

EVALUACIÓN DEL SALICILATO DE METILO COMO ATRAYENTE DE INSECTOS BENÉFICOS EN EL CULTIVO DE CAFÉ*

EVALUATION OF THE SALICYLATE OF METHYL AS ATTRACTIVE OF BENEFICIAL INSECTS IN COFFEE CULTIVATION*

Fernando Coral Gaón ¹, Tito Bacca ²

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la capacidad de atracción del salicilato de metilo sobre enemigos naturales presentes en un cultivo de café, se instalaron 20 trampas pegajosas con salicilato de metilo en un lote de 1 ha y 20 trampas sin atrayente en un lote testigo de 1,6 ha en el municipio de Taminango, Nariño, Colombia. Las trampas fueron evaluadas semanalmente durante 4 meses. Según la prueba de t, las capturas de morfoespecies de las familias Chrysopidae, Ichneumonidae, Perilampidae, Chalcididae, Braconidae y Coccinellidae y otras familias de insectos benéficos, fueron mayores y estadísticamente diferentes a las encontradas en el tratamiento testigo. Según los índices de Riqueza específica (S) con 23 especies en el lote con salicilato de metilo y 10 especies para el lote testigo. Con respecto al índice de Margalef, registró mayor número de individuos con respecto al lote testigo, además al aplicar los índices de abundancia proporcional con el índice de Simpson (λ) y el Índice de Shannon-Wiener (H') se obtuvo una mayor diversidad de insectos benéficos en el lote tratado. El uso de atrayentes químicos para aumentar las poblaciones de enemigos naturales en el cultivo del café, pueden ser una opción de control biológico que ayuden a regular los insectos fitófagos que ocasionalmente pueden estar causando un daño económico a este cultivo.

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

*

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo. 2011

¹ Tesista Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Torobajo, Pasto.
rfernandocoral@gmail.com

² Profesor Asociado, Ph.D. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Torobajo, Pasto.
titobacca@gmail.com

ABSTRACT

In order to evaluate the attraction capacity of the salicylate of methyl on natural enemies present in a coffee cultivation, was installed 20 sticky traps with methyl salicylate on a plot of 1 Has. and 20 traps without attractant on a control plot of 1 Has. in the Taminango township, Nariño, Colombia. The traps were evaluated weekly for 4 months. According to the T-Test, the morphospecies catches of the families Chrysopidae, Ichneumonidae, Perilampidae, Chalcididae, Braconidae y Coccinellidae and another families of beneficial insects, were greater and statistically different with respect to the catches found with the control plot. According to the specific richness indexes(S) with 23 species in the plot with salicylate of methyl and 10 species in the control plot. According to the Margalef index was registered a greater number of individuals with respect to the control plot, in addition to that applying the proportional abundance indexes with the Simpson index(λ) and the Shannon-Wiener (H') was obtained a greater beneficial insect diversity in a plot with treatment. The use of attractants to increase the populations of natural enemies in the coffee cultivation can be an option of biological control to help to regulate the phytophagous insects that can occasionally cause economical damages in this cultivation.

Keywords: semiochemicals, salicylate of methyl, natural enemies.

INTRODUCCIÓN

En los agroecosistemas existen relaciones de comunicación entre los enemigos naturales, los insectos fitófagos y las plantas, que se puede iniciar a través de señales químicas por la emisión de volátiles de las plantas (Baldwin *et al.*, 2001). Estas señales pueden influir en los herbívoros en sus tasas de ovoposición y depredación esto sugiere que los volátiles son una defensa indirecta contra enemigos que se posan en 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. Igualmente, las plantas pueden proporcionar alimento (néctar y polen) y refugio en estructuras especializadas a los enemigos de los herbívoros, conformándose de esta forma en un sistema tritrófico (Kessler y Baldwin, 2001).

Los volátiles emitidos por la planta o semioquímicos, son compuestos que intervienen en la comunicación y comportamiento entre organismos vivos (Bernays y Chapman, 1994), juegan un papel importante como atrayentes de parasitoides, ya que muchos de ellos detectan las sustancias del hospedante o de su presa y de esta forma se orientan hacia ellas (Van Poecke, 2001).

