

EFECTO ATRACTIVO DE LOS VOLATILES DE UN TERPENOIDA A INSECTOS ASOCIADOS A *COFFEA ARABICA* L. (RUBIACEAE)*

Fernando Coral G¹, Tito Bacca² y Lucimar G. Dias³

Resumen

Con el objetivo de evaluar la capacidad de atracción del salicilato de metilo sobre insectos benéficos (parasitoides y depredadores) presentes en un cultivo de café, se instalaron 20 trampas pegajosas con salicilato de metilo en un lote de 1,6 ha y 20 trampas sin atrayente en un lote testigo de 1,6 ha en el municipio de Taminango, Nariño, Colombia. Éstas fueron evaluadas semanalmente durante 4 meses. Según la prueba de t, las capturas de morfoespecies de las familias Chrysopidae, Ichneumonidae, Perilampidae, Chalcididae, Braconidae, Coccinellidae y otras familias de insectos benéficos, fueron mayores, estadísticamente diferentes a las encontradas en el tratamiento testigo. En el lote con trampas con salicilato de metilo fueron registradas 23 especies, mientras en el lote testigo fueron capturadas 10 especies. Según los resultados del índice de Margalef, fue registrada una mayor diversidad en el lote tratado con salicilato de metilo en relación al lote testigo, un resultado similar fue encontrado con el Índice de Shannon-Wiener (H'). Los resultados indican que el uso de atrayentes químicos puede ser eficiente para aumentar las poblaciones de enemigos naturales, que podrían contribuir en el control biológico natural de las plagas del café.

Palabras clave: semioquímicos, salicilato de metilo, enemigos naturales, café.

ATTRACTIVE EFFECT OF VOLATILES OF A TERPENOID TO ASSOCIATED INSECTS TO *COFFEA ARABICA* L. (RUBIACEAE)

Abstract

With the objective of evaluating the attraction capacity of methyl salicylate on beneficial insects (parasitoids and predators) present in the coffee crop, 20 sticky traps with methyl salicylate were installed in a 1.6 Ha plot and 20 traps without an attractor were installed in a 1.6 Ha control lot in the municipality of Taminango, Nariño, Colombia. The traps were checked weekly during four months. According to the t-Test, morphospecies captured belonging to the families Chrysopidae, Ichneumonidae, Perilampidae, Chalcididae, Braconidae, Coccinellidae, and other beneficial insect families, were greater and statistically different from those found in the control treatment. Twenty-three species were recorded in the plot with methyl salicylate traps, while ten species were captured in the control plot. According to Margalef's index, a greater diversity was recorded in the plot with salicylate in relation to the control plot; a similar result was found with Shannon-Wiener's Index (H'). The results indicate that the use of chemical attractors could be efficient for increasing natural enemy populations, which could contribute to the natural biological control of coffee pests.

Keywords: semiochemicals, methyl salicylate, natural enemies, coffee.

* FR: 4-VII-2011. FA: 22-VIII-2012.

¹ Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Torobajo, Pasto. E-mail; rfernandocoral@gmail.com

² Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Torobajo, Pasto, Colombia. E-mail; titobacca@gmail.com

³ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Grupo de investigación GEBIOME, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. E-mail; lucimar.dias@ucaldas.edu.co

INTRODUCCIÓN

En los agroecosistemas existen diferentes relaciones de comunicación entre los enemigos naturales, los insectos fitófagos y las plantas, entre ellas las señales químicas por la emisión de volátiles de las plantas (BALDWIN *et al.*, 2001). Estas señales pueden influir en las tasas de ovoposición, herbivoría y depredación de los insectos, lo que sugiere que estos volátiles pueden ser un mecanismo de defensa indirecta de la planta (BALDWIN *et al.*, 2001).

Los volátiles orgánicos emitidos son señales que indican a los depredadores y parasitoides que una planta está siendo atacada, por tanto, pueden funcionar como importantes atrayentes de estos controladores biológicos, ya que muchos de ellos detectan las sustancias del hospedante o de su presa y de esta forma se orientan hacia ellas (BERNAYS & CHAPMAN, 1994; VAN POECKE *et al.*, 2001). Igualmente, las plantas pueden proporcionar alimento (néctar y polen) y refugio en estructuras especializadas a los enemigos de los herbívoros, conformándose de tal forma en un sistema tritrófico (KESSLER & BALDWIN, 2001).

