

Determinación de las horas del día convenientes para la liberación del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* (Betrem) (Hymenoptera: Bethyilidae)

Determination the best time of the day to release the parasitoid *Cephalonomia stephanoderis* (Betrem) (Hymenoptera: Bethyilidae)

Luis F. Aristizábal A.¹

Peter S. Baker²

Jaime Orozco H.²

Lucelly Orozco G.²

Resumen

La broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari), es la plaga más importante de la caficultura a nivel mundial. Desde su aparición en Colombia en 1988, Cenicafé ha desarrollado estudios con el fin de implementar un programa de su manejo integrado (MIB), con énfasis en el control biológico. Uno de los enemigos naturales de la broca más promisorio es el parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* (Betrem). Las horas del día en las cuales se pueda liberar el parasitoide se desconocen. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue determinar las horas del día más convenientes para liberar este parasitoide en el campo. El experimento se realizó entre septiembre y diciembre de 1994, en un cafetal de la Granja de Cenicafé en Chinchiná (Caldas), a 1.310 msnm, 21,6°C de temperatura media anual, 2.540 mm de precipitación anual acumulada y 80% de humedad relativa. Con el propósito de observar la actividad del parasitoide se diseñó un recipiente que permitió cuantificar los parasitoides liberados a diferentes horas del día. Se tomaron tres períodos de liberación (8:00 a 10:00, 12:00 a 14:00 y 16:00 a 18:00 horas). Se evaluaron: la tasa de vuelo, la tasa de parasitoides que

caminan, la cantidad de parasitoides evacuados y no evacuados de los recipientes y la mortalidad. La cantidad de *C. stephanoderis* evacuados de los recipientes fue de 60 y 69% para los períodos de liberación comprendidos entre las 8:00 a 10:00 y entre las 12:00 a 14:00 horas, respectivamente, mientras que entre las 16:00 a 18:00 horas sólo se presentó un 30% de evacuación. Según los resultados, las horas del día más convenientes para la liberación de *C. stephanoderis* están comprendidas entre las 8:00 y las 14:00 horas, ya que presentaron la mayor evacuación y la mayor actividad de vuelo. Las actividades que realiza el parasitoide son las de volar y caminar, las cuales le sirven para buscar su alimento. No se presentó una relación significativa entre las condiciones ambientales y la actividad de los parasitoides.

Palabras Claves: *Cephalonomia stephanoderis*, Control biológico, *Hypothenemus hampei*, Broca del Café, Parasitoides, Liberación de Parasitoides.

Summary

The coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Ferrari) is the most important coffee pest in the world. Since it was first reported in Colombia in 1988, the National Coffee Research Center (Cenicafé) has carried out research to develop a program of integrated management of the pest, with emphasis in biological control. One of the most promising natural enemies of the borer is the parasitoid *Cephalonomia stephanoderis* (Betrem). The activity of the parasitoid in the relation to the time of day is unknown. The objective of this study was therefore to determine the best time of

the day to release the parasitoid. The experiment was carried out between September and December 1994 in a coffee plot on the Cenicafé farm in Chinchiná (Caldas), at 1310 masl, 21.6 ° C of mean annual temperature, 2540 mm of annual rainfall and 80% of relative humidity. A release container was designed to observe the parasitoid activity during release at various times of the day. Three release times were chosen (08:00 to 10:00, 12:00 to 14:00 and 16:00 to 18:00 hrs). The rate of flight, walking rate, total parasitoids leaving and remaining in the containers and mortality were recorded. The number of *C. stephanoderis* that evacuated the containers was 60 and 69% during release periods 08:00 to 10:00 and 12:00 to 14:00, respectively, but only 30% during the 16:00 to 18:00 release period. The results indicate that the best time to release *C. stephanoderis* is between 08:00 and 14:00 hours because of the greater flight activity and the total number of insects that evacuated. There was no significant statistical relationship between the parasitoid parameters measured and environmental temperature and humidity.