Algunas moléculas volátiles, como el salicilato de metilo, jasmonato de metilo y etileno, entre otras sustancias han sido consideradas las responsables de la señalización dentro de una planta y entre plantas (Van Poecke, 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 por ejemplo a especies de *Chrysopa* (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 como atrayentes de depredadores y para incrementar su densidad en los cultivos (James, 2003a; James y 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 y Price, 2004). En el caso de *Arabidopsis thaliana* libera compuestos volátiles para defenderse contra insectos herbívoros, estos volátiles atraen a hembras parasitoides de *Cotesia rubecula* hacia plantas infestadas por el herbívoro *Pieris rapae*. La planta libera una mezcla de volátiles, ya sea por daño mecánico o por herbivorismo, como el salicilato de metilo, que es liberado en grandes cantidades (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 los enemigos naturales, representados por 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, 2011). Es decir este compuesto volátil multifuncional y bioactivo está involucrado en diferentes sistemas de señales naturales y se ha probado que actúa como comunicador entre plantas infestadas por insectos (Norin, 2001).

Teniendo en cuenta que los volátiles de plantas puede incrementar la atracción de enemigos naturales y ofrecer nuevas estrategias de control de diferentes plagas (Reddy y Guerrero, 2004), este trabajo tuvo como objetivo 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 variedad Caturra de cuatro años de edad, en un área aproximada de 3.2 hectáreas, con una altura de plantas entre 2 y 2.5 m, con manejo orgánico, cero aplicación de insecticidas y una asociación con árboles de sombrío como guamo (*Inga edulis* Mart.), aguacate (*Persea americana* Miller), mango (*Mangifera indica* L.), banano (*Musa x paradisiaca* L.) y naranjo (*Citrus sinensis* L.), dispuestos en la finca al azar.

El cafetal se localizo en el Municipio de Taminango (Nariño), en la vereda Charco Hondo, ubicado a una altura de 1500 m.s.n.m, con una temperatura entre 18-23⁰ 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, en sistema tres bolillo.

Los tratamientos consistieron en la comparación de un lote de 10.000 mts² (lote A), con liberadores de salicilato de metilo y un lote testigo 10.000 mts² (lote B), sin liberadores del semioquímico o tratamiento testigo. Los lotes estaban divididos por una quebrada además de arboles nativos existentes a lo largo de la ronda hídrica (Fig. 1).

En 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 las trampas 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 (Fig. 1).

En el lote A junto a las trampas, 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 µl de salicilato de metilo (James, 2011).

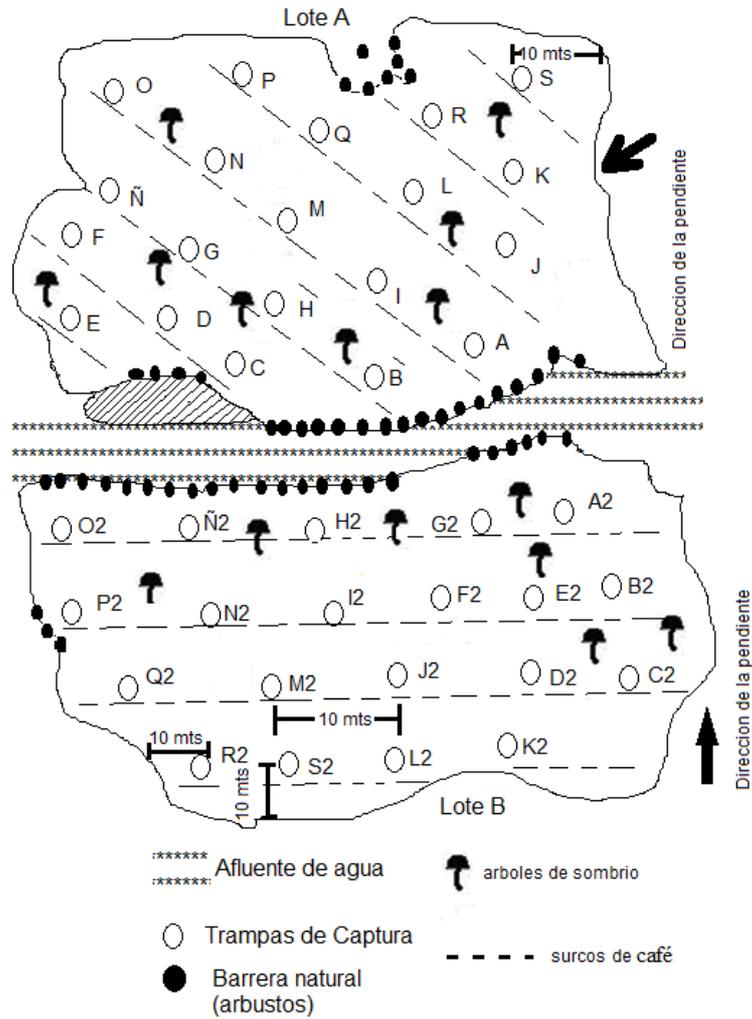


Figura 1. Distribución espacial de las trampas con y sin salicilato de metilo en el lote de café.