Algunas moléculas volátiles, como el salicilato de metilo, jasmonato de metilo y etileno entre otras, han sido consideradas las responsables de la señalización dentro de una planta y entre plantas (VAN POECKE *et al.*, 2001). El salicilato de metilo, es un compuesto que está presente en muchas mezclas de sustancias volátiles de plantas inducidas por herbívoros, que atraen a depredadores como *Chrysopa nigricornis* (JAMES, 2003a). El entendimiento de cuáles compuestos de la planta atraen a los depredadores ha conducido a pruebas de campo, usando análogos sintéticos como el salicilato de metilo para incrementar la densidad de estos insectos en los cultivos (JAMES, 2003a; JAMES & PRICE, 2004). El salicilato de metilo es una forma volátil del ácido salicílico, un compuesto vegetal implicado en la inducción de la resistencia de la planta a los patógenos y algunas plagas (JAMES & PRICE, 2004). En el caso de *Arabidopsis thaliana* este compuesto volátil es liberado para su defensa contra insectos herbívoros, el cual atrae a hembras parasitoides de *Cotesia rubecula* hacia plantas infestadas por el herbívoro *Pieris rapae* (VAN POECKE *et al.*, 2001).

Con la liberación controlada de salicilato de metilo en lúpulos y viñedos, fue posible aumentar de 4 a 6 veces más las poblaciones de los enemigos naturales, generando un aumento en la diversidad de parasitoides y depredadores (p. ej., Coleoptera: Coccinellidae; Diptera: Empidiidae, Syrphidae; Hemiptera: Anthocoridae, Geocoridae, Miridae; Hymenoptera: Braconidae; Neuroptera: Chrysopidae, Hemerobiidae) (JAMES, 2003a, 2003b, 2005). Es decir este compuesto volátil multifuncional y bioactivo está involucrado en diferentes sistemas de señales de comunicación química y es un potencial atrayente de insectos benéficos (NORIN, 2001).

Teniendo en cuenta que los volátiles de plantas puede incrementar la atracción de enemigos naturales, nuevas estrategias de biocontrol pueden ser generadas a partir de tales compuestos (REDDY & GUERRERO, 2004). El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad de atracción del salicilato de metilo a insectos benéficos presentes en un cafetal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio fue realizado en un cultivo de café (*Coffea arabica*) variedad Caturra de cuatro años de edad, en un área aproximada de 3,2 hectáreas, con una altura de las plantas entre 2 y 2,5 m, con un historial de no aplicación de insecticidas mediante un manejo orgánico. El cafetal se localizó en el municipio de Taminango (Nariño), en la vereda Charco Hondo, ubicado a una altura de 1.500 msnm, con una temperatura entre 18-23°C, y pendiente del 11%; el número total de árboles por hectárea correspondió a 5100, a una distancia de siembra de 1,5 X 1,5 m, en sistema de siembra de tres bolillo.

Este cafetal se encontraba en asociación con árboles de sombrío, tales como guamo (*Inga edulis* Mart.), aguacate (*Persea americana* Miller), mango (*Mangifera indica* L.), banano (*Musa* sp.) y naranjo (*Citrus sinensis* L.), dispuestos en la finca al azar.

Los tratamientos consistieron en un lote A con salicilato y lote B testigo sin salicilato con las mismas características agronómicas y área (1,6 ha) (Figura 1). Los lotes estaban divididos por una quebrada además de arboles nativos existentes a lo largo de la cuenca hídrica.