Introducción

La broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae), es una plaga que reviste mayor importancia en la caficultura mundial, debido al daño producido en el grano (Cárdenas 1990). En la actualidad es la principal plaga para el cultivo del café en Colombia, por lo tanto, el Centro Nacional de Investigaciones del Café-Cenicafé, desde el primer reporte de la presencia de esta plaga en el país, en 1988, ha venido realizando investigaciones sobre los diferentes métodos de control de la plaga, con el objeto de implementar un programa de manejo integrado de la broca (MIB), dentro del cual juega un papel relevante el control biológico (Bustillo 1990). El parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* (Betrem) (Hymenoptera: Bethyilidae) es un agente biológico promisorio para el agroecosistema cafetero colombiano, debido a su buena adaptabilidad, a lo específico de su dieta y a la existencia de una metodología de cría que ha permitido la producción masiva a nivel de laboratorio (Benavides et al. 1994; Orozco 1995). En las zonas cafeteras del país se han liberado aproximadamente 227 millones de adultos del parasitoide (Orozco 1995).

¹ Estudiante. Universidad de Caldas, Facultad de Agronomía. CENICAFE, Apartado Aéreo 2447. Manizales, Colombia.

² Respectivamente, Biólogo B.Sc. Ph.D. Coordinador Programa Cooperativo Internacional ODA - IIBC - FEDERECAFE; I.A. M.Sc. Entomología; Asistente de Investigación; I. A. Biometría, Investigador Científico I. CENICAFE, Apartado Aéreo 2427. Manizales, Colombia.

Ticheler (1963) descubrió a *C. stephanoderis* en 1961 en Costa de Marfil y realizó las primeras observaciones del parasitoide en cuanto a biología y hábitos, considerándolo como el más importante controlador biológico de la broca en Costa de Marfil. Este autor observó un 50% de parasitismo en los frutos secos y 27% en las cerezas maduras. Koch (1973), en Africa, encontró entre 20 y 30% de parasitismo en el campo. Barrera et al. (1991), en México, después de liberar 300.000 adultos de *C. stephanoderis*, encontraron evidencias de su establecimiento en el campo y registraron un parasitismo hasta del 30%. En Colombia, Benavides et al. (1994), en una evaluación de tres años en campo, encontraron parasitismos entre el 22 y el 65%, dependiendo de la altura sobre el nivel del mar. El parasitoide *C. stephanoderis* es un insecto que presenta fototaxis positivo y su actividad de búsqueda de frutos de café infestados con *H. hampei* la desempeña en las horas luz del día.

La presente investigación tuvo como objetivo principal determinar las horas del día más adecuadas para liberar el parasitoide *C. stephanoderis* en el campo, dependiendo de su actividad de vuelo y de las condiciones ambientales de temperatura, humedad relativa y brillo solar.

Materiales y Métodos

Este experimento se realizó entre septiembre y diciembre de 1994, en un cafetal de la Granja Cenicafé, en Chinchiná (Caldas), ubicado a 1.310 msnm, con 20,6°C de temperatura media, 2.540 mm de precipitación anual acumulada y 80% de humedad relativa.

Recipientes

Con el propósito de observar la actividad del parasitoide *C. stephanoderis*, se diseñó un recipiente que permitió cuantificar la cantidad de parasitoides liberados. Para tal fin se utilizaron recipientes plásticos que tenían en su parte superior una doble barrera física de muselina, a través de la cual lograron pasar aquellos parasitoides que presentaron las mejores condiciones para actuar en el campo.

Las paredes exteriores de los recipientes se pintaron de color negro con el fin de impedir la penetración de los rayos de luz solar, dejando libre únicamente la parte superior, en la cual se colocó la muselina. Para evitar que los recipientes absorbieran calor en el campo, debido al color negro de sus paredes, se cubrieron con un estuche de cartón paja forrado en papel plastificado (Contac) de color blanco, el cual neutralizaba la acción de los rayos solares.