El muestreo de los insectos capturados en las trampas de los lotes A y B se realizaron cada 8 días durante los meses de Junio, Julio, Agosto, Septiembre del 2009, para un total de 16 muestreos correspondientes a un periodo 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% que se llevaron a laboratorio de Entomología de la Universidad de Nariño (Pasto-Colombia) para identificar las familias de los insectos se utilizaron las claves taxonómicas de Triplehorn y Johnson (2004).

Los diferentes especímenes de cada familia fueron categorizados a morfoespecie basados en la morfología de los insectos adultos, asignando un número a cada una de las morfoespecies encontradas dentro de cada familia, siguiendo la metodología propuesta por Oliver y 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 Sorenses (Is).

Para comparar el número de insectos capturados en los dos tratamientos a través del tiempo 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 especie.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la variable de equidad, según la prueba de t ($p \leq 0,05$) en las trampas con salicilato de metilo correspondiente al lote A, se obtuvo un mayor número de insectos, con un promedio de captura de insectos por trampa de 14,85, en comparación con las capturas obtenidas en el lote testigo o lote B que fue de 7,7 insectos promedio por trampa. En cuanto a la diversidad medida con el índice de Shannon provenientes de las dos muestras (Lote A y Lote B) se pudo concluir que la diversidad de insectos presentes en el lote A es mayor que la diversidad de insectos capturados en el lote B (Tab. 1.)

Tabla 1. Índice de diversidad de Shannon de insectos capturados en trampas cebadas con sin salicilato de metilo en un cafetal.

	Lote A con salicilato	Lote B sin salicilato
Índice de diversidad ponderado (Hp)	1,1535354	0,7872078
Varianza del índice de diversidad ponderado (Var)	0,0004465	0,0007434
Diferencia de las varianzas de ambas muestras (Dvar)	0,0344953	
Valor de <i>t</i>	10,619641	
Grados de libertad asociados con el valor de <i>t</i> :	332,37416	
<i>t</i> tablas ($p \leq 0,05$)	1,962	

En los lotes A y B, se recolectaron 451 ejemplares pertenecientes a 6 órdenes: Coleoptera, Díptera, Hemiptera, Hymenoptera, Neuroptera y Lepidoptera, donde el 65.9% de los insectos procedieron del lote A con 297 individuos y 34.1% del lote B con 154 individuos.

Se identificaron 22 familias las cuales se categorizaron a morfoespecie para el lote A 297 individuos y para el lote B 154 individuos. De estas 6 morfoespecies resultaron comunes en ambos lotes, pertenecientes a las familias Scolytidae, Bruchidae, Cistidae, Drosophilidae, Aphididae y Membracidae (Tab. 2 y Tab. 3).

Para el lote A (Tab.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 spp* y *Hippodamia convergens*.

En cuanto a la familia Chrysopidae, en el lote A se capturaron 13 insectos (Tab. 2), lo que coincide con los resultados obtenidos por James (2003a), quien utilizó el salicilato de metilo sintético para atraer insectos benéficos en pruebas de campo y concluyó que esta substancia, tiene potencial en atraer poblaciones de algunos depredadores, como *Chrysopa nigricornis*.

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

Lote con Salicilato			
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
	Braconidae	Morfoespecie 1	15
		Morfoespecie 2	11
		Morfoespecie 3	12
Hymenoptera	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			297

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

Con respecto a las capturas de *Hypothenemus hampei*, en el lote A (Tab. 2), es posible que estén 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).

Se descarta la posibilidad que *Hypothenemus hampei* haya sido atraída por el color amarillo de la trampa, debido a que el lote B, presentó una captura de 3 insectos (Tab. 3), además según Borbón *et al.*, (2000) y Barrera *et al.*, (2004) los colores de trampa que más atraen a *Hypothenemus hampei* son blanco y rojo.

En el lote A, se muestreo un mayor número insectos pertenecientes al orden Hymenoptera, en especial a individuos de la familia Formicidae, para la cual se capturo un total de 52 insectos (Tab. 2). Es posible que estas capturas estén influenciadas y teniendo en cuenta a que 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). Las potencialidades de las hormigas *Pheidole radoszkowskii*, *Solenopsis geminata* y *Crematogaster torosa* son conocidas como predatoras de *H. hampei* bajo condiciones de laboratorio en Costa Rica, (Varón *et al.*, 2004). 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 y la gran mayoría de especies tienen hospederos específicos (Matthews, 1974; La Salle y Gauld, 1991), característica que los convierte en uno de los grupos más utilizados en control biológico de plagas y que les da la cualidad adicional de tener un gran potencial como indicadores de riqueza y estabilidad de un ecosistema (Shaw y Huddleston, 1991). En la familia Perilampidae, el género *Perilampus sp.* puede ser parasitoide primario o secundario. Se conoce que *Perilampus hyalinus*, es un hiperparasitoide de *Belvosia bifasciata* Fabr. y otros Tachinidae en Canadá, EEUU, México, Puerto Rico, Perú. (Packard, 1914).