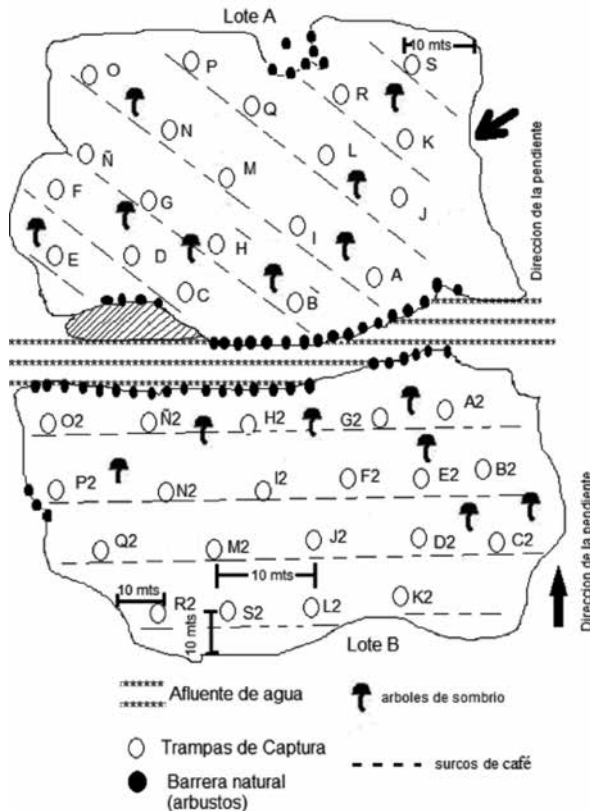


Figura 1. Distribución espacial de las trampas con y sin salicilato de metilo en el lote de café.

En el lote cada lote se colocaron 20 trampas construidas utilizando un marco de alambre calibre 12 de 20x25 centímetros forrados con plástico de color amarillo. Las dos caras de la trampa se cubrieron con una capa fina de grasa Terpel® N-3 de copas. Las trampas se colocaron en el segundo tercio de cada planta de café, siendo esta la parte productiva del árbol. La distancia entre trampas fue de 10 metros y se localizaron a 10 metros del borde de cada lote (Figura 1).

En las trampas del lote A, se colocó un liberador del salicilato de metilo que consistió en un frasco de 10 ml, de 5 cm de altura y 1 cm de diámetro. En el lote B únicamente se colocaron las trampas. Durante todo el experimento el frasco se mantuvo abierto con un volumen constante de 2cc de salicilato de metilo que tuvo una tasa de liberación diaria de entre 4 y 5 μ l. El muestreo de los insectos capturados en las trampas de los lotes A y B se realizaron cada 8 días durante 4 meses, correspondientes a junio, julio, agosto, septiembre del año 2009, para un total de 16 muestreos (esfuerzo de muestreo) correspondiendo a un período entre 90 y 210 días, después de la floración del café lo que aseguró la presencia de frutos en el árbol. Los insectos capturados en las trampas se colectaron en frascos plásticos con alcohol al 70%, estos insectos se llevaron al laboratorio de Entomología de la Universidad de Nariño (Pasto-Colombia). Para identificar las familias de los insectos se utilizaron las claves taxonómicas de TRIPLEHORN & JOHNSON (2004).

Los diferentes especímenes de cada familia fueron categorizados a morfoespecie basados en la morfología de los insectos adultos, asignando un código numérico a cada una de las morfoespecies encontradas dentro de cada familia, siguiendo la metodología propuesta por OLIVER & BEATTIE (1995).

Índices de diversidad

La diversidad de las especies capturadas en cada uno de los lotes del estudio, se estimó aplicando el parámetro de diversidad alfa, mediante la utilización de los índices de riqueza específica (S) y Margalef (DMg) (VILLARREAL *et al.*, 2006). Para el cálculo de la abundancia proporcional, se utilizó el índice de Simpson (λ) para dominancia y el Índice de Shannon-Wiener (H') para estimar la equidad (VILLARREAL *et al.*, 2006). Para evaluar la diversidad Beta se utilizó el coeficiente de similitud de Jaccard (IJ) y el coeficiente de similitud de Sorensen (Is).

Para comparar el número de insectos capturados en los dos tratamientos fue utilizada una prueba de t ($p \leq 0,05$), en donde se usó el procedimiento descrito por ZAR, (1996), donde se calculó el índice de diversidad ponderado (H_p) en función de la frecuencia de cada morfoespecie.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se capturaron 451 ejemplares (297 en el lote A y 154 en el lote B) pertenecientes a 18 familias y 6 órdenes de insectos: Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Neuroptera y Lepidoptera (Tabla 1, 2 y 3). En donde 23 morfoespecies correspondieron a trampas con salicilato de metilo y 10 a las trampas sin salicilato (Tabla 1). Según la prueba de t ($p \leq 0,05$), la captura fue significativamente mayor en lote con trampas con salicilato de metilo (14,85 insectos promedio por trampa) en

comparación con las capturas obtenidas en el lote testigo (7,7 insectos promedio por trampa). Además, los índices evaluados indican que la diversidad de insectos fue significativamente mayor ($p \leq 0,05$) en las trampas con salicilato de metilo (Lote A) (Tabla 1), corroborando con lo propuesto por JAMES (2003a, 2003b, 2005, 2011) y JAMES & PRICE (2004).