Comportamiento del parasitoide

Para cada tratamiento, el período de liberación correspondiente tuvo una duración de 120 minutos (Tabla 1), durante los cuales se evaluó el comportamiento del parasitoide en cuanto a su acción de volar y de caminar sobre la superficie de los recipientes.

Durante los 120 minutos de cada período de liberación se evaluó tanto la tasa de vuelo de los parasitoides como la tasa de parasitoides que caminan, realizando ocho lecturas de un minuto, cada 15 minutos, es decir, a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 minutos.

Como tasa de vuelo se entiende el número de parasitoides que vuelan en un minuto y como tasa de parasitoides que caminan, el número de parasitoides que caminan sobre la superficie de los recipientes en un minuto. Para calcular las variables generadas de tasa de vuelo y tasa de parasitoides que caminan se usaron las siguientes fórmulas:

$$TV = \text{Parasitoides en vuelo} / \text{min}$$

$$TPC = \text{Parasitoides que caminan} / \text{min}$$

Al finalizar las dos horas de cada tratamiento se evaluó la cantidad de parasitoides vivos que no evacuaron o salieron de los recipientes, la cantidad de parasitoides evacuados y la mortalidad, realizando conteos de las avisvas vivas y muertas que quedaron en cada uno de los recipientes. Para los datos de temperatura, humedad relativa y brillo solar se utilizó la información de la Estación Meteorológica de la Granja Cenicafé en Chinchiná.

Como diseño experimental se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 10 repeticiones por tratamiento. El día se tomó como factor de bloques. La unidad experimental estuvo conformada por cinco recipientes, cada uno con 200 especímenes adultos y activos de *C. stephanoderis* para un total de 1.000 parasitoides por tratamiento. Para el análisis estadístico, los datos de las variables: cantidad de parasitoides evacuados, cantidad de parasitoides no evacuados vivos y la mortalidad fueron transformados a $\log(x + 1)$.

Resultados y Discusión

Recipientes

El análisis de varianza para la variable cantidad de parasitoides evacuados de los recipientes indica que hubo diferencias altamente significativas ($P = 0,001$) entre los tratamientos. La prueba de Tukey mostró que entre los períodos de liberación comprendidos entre las 8:00 a 10:00 y entre las 12:00 a 14:00 no hubo diferencias significativas al nivel del 0,05, y presentaron las mayores cantidades de parasitoides evacuados, 60 y 69%, respectivamente; mientras que el período de liberación comprendido entre las 16:00 a 18:00 horas presentó diferencias significativas al nivel del 0,05 con respecto a los demás tratamientos y se observó sólo un 30% de evacuación (Fig. 1).

En cuanto a la cantidad de parasitoides vivos no evacuados de los recipientes se encontraron diferencias altamente signifi-

Tabla 1. Descripción de los tratamientos.

Tratamientos	Períodos de liberación
1	De 8:00 a 10:00
2	De 12:00 a 14:00
3	De 16:00 a 18:00

ficativas ($P = 0,001$) entre los tratamientos. Según la prueba de Tukey al nivel del 0,05, el período de liberación que presentó la menor cantidad de parasitoides no evacuados fue entre las 12:00 a 14:00 horas, con el 17,97%, seguido por los períodos de liberación en las horas de la mañana y en la tarde, con el 28,25% y 56,88%, respectivamente (Fig. 1).

El análisis de varianza para la mortalidad de los parasitoides no presentó diferencias significativas ($P = 0,4522$) entre los tratamientos. Se encontró, en promedio, un 12,08 % de mortalidad de los parasitoides entre los tratamientos, siendo similar a la mortalidad registrada en liberaciones de *C. stephanoderis* realizadas en el campo. Esta mortalidad se presenta debido al estrés ocasionado por la manipulación de los parasitoides mientras se trasladan del laboratorio al campo (Aristizábal 1995). Estudios realizados con otros parasitoides utilizados en el control biológico de plagas, indican que se presenta un deterioro del material biológico mientras es transportado de los laboratorios al campo, como es el caso de *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoide de huevos de lepidópteros, el cual es afectado por las temperaturas muy altas en el transporte, los empaques inadecuados en la distribución y un manipuleo incorrecto (Amaya 1992).

