

ACTIVIDAD INSECTICIDA DEL CALDO SULFOCÁLCICO SOBRE *Hypothenemus hampei* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)*

Miguel Ángel Cabrera Marulanda¹, Jacobo Robledo Buriticá² & Alberto Soto Giraldo³

Resumen

Objetivos: Evaluar el caldo sulfocálcico como alternativa ecológica para el manejo de la broca del café *Hypothenemus hampei* bajo condiciones controladas de laboratorio. **Alcance:** Dosis letales y subletales del caldo sulfocálcico sobre *H. hampei*. **Metodología:** Se evaluó el caldo sulfocálcico 31,5 grados Baumé en sus dosis letales y subletales sobre la broca del café. Las curvas de concentración-mortalidad fueron estimadas por el análisis Probit. **Principales resultados:** El caldo sulfocálcico presentó efecto insecticida sobre la broca del café; los mayores porcentajes de mortalidad se obtuvieron a los cuatro días después de la aplicación y las dosis subletal (DL_{50}) y letal (DL_{95}) fueron 2,2% y 7,1%, respectivamente. **Conclusiones:** Se determinaron las dosis letales y subletales del caldo sulfocálcico sobre la broca del café.

Palabras clave: control alternativo, manejo integrado de plagas, broca del café.

INSECTICIDE ACTIVITY OF LIME SULPHUR ON *Hypothenemus hampei* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Objectives: Evaluate the lime sulphur as an ecological alternative for the management of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* under controlled laboratory conditions. **Scope:** Lethal and sublethal doses of lime sulphur on *H. hampei*. **Methodology:** The broth lime sulphur (31.5 degrees Baumé) was evaluated on coffee berry borer using lethal and sublethal doses. The concentration-mortality curves were estimated by Probit analysis. **Main results:** The lime sulphur presented an insecticidal effect on the coffee berry borer. The highest mortality percentages were obtained four days after application. Lethal (DL_{50}) and sublethal (DL_{95}) doses were 2.2% and 7.1%, respectively. **Conclusions:** Lethal and sublethal doses of the lime sulphur on the coffee berry borer were determined.

Key words: alternative control, integrated pest management, coffee berry borer.

* FR: 11-IV-18. FA: 7-V-18.

¹ Estudiante Ingeniería Agronómica. Universidad de Caldas, Colombia. E-mail: miguel.501214553@ucaldas.edu.co ORCID: 0000-0002-6967-1473

² Estudiante Ingeniería Agronómica. Universidad de Caldas, Colombia. E-mail: jacob0.501220070@ucaldas.edu.co ORCID: 0002-9590-7929.

³ I.A., M.Sc., Ph.D Entomología, Departamento de Producción Agropecuaria, Universidad de Caldas. E-mail: alberto.soto@ucaldas.edu.co ORCID: 000-0002-9727-8919

CÓMO CITAR:

CABRERA-MARULANDA, M.A., ROBLED0-BURITICÁ, J. & SOTO-GIRALDO, A., 2018.- Actividad insecticida del caldo sulfocálcico sobre *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae). Bol.Cient.Mus.Hist. Nat.U.de Caldas, 22 (2): 24-32. DOI: 10.17151/bccm.2018.22.2.2

INTRODUCCIÓN

El control de las plagas que atacan el cultivo de café se ha realizado, en la mayoría de las veces, con la utilización de insecticidas y acaricidas sintéticos. A pesar de la facilidad de adquisición y de uso, problemas como la resistencia de las plagas, ocasionado por la utilización continua de determinados ingredientes activos y por la alta toxicidad de los productos a los aplicadores, están frecuentemente asociados a la utilización exclusiva del control químico. A esos factores negativos se suma el costo elevado de los productos, lo que ha encarecido la producción, que es realizada muchas veces por pequeños productores (VENZON *et al.*, 2008).

La broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae) es la plaga más importante que afecta el cultivo de café en todos los países productores del mundo (INFANTE *et al.*, 2004; BUSTILLO, 2008; CONSTANTINO *et al.*, 2011; BENAVIDES *et al.*, 2012; PACHECO *et al.*, 2012). Hace daño al atacar la cereza y reproducirse internamente en el endospermo, causando la pérdida total del grano y en muchos casos, la caída prematura de los frutos (BUSTILLO, 2006); además, reduce la calidad del producto final (CENICAFÉ, 2013). Este artrópodo genera pérdidas de US\$ 500 millones al año en todo el mundo, siendo el problema fitosanitario que mayor daño económico causa en este sistema productivo. De las 948.477 ha de cafeto sembradas en el 2014, alrededor de 800 mil tienen presencia de este artrópodo (AGRONET, 2017). Para su control, los agricultores utilizan principalmente insecticidas sintéticos convencionales; sin embargo, el control químico a pesar de su eficiencia, facilidad de adquisición y de uso, presenta aspectos negativos como la resistencia de las plagas, la reducción o supresión de especies benéficas, la alta toxicidad de los productos a los aplicadores, la presencia de residuos en los alimentos y en el medio ambiente y la fitotoxicidad, entre otros (HUGHES *et al.*, 2008; JEPSON, 2008; GARCÍA *et al.*, 2014). Asociado a todo eso, se suma la falta de cumplimiento de los periodos de carencia, lo que puede causar efecto negativo en la salud de los consumidores (FILGUEIRA, 2000; FRAGOSO *et al.*, 2002; PICANÇO *et al.*, 2007; JIMÉNEZ *et al.*, 2016).

Para sistemas de producción, como el orgánico, donde la utilización del control químico no es permitida, existe la necesidad de métodos alternativos con eficiencia comprobada para el control de plagas. La disponibilidad de tales métodos es una necesidad no solo de productores, sino también de consumidores que demandan productos libres de residuos de agrotóxicos y producidos con tecnología ambientalmente segura (VENZON *et al.*, 2008). Una alternativa viable a los problemas ocasionados por el uso excesivo de plaguicidas sintéticos en los cultivos extensivos es la utilización de nuevos ingredientes activos y técnicas de manejo que prioricen la seguridad ambiental y social, sin descuidar su efectividad en el manejo de problemas fitosanitarios (MENESES, 2017), en este caso el manejo de las poblaciones de la broca del café. En la búsqueda de tales moléculas, productos alternativos a los plaguicidas convencionales como los

caldos fitoprotectores han sido usados por productores para el control de plagas y enfermedades, especialmente en los sistemas de producción ecológicos y orgánicos (CAMPANHOLA & BETTIOL, 2003; VENZON *et al.*, 2007; SOTO, 2013). Dentro de esos productos se encuentra el caldo sulfocálcico, que es obtenido por el tratamiento térmico del azufre y la cal. Ese producto es conocido, principalmente, debido a su acción fungicida (TWEEDY, 1967; SMILANICK & SORENSON, 2001; HOLB *et al.*, 2003; MONTAG *et al.*, 2005) y también es utilizado como acaricida e insecticida (GUERRA, 1985; PENTEADO, 2000; GUIRADO, 2001; SOTO *et al.*, 2013), además es aceptado por la mayoría de las certificadoras de café orgánico (VENZON *et al.*, 2008). El efecto tóxico del caldo sulfocálcico a los insectos y ácaros, se da por la reacción de los compuestos del producto aplicado sobre la planta con el agua y el gas carbónico, resultando en gas sulfhídrico y azufre coloidal (ABBOT, 1945).

La dosis letal (DL) es usada para evaluar la toxicidad de plaguicidas a artrópodos (SATO *et al.*, 2002; YANG *et al.*, 2002; STARK & BANKS, 2003). Sin embargo, la DL es una medida incompleta de los efectos de los productos sobre poblaciones, pues analiza solamente la mortalidad como parámetro de toxicidad (STARK & BANKS, 2003; PEÑA *et al.*, 2013). Aquellos individuos que sobreviven a la exposición a plaguicidas pueden sufrir efectos subletales. Estos efectos son manifestados a través de la reducción en el período de vida, disminución de la fertilidad, reducción de la fecundidad, cambios en la razón sexual y en el comportamiento alimenticio (LAWRENCE, 1981; STARK *et al.*, 1992; FRANCESENA, 2015). Los parámetros que definen el efecto letal o subletal son las concentraciones utilizadas de los ingredientes activos. Se puede incluso obtener un control satisfactorio de las poblaciones de las plagas, utilizándose dosis subletales (VENZON *et al.*, 2007). El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos letales y subletales del caldo sulfocálcico sobre la broca del café, para contribuir con el manejo racional de la plaga.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el cuarto de termoterapia de la Universidad de Caldas, Manizales, Colombia (Coordenadas: 5°05'N y 75°40'W), ubicado a 2160 msnm con una temperatura controlada de 26°C (+/- 1°C) y oscuridad absoluta. Los individuos de broca del café fueron criados artificialmente en café pergamino seco variedad Castillo en la empresa BIOCAFÉ ubicada en las instalaciones del Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFÉ) en la ciudad de Chinchiná, Colombia. El efecto letal del caldo sulfocálcico sobre *H. hampei* fue determinado siguiendo la metodología descrita por PENTEADO (2000). De esta manera, se realizó el tratamiento térmico del azufre y cal virgen, utilizándose para cada litro de agua, 250 g de azufre y 125 g de cal virgen. La concentración obtenida del caldo sulfocálcico fue de 31,5° Baumé.