Tabla 1. Índices de diversidades de insectos capturados con trampas con salicilato de metilo (lote A) y sin salicilato de metilo (lote B) en un cafetal.

Cálculo de diversidad	Lote A	Lote B
Número total de individuos (N)	297	154
Riqueza de especies	23	10
Índice de Margalef	3,86	1,78
Índice de Simpson	0,09	0,19
Índice de Shannon-Wiener	2,65	1,81
Índice de diversidad ponderado (Hp)	1,153	0,787
Varianzas de Hp (Var)	0,0004	0,0007
Diferencia de las varianzas de Hp	0,0344	
Valor de <i>t</i>	10,619	
Grados de libertad asociados con el valor de <i>t</i> :	332,374	
<i>t</i> tablas ($p \leq 0,05$)	1,962	
Coefficiente de similitud de Jaccard	0,22	
Coefficiente de similitud de Sorensen	0,36	

Al comparar la composición de ambos lotes, se evidenció un bajo grado de similitud en cuanto a las morfoespecies encontradas (Tabla 1), ya que, apenas 6 de éstas resultaron comunes en ambos lotes, ellas son: Scolytidae, Bruchidae, Cisidae, Drosophilidae, Aphididae y Membracidae (Tablas 2 y 3).

Exclusivamente para el lote A (con salicilato) (Tabla 2), se capturaron 11 morfoespecies de insectos benéficos pertenecientes a las familias Perilampidae, Formicidae, Coccinellidae, Chrysopidae, Ichneumonidae, Chalcidae, Chrysididae y Braconidae, de las cuales se identificaron las especies: *Perilampus* sp., *Crematogaster* sp. e *Hippodamia convergens*.

Entre los insectos capturados del lote A (con salicilato), se destaca un alto número de insectos pertenecientes al orden Hymenoptera, en especial a individuos de la familia Formicidae, para la cual se capturó un total de 52 insectos (Tabla 2). Existen evidencias que las hojas de diferentes plantas con abundante presencia de salicilato de metilo atraen a las hormigas, que lo emplean como antiséptico en sus nidos (BROUAT *et al.*, 2000). Además, las hormigas *Pheidole radoszkowskii*, *Solenopsis geminata* y *Crematogaster torosa* son conocidas como depredadoras de *Hypothenemus hampei* bajo condiciones de laboratorio en Costa Rica (VARÓN *et al.*, 2004), especie plaga del café encontrada en la zona de estudio.

Tabla 2. Familias y morfoespecies de insectos capturados en las trampas con salicilato de metilo del lote A en un cafetal.

Orden	Familia	Morfoespecie	No. insectos capturados	
Coleoptera	Coccinellidae	Morfoespecie 1	4	
		Morfoespecie 2	8	
	Scolytidae	Morfoespecie 1*	37	
	Curculionidae	Morfoespecie 1	4	
	Nitidulidae	Morfoespecie 1	2	
	Bruchidae	Morfoespecie 1*	2	
	Cisididae	Morfoespecie 1*	1	
	Chrysomelidae	Morfoespecie 1	4	
	Diptera	Tephritidae	Morfoespecie 1	2
		Drosophilidae	Morfoespecie 1*	39
Hemiptera	Aphididae	Morfoespecie 1*	28	
	Membracidae	Morfoespecie 1*	13	
Neuroptera	Chrysopidae	Morfoespecie 1	13	
Hymenoptera	Braconidae	Morfoespecie 1	15	
		Morfoespecie 2	11	
		Morfoespecie 3	12	
	Ichneumonidae	Morfoespecie 1	17	
		Morfoespecie 2	18	
		Morfoespecie 3	2	
	Perilampidae	Morfoespecie 1	10	
	Chalcidae	Morfoespecie 1	1	
	Formicidae	Morfoespecie 1	52	
	Chrysididae	Morfoespecie 1	2	
	TOTAL	18	23	297

* Familias en común presente para el Lote A y para el Lote B.