Comportamiento del parasitoide

El parasitoide *C. stephanoderis* presentó una mayor actividad de vuelo en los períodos de liberación comprendidos entre las 8:00 a 10:00 horas y entre las 12:00 a 14:00 horas (Fig. 2a).

En la Tabla 2 se presentan las regresiones de las tasas de vuelo de *C. stephanoderis* con respecto al tiempo de liberación. Las tasas de vuelo en los períodos comprendidos entre las 12:00 a 14:00 horas y entre las 16:00 a 18:00, fueron decrecientes, mientras que el momento de liberación en las horas de la mañana no presentó correlación entre los datos. La libe-

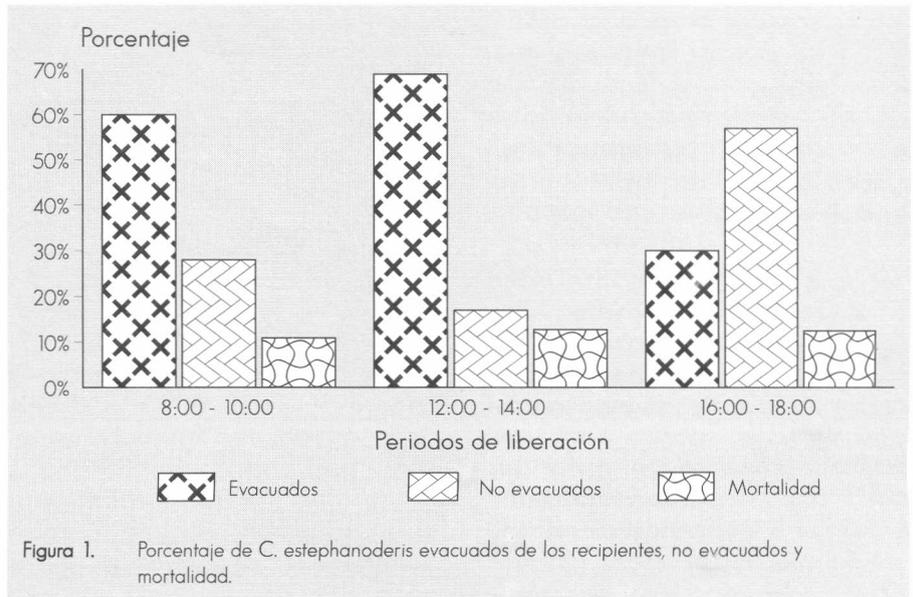


Figura 1. Porcentaje de *C. stephanoderis* evacuados de los recipientes, no evacuados y mortalidad.