La captura de insectos de la familia Aphididae en el lote A fue de 28 individuos, lo cual contradice lo expuesto por Hardie *et al.*, (1994) y Norin (2001), que expresan que los áfidos

son repelidos por compuestos volátiles como el salicilato de metilo inhibiendo su atracción hacia la planta hospedante, a pesar de este hecho en el lote A se capturaron individuos de la familia Aphididae, (Tab. 2).

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

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

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

En cuanto al lote B, se capturo insectos pertenecientes a la familia Platypezidae, que fue identificada como *Platypalpus sp.*, la cual, según Rodríguez (2005), pueden encontrarse depredando adultos de moscas minadoras y otros dípteros de la familia Drosophilidae.

Las capturas de cicadelidos con 29 insectos, solamente se presentaron en el lote B, donde el color amarillo de las trampas fue el factor que pudo influir en las capturas a diferencia del lote A, donde no hubo ninguna captura y el salicilato de metilo sea una substancia

repelente, tal como ocurren para varios insectos que son repelidos por algunos terpenoides (Metcalf, 1992). 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.

Al analizar la diversidad alfa, se encontró una riqueza específica de 23 especies para el lote A y 10 especies para el lote B. Al considerar el índice de Margalef (DMg), el cual supone una relación entre el número de especies y el número total de individuos, se observa que en el lote A, se registró mayor número de individuos, la diversidad de morfoespecies de 3.86 fue diferente en relación con el lote B con un valor de 1.78, en el cual se registró menor número de individuos (Tab. 4). Esto confirma lo expuesto por James (2003a, 2003b, 2005, 2011) en cuanto a que la liberación controlada de salicilato de metilo resultó en la presencia de 4 a 6 veces más enemigos naturales que en dispensadores sin salicilato de metilo.

Tabla 4. Índices de diversidades alfa y beta de insectos capturados con trampas con y sin salicilato de metilo un cafetal.

Calculo de las diversidades alfa y beta	Lote A	Lote B
Número total de individuos (N)	297	154
Número total de especies (S)	23	10
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
Coefficiente de similitud de Jaccard	0,22	
Coefficiente de similitud de Sorensen	0,36	

En cuanto a la probabilidad de que dos individuos, tomados al azar de una muestra, sean de la misma especie, se encontró que el lote A tiene menor probabilidad con respecto al lote B, puesto que en este lote se registró mayor valor del índice de Simpson con 0,19. El índice de equidad, reflejado en los valores obtenidos con el índice de Shannon-Wiener (Tab. 4) para el lote A con un valor de 2,65 y para el lote B con un valor de 1.81, indica que en el lote A se presentó mayor uniformidad de morfoespecies, respecto al número total de individuos de todas las morfoespecies capturadas (Tab. 4). Estos resultados confirman que en el lote A y

en el lote B, se presentaron comunidades diferentes, lo que incide tanto en el número como en la abundancia de las morfoespecies capturadas con salicilato de metilo.

Para el caso de la diversidad beta (Tab. 4), el valor de 0,22 obtenido para el índice de similitud de Jaccard refleja un bajo grado de semejanza y permite suponer que el lote A y el lote B no tienen gran relación en cuanto a las morfoespecies encontradas, ya que en conjunto únicamente compartieron las siguientes seis familias: Bruchidae, Scolytidae, Cistidae, Drosophilidae, Aphididae, Membracidae (Tab. 2 y Tab. 3). Por otra parte, el número total de individuos de las morfoespecies registradas y el resultado obtenido para el índice de Sorensen de 0,36 muestran que entre el lote A y el lote B se presentó una baja relación de semejanza en las especies capturadas.

Los diferentes índices empleados mostraron que en los lotes evaluados, los insectos capturados en las trampas del lote A, presentaron alta abundancia y diversidad. Por lo anterior, se deben estudiar la posibilidad de introducir al salicilato de metilo, como una herramienta dentro del manejo integrado de plagas en el cultivo del café, debido a que con el uso de esta substancia es posible aumentar la biodiversidad a favor de las familias de insectos benéficos, que en algún momento pueden regular las poblaciones de insectos fitófagos.