Para este mismo orden se capturaron otras familias tales como Braconidae, Ichneumonidae y Perilampidae, las cuales son conocidas por el efecto parasítico sobre poblaciones de lepidópteros plaga de cultivos y bosques naturales (CARMICHAEL *et al.*, 2005; ROWELL *et al.*, 2005; ARODOKOUN *et al.*, 2006; SARVARY *et al.*, 2007). En particular los braconidos atacan exclusivamente lepidópteros, coleópteros y dípteros en diferentes estados de desarrollo, la gran mayoría de especies tienen hospederos específicos (MATTHEWS, 1974; LA SALLE & GAULD, 1991), característica que los convierte en uno de los grupos más utilizados en control biológico de plagas, que les da la cualidad adicional de tener un gran potencial como indicadores de riqueza y estabilidad de un ecosistema (SHAW & HUDDLESTON, 1991). En la familia Perilampidae, el género *Perilampus* sp. (morfoespecie 1-Perilampidae), puede ser parasitoide primario o secundario de *Belvosia bifasciata* Fabr. y otros Tachinidae en Canadá, EEUU, México, Puerto Rico, Perú (PACKARD, 1914).

Con respecto a las capturas de *H. hampei*, en el lote A (Tabla 2), es posible que éstas hayan sido influenciadas por el salicilato de metilo. Al respecto se han reportado efectos significativos en el aumento de capturas de brocas cuando se utiliza la mezcla de metanol-etanol más benzaldehído y salicilato de metilo (GÓMEZ DE LIMA *et al.*, 2004). En este estudio se descarta la posibilidad que *H. hampei* haya sido atraída por el color amarillo de las trampas utilizadas en el estudio, debido a que en el lote B, se registró una baja captura (3 insectos) (Tabla 3), además según BORBÓN *et al.* (2000) y BARRERA *et al.* (2004) los colores de trampa que más atraen a *H. hampei* son blanco y rojo.

La exclusividad de la familia Chrysopidae capturada en el lote A (con salicilato) (Tabla 2), evidencia el potencial atractivo de este compuesto, corroborando los resultados obtenidos por JAMES (2003a), quien utilizó el salicilato de metilo sintético para atraer insectos benéficos en pruebas de campo, concluyendo que tal sustancia, tiene potencial para atraer poblaciones de algunos depredadores, como *Chrysopa nigricornis*.

En cuanto al lote B, la mayor captura fue obtenida para los individuos de la familia Drosophilidae, sin embargo, considerando que en ambos lotes fue registrado un número elevado del grupo (Tabla 2 y 3), no se puede atribuir dichos valores a la influencia del salicilato de metilo y al color de las trampas. Es más probable que la captura de estos dípteros esté asociada a las altas densidades de poblaciones en la zona de estudio, ya que, éstas se presentaban en cultivos frutales (banano y naranjo) aledaños, que son recurso alimenticio para tales moscas.

La mayor captura de insectos de la familia Aphididae en el lote B en relación a la obtenida en el lote A, así como la exclusividad de cicadélidos en el lote B, puede estar relacionado a lo expuesto por NORIN (2001) y METCAL (1992), quienes expresan que los áfidos y otros insectos son repelidos por compuestos volátiles terpenoides (como el salicilato de metilo) inhibiendo su atracción hacia la planta hospedante (Tabla 2 y 3). El solo hecho de que una misma sustancia pueda actuar como fagoestimulante para una especie y repeler a otras, abre nuevas e interesantes posibilidades para el manejo integrado de plagas.

Tabla 3. Familias y morfoespecies de insectos capturados en trampas testigo (B) en un cafetal.

Orden	Familia	Lote Testigo	
		Morfoespecie	No insectos capturados
Coleoptera	Scolytidae	Morfoespecie 1*	3
	Bruchidae	Morfoespecie 1*	3
	Cisidae	Morfoespecie 1*	2
Diptera	Platypezidae	Morfoespecie 1	11
	Bibionidae	Morfoespecie 1	2
	Drosophilidae	Morfoespecie 1*	47
Lepidoptera	Pyralidae	Morfoespecie 1	1
	Cicadellidae	Morfoespecie 1	29
Hemiptera	Aphididae	Morfoespecie 1*	37
	Membracidae	Morfoespecie 1*	19
TOTAL	10	10	154

*Familias en común presente para el Lote A y para el Lote B.