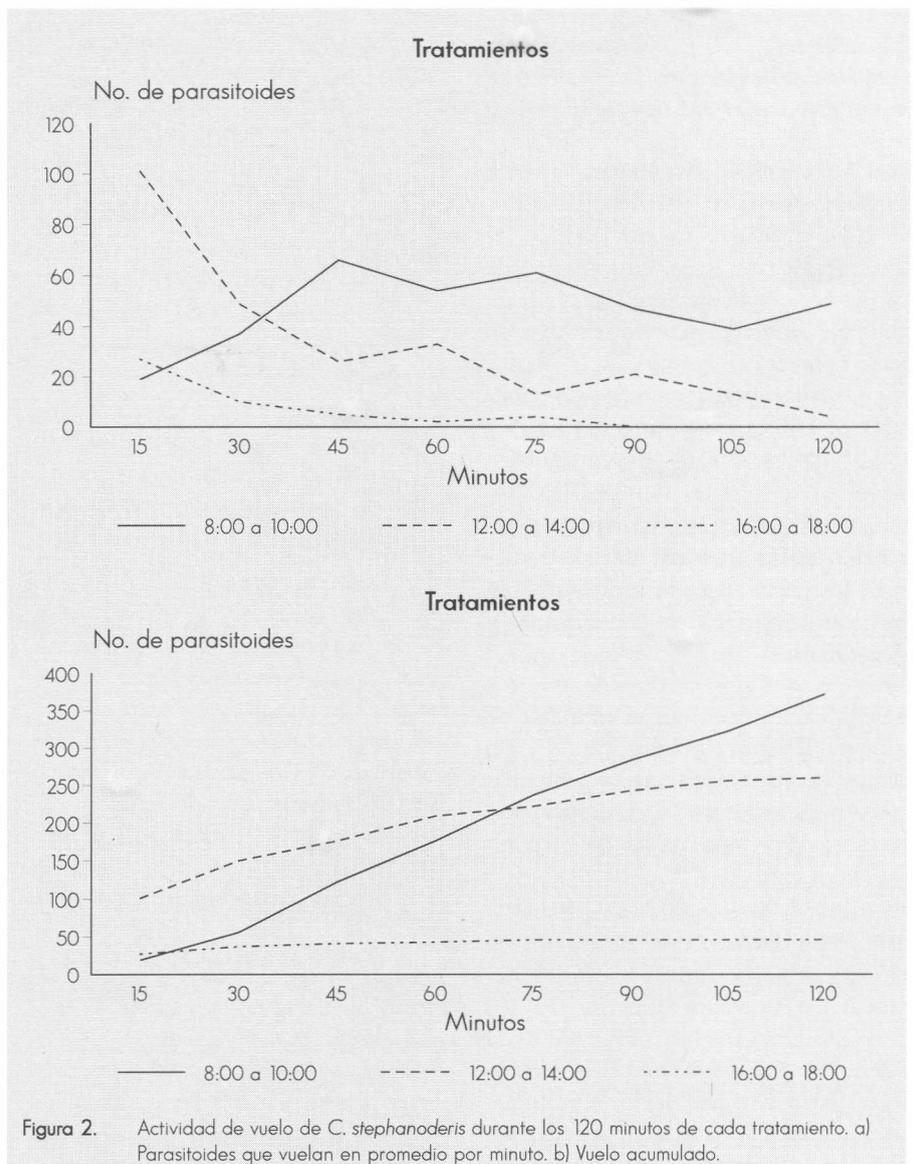


Figura 2. Actividad de vuelo de *C. stephanoderis* durante los 120 minutos de cada tratamiento. a) Parasitoides que vuelan en promedio por minuto. b) Vuelo acumulado.

ración comprendida entre las 16:00 a 18:00 horas presentó una tasa de vuelo decreciente mayor y por lo tanto la actividad de vuelo fue menor, lo cual se corrobora porque dicho tratamiento presentó la menor cantidad de parasitoides evacuados de los recipientes.

Tanto en la tasa de vuelo como en la tasa de parasitoides que caminan se encontraron regresiones lineales decrecientes, en los períodos de liberación del medio día y de la tarde, lo que indica que *C. stephanoderis* presentó una mayor actividad durante los primeros 60 minutos de cada período de liberación, la cual fue disminuyendo a medida que transcurría el tiempo de liberación (Tablas 2 y 3). La actividad de caminar del parasitoide fue menor en el período de liberación comprendido entre las 12:00 a 14:00 horas frente a los demás tratamientos, los cuales presentaron una actividad similar (Fig. 3).

Para la cantidad de parasitoides en vuelo acumulados a través del tiempo se realizaron las correlaciones, encontrando regresiones de tipo lineal en cada uno de los períodos de liberación, (Tabla 4). La cantidad acumulada de parasitoides en vuelo a través del tiempo para los períodos de liberación comprendidos entre las 8:00 a 10:00 horas y entre las 12:00 a 14:00 horas, presentaron tasas crecientes, mayores que entre las 16:00 a 18:00 horas. En la Figura 2b se observa claramente como las mayores actividades de vuelo de los parasitoides se presentaron en las horas de liberaciones de la mañana y al medio día.