Además, es necesario realizar un estudio detallado tendiente a conocer la capacidad entomófaga de las familias de insectos benéficos encontradas en el lote A, esto con el fin de poderlas evaluar como alternativa de control biológico. De igual forma se deben adelantar estudios tendientes a comprobar si los enemigos naturales atraídos con el salicilato de metilo permanecen en el agroecosistema o por el contrario estos se marchan. Se sugieren también la siembra o preservación de arvenses y arbustos como refugios y fuente de alimentos alternos para aumentar la abundancia de enemigos naturales y de esa forma sean un complemento con el uso del salicilato de metilo como herramienta para el uso del 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, debe ser tenido en cuenta para desarrollar un programa de manejo 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.

BIBLIOGRAFIA.

Arodokoun, D., Tamò, M., Cloutier, C. & Brodeur, J. 2006. Larval parasitoids occurring on *Maruca vitrata* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae) in Benin, West Africa. *Agriculture Ecosystems and Environment* 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. p 50.

Baldwin, I., Kessler, A. & Halitschke, R. 2001. Volatile signaling in plant- plant-herbivore interactions: what is real?. *Current Opinion in Plant Biology*. 5:1-4

Bernays, E. & Chapman, R. 1994. Behavior: the process of host-plant selection. In: *Host Plant Selection by Phytophagous Insects*. Chapman and Hall. USA. Pp: 95-150

Borbón, M., Mora, A., Oehlschlager, 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. p 331-348.

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 Miranda, P. C., Matoso Viana-Bailez, A. M. y 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, p. 8.

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. 100 p.

Hardie, J., Isaacs, R., Pickett, J., Wadhams, L. & Woodcock, C. 1994. Methyl salicylate and (1R,5S) myrtenal are plant derived repellents for black bean aphid, *Aphis fabae* Scop. (Homoptera: Aphididae). *Journal of Chemical Ecology*, 20 (11): 2847-2855.

James, D. 2003a. Field evaluation of herbivore-induced plant volatiles as attractants for beneficial insects: Methyl Salicylate and the green lacewing, *Chrysopa nigricornis*. *Journal of Chemical Ecology*, 29(7): 1601-1609.

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. 2003a Synthetic herbivore-induced plant volatiles as field attractants for beneficial insects. The British Crop Protection Council International Congress-Crop Science and Technology 2003. Wiley, Scotland. p 1217–1222.

James, D. 2005. Further evaluation of synthetic herbivore-induced plant volatiles as attractants for beneficial insects. *Journal of Chemical Ecology* 31, 481–495.

James, D. 2011. Grape and hop plants sprayed with botanical oil pesticides containing herbivore-induced plant volatiles attract insect predators and parasitoids. *Environmental Entomology* (en prensa).

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 Bieversity, and Their impact on the diversity of other organisms (Eds), *Hymenoptera and Biodiversity* C.A.B. International, UK. 97 p.

Matthews R.W. 1974. Biology of Braconidae *Annual Review of Entomology* 19:15-32

Metcalf, R.L. & Luckmann, W.H. 1992. Introduccion al manejo de plagas de insectos. Mexico, Noriega. 710 p.

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. Boil.* 10:99-109.
- Packard, A. 1914. Monograph of the bombycine moths of North America. Parte 3. T DA Cockerell (eds) *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
- Rodríguez, R. 2005. The Hybotidae family (Diptera: Empidoidea), diptera of horticultural entomofauna from Almería. *Pests of plants. Vol. No.174.* p. 29-38
- Rowell, B., Nittayaporn, B., Sathaporn, K., Phithamma, S. y Doungsa-Ard, C. 2005. Hymenopteran parasitoids of Diamondback moth (Lepidoptera: Ypeunomutidae) in northern Thailand. *Hortic Entomol* 98: 449-456.
- Triplehorn, C. A. & Johnson, N. F. 2004. Borror and DeLong's Introduction to the study of insects. Thomson Brooks/Cole, Belmont CA. 846 p.
- 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
- Sarvary, M A., Nyrop, J., Reissig, H. & Gifford, K. 2007. Potential for conservation biological control of the obliquebanded leafroller (OBLR) *Choristoneura rosaceana* (Harris) in orchard systems managed with reduced-risk insecticides. *Biol Control* 40: 37-47.
- 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. *Journal of chemical ecology*, 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, AM. 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. 2ª. ed. Bogotá. 236 p.
- Zar, J.H. 1996. *Biostatistical Analysis*. 3rd Ed. Prentice. New Jersey, USA. 988 p.