seus inimigos naturais. *Disertación de Doctorado* (Doctorado en Entomología), Universidade Federal de Viçosa, 51 p.
- SOUZA, J. C.; REIS, P. R.; RIGITANO, R. L. O. 1998. Bicho mineiro: biologia, dano e manejo integrado. Belo Horizonte: EPAMIG, (Boletim Técnico, 54), 48 p.
- WALL, C.; STURGEON, D. M.; GREENWAY, A. R.; PERRY, J. N. 1981. Contamination of vegetation with synthetic sex-attractant released from traps for pea moth, *Cydia nigricana*. *Entomologia Experimental et Applicata* 30: 11-15.
- WALL, C.; GARTHWAITE, G.; SMYTH, D. J.; SHERWOOD, A. 1987. The efficacy of sex-attractant monitoring for the pea moth, *Cydia nigricana* in England, 1980 – 1985. *Annals of Applied Biology* 103: 1-7.
- WALL, C. 1989. Monitoring and spray timing. pp. 39-87. En: Jutsum, A.R.; Godon, R. F. S. (Eds.). *Insect Pheromones in plant Protection*. Chichester: John Wiley e Sons.
- VIEIRA, J. N.; AQUINO, L. H.; BEARZOTI, E.; SOUZA, J. C. 1999. Otimização da amostragem seqüencial para o monitoramento do bicho-mineiro do cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) em Lavras, Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia* 23: 707-718.

Recibido: 27-dic-2011 • Aceptado: 9-may-2012