Al evaluar la cantidad acumulada de parasitoides que caminan a través del tiempo, se observaron tasas crecientes para todos los tratamientos, resultando mayores en los períodos de liberación comprendidos entre las 8:00 a 10:00 horas y entre las 16:00 a 18:00 horas, frente al período de liberación del medio día, en el cual la actividad de caminar del parasitoide fue menor (Tabla 4).

Según las condiciones de este experimento, los resultados anteriores indican que las horas del día más convenientes para liberar el parasitoide *C. stephanoderis* en

Tabla 2. Interceptos (a) y pendientes (b) de las regresiones de la tasa de vuelo de *C. stephanoderis* con respecto al tiempo en los diferentes momentos de liberación.

Tratamientos	Regresiones de la tasa de vuelo de <i>C. stephanoderis</i>		
	Intercepo (a)	Pendiente (b)	r ²
8:00 - 10:00	2,298 ± 0,70	0,367 ± 0,17	0,43
12:00 - 14:00	8,137 ± 0,99	-1,248 ± 0,24	0,81
16:00 - 18:00	7,553 ± 0,96	-1,581 ± 0,25	0,92

Tabla 3. Interceptos (a) y pendientes (b) de las regresiones de la tasa de parasitoides que caminan (TPC) sobre la superficie de los recipientes con respecto al tiempo.

Tratamientos	Tasa de <i>C. stephanoderis</i> que caminan		
	Intercepo (a)	Pendiente (b)	r ²
8:00 - 10:00	4,707 ± 1,18	-0,124 ± 0,28	0,02
12:00 - 14:00	6,676 ± 0,71	-0,794 ± 0,17	0,77
16:00 - 18:00	8,919 ± 1,43	-1,273 ± 0,35	0,68