Las dosis letales (DL) del caldo sulfocálcico fueron establecidas mediante pruebas preliminares y se situaron entre el límite inferior, donde el producto no causó mortalidad y el límite superior de respuesta, donde generó 100% de mortalidad, para lo cual se evaluaron cinco dosis entre altas, medias y bajas (Tabla 1). En cajas Petri de 9 cm de diámetro se colocaron 10 granos de café pergamino seco y se adicionaron 10 adultos de la broca del café procedentes de la empresa Biocafé; posteriormente se asperjó el producto con un atomizador manual. El volumen promedio de caldo sulfocálcico utilizado en cada aspersión fue de 1,3 mL equivalente a un depósito de $0,88 \pm 0,07$ mg/cm² sobre la superficie tratada. Esta cantidad aplicada está de acuerdo con lo recomendado por la IOBC/WPRS (OVERMEER & VAN ZON, 1982) y representa las mismas características que una aplicación en el campo (REIS *et al.*, 1998). El control o tratamiento testigo fue asperjado con agua destilada siguiendo el mismo procedimiento. Finalmente, las cajas se sellaron herméticamente dejando un orificio sellado con malla antiáfidos de 6×10 hilos/cm². El número de repeticiones por concentración en este ensayo preliminar fue de tres. Con los resultados obtenidos en el ensayo preliminar se seleccionaron tres concentraciones para el bioensayo final (Tabla 1), el cual se realizó utilizando la misma metodología descrita en el ensayo preliminar con tres repeticiones por concentración. La mortalidad fue evaluada 18 h, 42 h, 66 h y 90 h después de la aplicación del producto en el ensayo preliminar, y en el bioensayo final a las 90 h después de la aplicación (momento en el cual la mortalidad es mayor de acuerdo con las pruebas preliminares). Las curvas de concentración-mortalidad fueron estimadas por el análisis Probit (FINNEY, 1971) y la dosis letal media (DL₅₀) y dosis letal 95 (DL₉₅) fueron calculadas utilizando la función descrita por PACHECO & DE FREITAS-REBELO (2013) en el programa estadístico R (R Development Core Team, 2014).

Tabla 1. Concentraciones utilizadas en el ensayo preliminar y el bioensayo final sobre *H. hampei*.

Concentración (%) v/v	Ensayo preliminar	Bioensayo final
0 (control)	X	X
0,5	X	X
2	X	X
7	X	X
10	X	
20	X	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo preliminar

El efecto insecticida del caldo sulfocálcico sobre los adultos de *H. hampei* se observó en todas las concentraciones y periodos evaluados. En concentraciones superiores al

7% de caldo sulfocálcico 90 h después de la aplicación, las concentraciones evaluadas presentaron el mismo comportamiento. Este resultado permite determinar que el tiempo indicado para la evaluación de la mortandad en el bioensayo final es cuatro días (90-96 h) después de la aplicación y que las dosis límites superior e inferior corresponden al 7% y al 0,5%, respectivamente, e incluso a concentraciones menores (Figuras 1 A, B, C y D). La tendencia obtenida en los datos de mortalidad a través del tiempo indica que la representatividad de los datos en un modelo lineal o exponencial empieza a ser significativa a partir de 66 h después de la aplicación (Figuras 2 A, B y C). Estos resultados se pueden comprobar con el valor R^2 (Figuras 2C y D).