Los resultados del presente trabajo indican la necesidad de realizar un estudio detallado de la capacidad entomófaga de las familias de insectos benéficos atraídas por el salicilato de metilo, ello con el fin de poder evaluarlas como alternativa de control biológico. De igual forma, se deben adelantar estudios para comprobar si los enemigos naturales atraídos por este volátil permanecen en el agroecosistema. Además, se sugiere la siembra o preservación de arvenses (nobles de baja interferencia) y arbustos como refugio y fuente de alimento alternativo en los bordes y calles, para aumentar la abundancia de enemigos naturales, como herramienta para complementar el control biológico por conservación (GURR *et al.*, 2004).

Conclusiones

Los datos obtenidos en los ensayos de campo sugieren que el salicilato de metilo propicia una mayor diversidad de insectos benéficos, especialmente del orden Hymenoptera. Por lo tanto, este semioquímico, puede ser tenido en cuenta dentro de un programa de manejo integrado de plagas, donde se podría aumentar el número de parasitoides y depredadores que en algún momento ayudarían a regular las poblaciones de insectos fitófagos presentes en el cultivo del café.

BIBLIOGRAFÍA

- ARODOKOUN, D.; TAMÒ, M.; CLOUTIER, C. & BRODEUR, J. 2006.- Larval parasitoids occurring on *Maruca vitrata* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae) in Benin, West Africa. *Agric. Forest. Entomol.*, 113: 320-325.
- BARRERA, J.; HERRERA, J. & CRUZ, L. 2004.- Factores que influyen sobre la captura de la broca del café *Hypothenemus hampei* con trampas. (en) *Resúmenes del I Congreso Internacional sobre Desarrollo de*

Zonas Cafetaleras. 6-8 de Octubre de 2004, Tapachula. Chiapas, México.