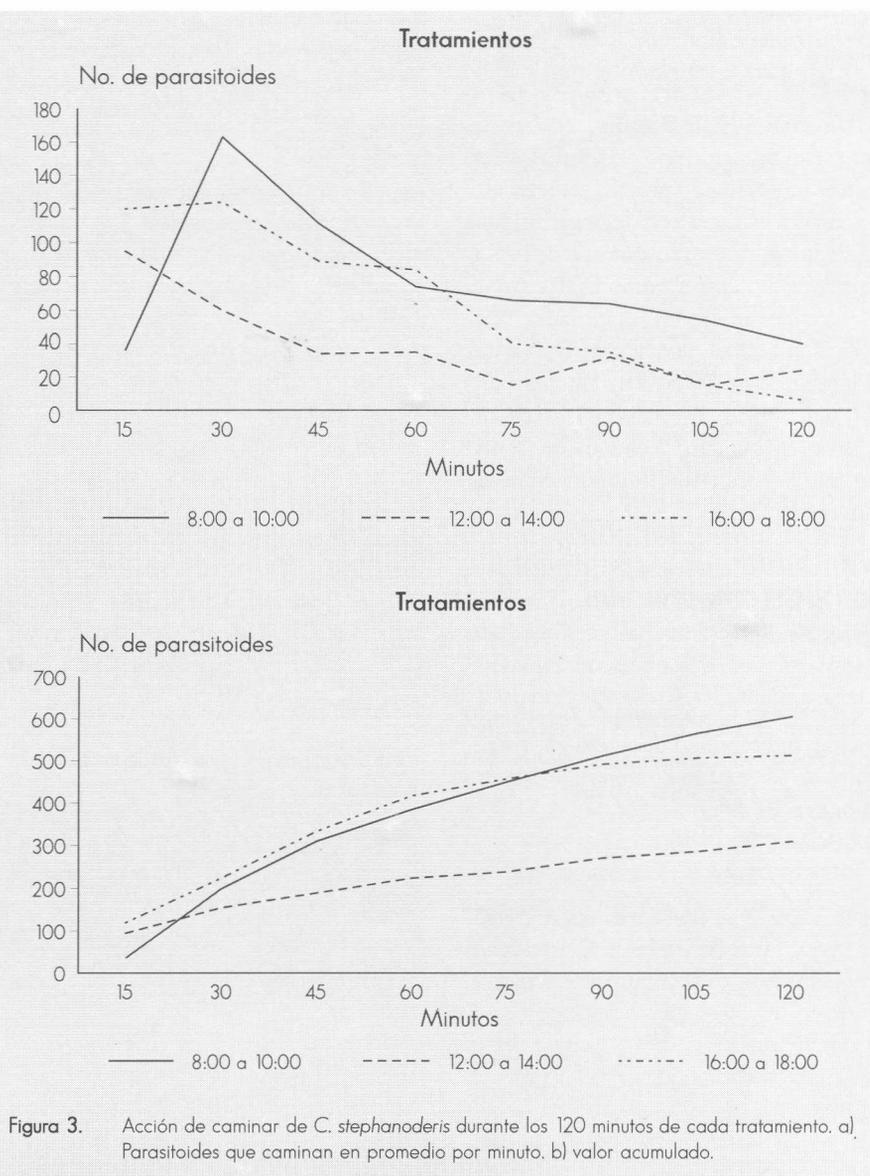


Figura 3. Acción de caminar de *C. stephanoderis* durante los 120 minutos de cada tratamiento. a) Parasitoides que caminan en promedio por minuto. b) valor acumulado.

Tabla 4. Pendientes (b) de las regresiones de la cantidad acumulada de *C. stephanoderis* que vuela y que camina a través del tiempo.

Cantidad acumulada de <i>C. stephanoderis</i> que vuela y que camina				
Tratamientos	Avispas en vuelo (b) ± E.S.	r ²	Avispas que caminan (b) ± E.S.	r ²
8:00 - 10:00	1,44 ± 0,06	0,98	1,260 ± 0,16	0,90
12:00 - 14:00	0,459 ± 0,01	0,98	0,552 ± 0,02	0,99
16:00 - 18:00	0,250 ± 0,03	0,90	0,699 ± 0,06	0,95

el campo están comprendidas entre las 8:00 a las 14:00 horas; mientras que Amaya (1992) recomienda liberar al parasitoide *Trichogramma* spp. en las primeras horas de la mañana o en las últimas de la tarde, por lo general entre las 7:30 a 10:30 horas y entre las 15:30 a 17:30 horas, procurando evitar las liberaciones en las horas de mayor intensidad solar o en presencia de lluvias. Esta afirmación es válida puesto que en Colombia el *Trichogramma* spp. se utiliza como controlador biológico de plagas en cultivos como algodón, soya, sorgo, yuca, arroz, caña de azúcar y otros cultivos típicos de zonas cálidas (800 a 1.100 msnm), en donde las horas de mayor intensidad solar están comprendidas entre las 11:00 a 15:00 horas, presentándose temperaturas muy altas, las cuales afectan al parasitoide; mientras que el café, en condiciones óptimas, se cultiva en altitudes entre 1.200 a 1500 msnm, las cuales corresponden a zonas menos cálidas, con temperaturas más bajas (Arcila 1987).

Relación de las condiciones climáticas y la actividad del parasitoide

No se encontró correlación entre las condiciones ambientales de temperatura y de humedad relativa con respecto a las tasas de vuelo y a las tasas de *C. stephanoderis* que caminan, pero, al observar más detalladamente la información se encontró que a temperaturas bajas (18 a 21°C) la actividad de vuelo fue menor; mientras que la acción de caminar fue mayor. Con temperaturas altas (24 a 26°C) el parasitoide presentó un fenómeno contrario (Aristizábal 1995).