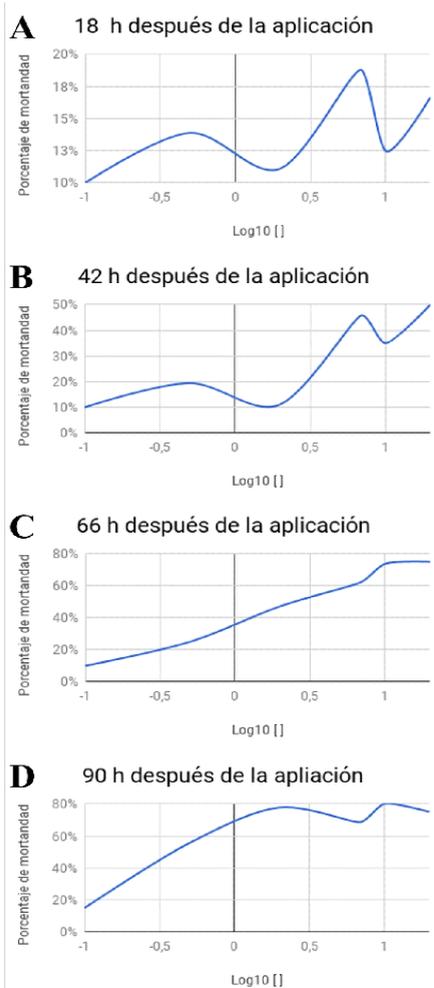


Figura 1. Mortandad de la broca del café (*H. hampei*) en las dosis evaluadas en el ensayo preliminar a través del tiempo

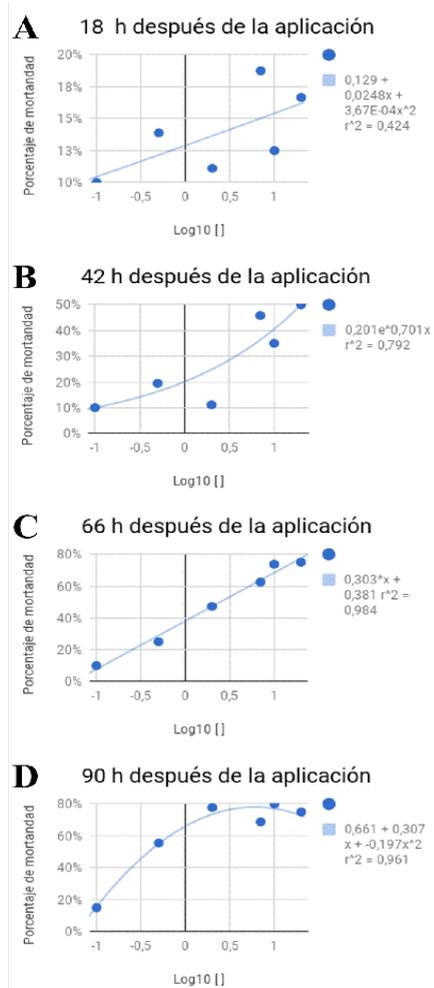


Figura 2. Tendencia de la mortandad de la broca del café (*H. hampei*) en las dosis evaluadas en el ensayo preliminar a través del tiempo

Bioensayo final

Cuatro días después de la aplicación, las concentraciones de 0,5%, 2% y 7% de caldo sulfocálcico presentaron mortalidad en las brocas asperjadas (Figura 3).

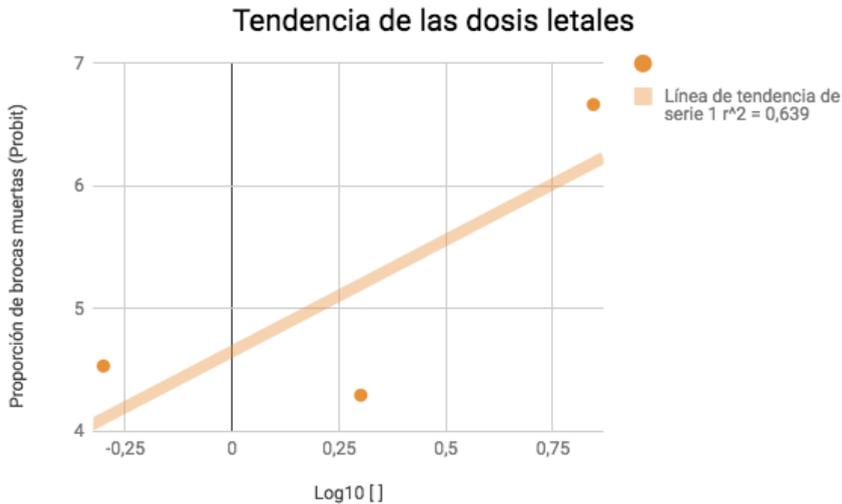


Figura 3. Análisis Probit de la mortalidad de la broca del café en las dosis evaluadas en el bioensayo final, cuatro días después de la aplicación.