- BALDWIN, I.; KESSLER, A. & HALITSCHKE, R., 2001.- Volatile signaling in plant- plant- herbivore interactions: what is real?. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 5:1-4.
- BERNAYS, E. & CHAPMAN, R. 1994.- Behavior: the process of host-plant selection. In: *Host Plant Selection by Phytophagous Insects*. New York USA Chapman and Hall.
- BORBÓN, M.; MORA, A.; OEHLISCHLAGER, O. & GONZÁLEZ, L. 2000.- Proyecto trampas, atrayentes y repelentes para el control de la broca del fruto de cafeto, *Hypothenemus hampei* F. (Coleoptera: Scolytidae). (en) *XIX Simposio Latinoamericano de Caficultura* 2 al 6 de octubre de 2000, San José, Costa Rica.
- BROUAT, C.; MCKEY, D.; BESSIERE, J.M.; PASCAL, L. & HOSSAERT-McKEY, M. 2000.- Leaf volatile compounds and the distribution of ant patrolling in an ant- plant protection mutualism: Preliminary results on *Leonardoxa* (Fabaceae: Caesalpinioideae) and *Petalomyrmex* (Formicidae: Formicinae). *Acta Oecol.*, 21: 349-357
- CARMICHAEL, A.; WHARTON, R. & CLARKE, A. 2005.- Opiine parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) of tropical fruit flies (Diptera: Tephritidae) of the Australia and South Pacific region. *Bull. Entomol. Res.*, 95: 545-569.
- GÓMEZ DE LIMA, J.O.; CAMPOS-PEREIRA, R.; MUNIZ DE LACERDA M. P. C.; VIANA-BAILEZ, M.A.M. & VILLACORTA-MOSQUEIRA, A. 2004.- Identificação e atratividade de novos voláteis do café cereja e desenvolvimento de armadilha para a coleta massal da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (en) *Workshop Internacional sobre o Manejo da Broca-do-Café*. Londrina, Paraná, Brasil.
- GURR, G.M.; WRATTEN, S.D.; ALTIERI, M.A. 2004.- Ecological Engineering for Pest Management: Advances in Habitat Manipulation for Arthropods. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- JAMES, D. 2003a.- Field evaluation of herbivore-induced plant volatiles as attractants for beneficial insects: Methyl Salicylate and the green lacewing, *Chrysopa nigricornis* .J. *Chem. Ecol.*, 29 (7): 1601-1609.
- JAMES, D., 2003b.- A Synthetic herbivore-induced plant volatiles as field attractants for beneficial insects. (en) *The British Crop Protection Council International Congress Crop Science and Technology*. Glasgow, Scotland. UK.
- JAMES, D. & PRICE, T. 2004.- Field-testing of methyl salicylate for recruitment and retention of beneficial insects in grapes and hops. *J. Chem. Ecol.* 30: 1613-1628.
- JAMES, D. 2005.- Further evaluation of synthetic herbivore-induced plant volatiles as attractants for beneficial insects. *J. Chem. Ecol.*, 31, 481-495.
- KESSLER, A. & BALDWIN, T. 2001.- Defensive function of herbivore-induced plant volatile emissions in nature. *Science*, 291: 2141-2144.
- LA SALLE, J. & GAULD, I. 1991.- Hymenoptera: Their Biodiversity, and their impact on the diversity of other organisms. (en) LA SALLE J. & GAULD I. (eds.) *Hymenoptera and Biodiversity*. C.A.B. International, Wallingford UK.
- MATTHEWS, R.W. 1974.- Biology of Braconidae. *Annu. Rev. Entomol.*, 19: 15-32
- METCALF, R.L. & LUCKMANN, W.H., 1992.- Introducción al manejo de plagas de insectos. Mexico, Noriega.
- NORIN, T. 2001.- Pheromones and kairomones for control of pest insects. Some current results from a Swedish research program. *Pure Appl. Chem.*, 7(3): 607-612.
- OLIVER, I. & BEATTIE, R. 1995.- Invertebrate morphospecies as surrogates for species: A Case Study. *Conserve. Biol.*, 10:99-109.
- PACKARD, A. 1914.- Monograph of the Bombycine moths of North America. *Mem. Nat. Acad. Sci.*, 12: 1-516.
- REDDY, G. & GUERRERO, A. 2004.- Interactions of insect pheromones and plant semiochemicals. *Trends Plant Sci.* 9:253-261.
- ROWELL, B.; NITTAYAPORN, B.; SATTHAPORN, K.; PHITHAMMA, S. Y. & DOUNGSA-ARD, C. 2005.- Hymenopteran parasitoids of Diamondback moth (Lepidoptera: Ypeunomutidae) in northern Thailand. *Hortic. Entomol.* 98: 449-456.
- SARVARY, M.A.; NYROP, J.; REISSIG, H. & GIFFORD, K. 2007.- Potential for conservation biological control of the oblique banded leafroller (OBLR) *Choristoneura rosaceana* (Harris) in orchard systems managed with reduced-risk insecticides. *Biol. Control.*, 40: 37-47.
- SHAW M.R. & HUDDLESTON T. 1991.- Classification and biology of braconid wasps (Hymenoptera: Braconidae). *Handbooks for the Identification of British Insects* 7(11):1-126.
- TRIPLEHORN, C. A. & JOHNSON, N. F., 2004.- Borror and DeLong's Introduction to the study of insects. Belmont CA, Thomson Brooks/Cole.
- VAN POECKE, R.; POSTHUMUS, M. & DICKE, M. 2001.- Herbivore-induced volatile production by *Arabidopsis thaliana* leads to attraction of the parasitoid *Cotesia rubecula*: chemical, behavioral, and gene-expression analysis. *J. Chem. Ecol.* 27(10): 1911-1928.
- VARÓN, E.; HANSON, P.; BORBÓN, O.; CARBALLO, M. & HILJE, L. 2004.- Potencial de hormigas como depredadoras de la broca del café *Hypothenemus hampei* en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. 73: 42-50.
- VILLARREAL, H.; ÁLVAREZ, M.; CÓRDOBA, S.; ESCOBAR, F.; FAGUA, G.; GAST, F.; MENDOZA, H.; OSPINA, M. & UMAÑA, A.M. 2006.- Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá.
- ZAR, J.H., 1996.- Biostatistical Analysis. New Jersey, USA Prentice Hall.