Conclusiones

- Las horas del día más convenientes para la liberación del parasitoide *C. stephanoderis* en el campo están comprendidas entre las 8:00 y las 14:00, ya que se observa un mejor comportamiento y una mayor actividad en cuanto a la cantidad de parasitoides evacuados de los recipientes, y además se les brinda a los parasitoides una mayor oportunidad de tiempo durante el día para que realicen su acción de búsqueda de frutos infestados con *H. hampei*.
- En cuanto a la cantidad de parasitoides evacuados de los recipientes, el *C. stephanoderis* liberado a diferentes horas del día presentó un mejor comportamiento en los períodos de liberación comprendidos entre las 8:00 a 10:00, y las 12:00 a 14:00, observándose evacuaciones de 60 y 69%, respectivamente.
- Las menores cantidades de parasitoides vivos no evacuados de los recipientes corresponden a los períodos de liberación comprendidos entre las 8:00 a 10:00 y entre las 12:00 a 14:00 horas, permaneciendo dentro de los recipientes, después de las dos horas de cada liberación, el 28 y 17% de parasitoides, respectivamente.
- En cuanto a la mortalidad del parasitoide *C. stephanoderis* se encontró que fue muy similar entre los tres períodos de liberación evaluados, presentándose en promedio un 12% entre los tratamientos, siendo similar a los porcentajes de mortalidad obser-

vados en liberaciones del parasitoide en el campo.

- La actividad del parasitoide *C. stephanoderis*, según la tasa de vuelo y la tasa de parasitoides que caminan, fue decreciente a través del tiempo para los períodos de liberación comprendidos entre las 12:00 a 14:00 horas y entre las 16:00 a 18:00 horas, observándose una mayor actividad durante los primeros 60 minutos de cada liberación.
- Para las condiciones de este experimento no se presentó correlación entre las variables generadas; tasa de vuelo y tasa de parasitoides que caminan en relación con las condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa.

Bibliografía

- AMAYA N., M. 1992. El *Trichogramma* spp. Producción, uso y manejo en Colombia. Impretec, Buga, Colombia: 184p.
- ARCILA, P. J. 1987. Aspectos fisiológicos de la producción de café. En: Tecnología del cultivo del café. Cenicafe, Chinchiná, Colombia. p. 59-112.
- ARISTIZÁBAL A., L. F. 1995. Efecto del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* (Betrem) (Hymenoptera: Bethyilidae) sobre una población de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) en condiciones de campo. Facultad de Agronomía, Universidad de Caldas, Manizales. 132p. (Tesis de Ing. Agrónomo).
- BARRERA, J. F.; VEGA, M.; MUÑOZ, R.; CARRILLO, E. 1991. Investigaciones referentes al control biológico de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferr), mediante la utilización de parasitoides de origen africano. Segundo Informe Técnico (Período 1990). IICA - Promecafé, Tapachula, Chiapas, México. 55p.
- BENAVIDES M., P.; BUSTILLO P., A. E.; MONTOYA, E. C. 1994. Avances sobre el uso del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* para el control de la broca del café *Hypothenemus hampei*. Revista Colombiana de Entomología (Colombia) v. 20 no. 4, p. 247-253.
- BUSTILLO P., A. E. 1990. Perspectivas de un manejo integrado de la broca de café *Hypothenemus hampei* en Colombia. En: Seminario sobre la broca del café, Medellín, marzo de 1991. Miscelánea de la Sociedad Colombiana de Entomología (Colombia) no. 18, p. 107-118.

- CARDENAS M., R. 1990. La broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari). En: Seminario sobre la broca del café. Medellín, marzo de 1991. Miscelánea de la Sociedad Colombiana de Entomología (Colombia) no. 18, p. 1-13.
- KOCH, V. J. M. 1973. Abundance de *H. hampei* (Ferr.) scolyte des graines de café, en fonction de su plante hôte et de son parasite *C. stephanoderis* (Betrem), en Côte d' Ivoire. Veeman and Zonen, Wageningen. 84p.
- OROZCO, H. J. 1995. Uso de parasitoides de origen africano para el control de la broca del café en Colombia. En: Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, 22°, Santafé de Bogotá, 26 al 28 de julio de 1995. Memorias. Socolen, Santafé de Bogotá D. C. p. 102-108.
- TICHELER, J. H. G. 1963. Estudio analítico de la epidemiología del escoltido de los granos de café *Stephanoderis hampei* Ferr. en Costa de Marfil. Cenicafé (Colombia) v, 14 no. 4, p. 223-294.