La dosis letal media (DL_{50}) fue de 2,24% y la dosis letal 95 (DL_{95}) fue de 7,12% (Tabla 2). Esto demuestra que el caldo sulfocálcico tiene potencial insecticida sobre la broca del café y podría ser utilizado para controlar poblaciones de este insecto plaga. Sin embargo, la eficiencia de los productos alternativos para el control de plagas, como el caldo sulfocálcico, así como la selectividad a enemigos naturales, está relacionada con la dosis y la formulación empleada. Es necesario tener un conocimiento técnico sobre el producto que se va a utilizar para que se obtenga un control satisfactorio de las poblaciones de plagas, de manera que no afecte a los enemigos naturales asociados a estas (SOTO, 2010).

Para el control de ácaros en sistemas productivos de hortalizas orgánicas, las dosis del caldo sulfocálcico oscila entre 2 a 4% a una densidad de 29 a 32° Baumé (PENTEADO, 2000; D'ANDRÉA, 2001). En el manejo del psílido asiático *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), RESTREPO & SOTO (2017) encontraron que las dosis letal y subletal del caldo sulfocálcico fueron 0,57% y 0,38%, respectivamente, demostrando su efectividad para el control de la plaga. La FAO (2013) recomienda el uso del caldo sulfocálcico en sistemas de agricultura alternativa como un método fácil y económico en el control de diversos insectos y enfermedades que atacan a los

cultivos más comunes en las huertas familiares. Investigaciones realizadas en el Centro Tecnológico da Zona da Mata (CTZM) en Brasil, demostraron la eficiencia del caldo sulfocálcico en la reducción poblacional del minador de las hojas del café, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae), encontrando que a una concentración equivalente a 0,45% de polisulfato de calcio causó mortalidad del 95% de las larvas. Esta concentración del caldo sulfocálcico equivale a 1,5% de un caldo con 30° Baumé, inferior a aquella normalmente utilizada por los productores de café (3% a 5%) (TUELHER *et al.*, 2005). Igualmente encontraron que la concentración de 0,35% causó mortalidad del 95% a poblaciones del ácaro rojo *Oligonychus ilicis* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) (VENZON *et al.*, 2008). TUELHER, 2006 encontró que siete días después de la aplicación de este producto sobre *O. ilicis* obtuvo una eficiencia superior al 90%.

Tabla 2. Toxicidad del caldo sulfocálcico sobre *H. hampei*.

Insecto	N	CL ₅₀ (I.C. al 95%)	CL ₉₅ (I.C. al 95%)	X ²	P
<i>H. hampei</i>	120	2,24% (1,81%-2,68%)	7,12% (6,23%-9,11%)	18,2	<0,001

La eficiencia del uso del caldo sulfocálcico en el control de plagas, especialmente la broca del café *H. hampei* puede ser aumentada, si el productor maneja su cultivo buscando métodos sustentables. Todo el agroecosistema posee un complejo de organismos (predadores, parasitoides, hongos y nematodos entomopatógenos, etc), que, si son preservados, pueden incrementar el sistema natural de control de las plagas. Esas prácticas asociadas al uso de productos alternativos, como el caldo sulfocálcico, tornan la propiedad más eficiente en el control de plagas y más rentable al depender menos de insumos.

CONCLUSIONES

El uso del caldo sulfocálcico representa una alternativa viable a los plaguicidas sintéticos para el control de la broca del café (*H. hampei*) en cultivos orgánicos y convencionales de café. Sin embargo, nuevas investigaciones son necesarias para replicar estos resultados en el campo y observar si puede existir un efecto fitotóxico de las concentraciones recomendadas en las plantas de café y evaluar el efecto sobre los enemigos naturales.

AGRADECIMIENTOS

A la Vicerrectoría de Investigaciones y Postgrados de la Universidad de Caldas por la financiación de la investigación.

REFERENCIAS

- ABBOT, C.E., 1945.- The toxic gases of lime-sulfur. *Journal of Economic Entomology*, 38 (5): 618-620.
- AGRONET., 2017.- Evaluaciones agropecuarias municipales. Recuperado de: <http://www.agronet.gov.co/Documents/Ca%C3%A9.pdf>
- BENAVIDES, P., GÓNGORA, C., BUSTILLO, A.E., 2012.- IPM program to control coffee berry borer *Hypothenemus hampei*, with emphasis on highly pathogenic mixed strains of *Beauveria bassiana*, to overcome insecticide resistance in Colombia. In: *Insecticides – Advances in Integrated Pest Management*. 510 - 513.
- BUSTILLO, A.E., 2006.- Una revisión sobre la broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 32 (2): 101-116.
- BUSTILLO, A.E., 2008.- Aspectos sobre la broca del café *Hypothenemus hampei*, en Colombia. En: Bustillo P., A.E. *Los insectos y su manejo en la caficultura colombiana*. CENICAFÉ, Colombia. 388-418.
- CAMPANHOLA, C. & BETTIOL, W., 2003.- Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil. En: Campanhola, C. y Bettiol, W. (eds.), *Métodos alternativos de controle fitossanitário* (pp.13- 51). Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente.
- CENICAFÉ., 2013.- La broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae) en Colombia. Recuperado de: [http://www.sustainableagriculturetraining.org/wp-content/uploads/library/La_broca_del_caf%C3%A9_en_Colombia_\(by_Cenicafe\).pdf](http://www.sustainableagriculturetraining.org/wp-content/uploads/library/La_broca_del_caf%C3%A9_en_Colombia_(by_Cenicafe).pdf)
- CONSTANTINO, L.M., NAVARRO, L., BERRIO, A., ACEVEDO, F.E., RUBIO, D. & BENAVIDES, P., 2011.- Aspectos biológicos, morfológicos y genéticos de *Hypothenemus obscurus* e *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Revista Colombiana de Entomología*, 37 (2): 173-182.
- D'ANDRÉA, P.A., 2001.- Aspectos prácticos e tendências no uso dos fertiprotectores. In: Hein, M. (org.), *Resumos do 10 Encontro de Processos de Proteção de Plantas: controle ecológico pragas e doenças* (pp. 97-101). Agroecológica Botucatu.
- FAO, 2013.- Los biopreparados para la producción de hortalizas en la agricultura urbana y periurbana. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i3360s.pdf>
- FILGUEIRA, F.A.R., 2000.- Novo manual de olericultura - agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, Brasil. 402 p.
- FINNEY, D.J., 1971.- *Probit analysis*. Cambridge: Cambridge University Press. 333 p.
- 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: 203 - 212.
- FRANCESENA, N., 2015.- Efectos letales y subletales de insecticidas sobre *Bemisia tabaci* y su principal parasitoido *Eretmocerus mundus* e impacto sobre aspectos comportamentales del mismo: Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. 146p.
- GARCÍA, V.L., SOTO-G., A & BACCA, T., 2014.- Efecto insecticida de productos alternativos en *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 40(2): 143-147.
- GUERRA, M.S., 1985.- Recetário caseiro: alternativa para o controle de pragas e doenças de plantas cultivadas e seus produtos. Brasília: EMATER. 166 p.
- GUIRADO, N., 2001.- Extrato de plantas no controle da leprose dos citros. In: Hein, M. (org). Primer encontro de procesos de proteção de plantas: Controle ecológico de pragas e doenças. Agroecológica, Botucatu. p.147-159.
- HOLB, I.J., JONG, P.F. & HEIJNE, B., 2003.- Efficacy and phytotoxicity of lime sulphur in organic apple production. *Annals of Applied Biology*, 142 (2): 225-233.
- HUGHES, B., OLSEN, L.G. & WHITFORD, F., 2008.- Assessing pesticide risks to humans: putting science into practice. pp. 220-234. En: RADCLIFFE, E. B., HUTCHISON, G.D., CANCELADO, R.E., (Eds.). *Integrated Pest Management*. Cambridge. Cambridge University Press.
- INFANTE, F., CASTILLO, A., PÉREZ, J., VEGA, F. & MONTES, R., 2004.- Relación entre el parasitismo de *Phymastichus coffea* (Eulophidae) y el grado de penetración de la broca del café en el fruto. En: A. Morales, M. Ibarra, A. del P. Rivera & S. Stanford (Eds.) *Entomología Mexicana*, 3: 382-384.
- JEPSON, P.C., 2008.- Assessing environmental risks of pesticides. pp. 205-219. En: RADCLIFFE, E.B; HUTCHISON, G.D.; CANCELADO, R.E. (Eds.). *Integrated pest management*. Cambridge. Cambridge University Press.
- JIMÉNEZ, C.A., PANTOJA, A. & LEONEL, H., 2016.- Riesgos en la salud de agricultores por uso y manejo de plaguicidas, microcuenca “La Pila”. *Rev. Univ. Salud*, 18(3): 417-431.
- LAURANCE, P.O., 1981.- Developmental and reproductive biologies of the parasitic wasp, *Biosteres lingicaudatus*, reared on hosts treated with a chitin síntesis inhibitor. *Insect Science and its Application*, 1: 403- 406.
- MENESES, N., 2017.- Agrohomeopatía como alternativa a los agroquímicos. *Revista Médica de Homeopatía*, 10, Issue 1.2017; 9-13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.homeo.2017.04.004>.
- MONTAG, J., SCHREIBER, L. & SCHONHERR, J., 2005.- An in vitro study on the infection activities of hydrated lime and lime sulphur against apple scab (*Venturia inaequalis*). *Journal of Phytopathology*, 153: 485-491.
- OVERMEER, W.P.J. & VAN ZON, A.Q., 1982.- A standardized method for testing the side effect of pesticides on the predaceous mite, *Amblyseius potentillae* (Acari: Phytoseiidae). *Entomophaga*, 27, 357-364.
- PACHECO, A., BLANCO-METZLER, H. & MORA, R., 2012.- Modificación de olfatómetros de cuatro brazos para experimentación en broca del café, *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae). *Agronomía Costarricense*, 36 (1), 69-78.
- PACHECO, A.G. & DE FREITAS-REBELO, M., 2013.- A simple R-based function to estimate lethal concentrations. *Marine Environmental Research*, 91: 41-44.
- PENTEADO, S.R., 2000.- Controle alternativo de pragas e doenças com as caldas bordalesa, sulfocálcica e Viçosa. Campinas: Buena Mendes Gráfica e Editora. 95 p.
- PEÑA, M.J., CASTRO, J.C. & SOTO, A., 2013.- Evaluación de insecticidas no convencionales para el control de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) en frijol. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 16(1): 131-138.

- PICANÇO, M.C., SOTO, A., BACCI, L., FIDELIS, E.G., SILVA, G.A. & SENA, M.E., 2007.- Controle biológico das principais pragas de hortaliças no Brasil. In: Zambolim, L. (ed.), Manejo integrado de doenças e pragas hortaliças (pp. 505-537). Viçosa: UFV.
- R CORE TEAM., 2014.- R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- REIS, P.R., CHIAVEGATO, G.L., MORAES, G.J., ALVES, E.B. & SOUSA, E.O., 1998.- Seletividade de agroquímicos ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 27: 265-274.
- RESTREPO, A.M. & SOTO, A., 2017.- Control alternativo de *Diaphorina citri* kuwayama (Hemiptera: Liviidae) utilizando caldo sulfocálcico. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 21 (2): 51-60.
- SATO, M.E., SILVA, L.R., GONÇALVES, M.F., SOUZA, FILHO & RAGA, A., 2002.- Toxicidade diferencial de agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em morangueiro. *Neotropical Entomology*, 31: 449-456.
- SMILANICK, J.L. & SORENSON, D., 2001.- Control of postharvest decay of citrus fruit with calcium polysulfide. *Postharvest Biology and Technology*, 21: 157-168.
- SOTO, A., 2010.- Control de ácaros en café con el uso del caldo sulfocálcico. Manizales. Universidad de Caldas. *Boletín Fitotecnica*, 161. Manizales, Caldas. 2 p.
- SOTO, A., 2013. Manejo alternativo de ácaros plagas. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 30(2): 34-44.
- SOTO, A., PALLINI, A. & VENZON, M., 2013.- Eficacia del caldo sulfocálcico en el control de los ácaros *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard y *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Revista Luna Azul*, 37: 63-73.
- STARK, J.D., VARGAS, R.I., MESSING, R.H. & PURCELL, M., 1992.- Effects of cyromazine and diazinon on three economically important Hawaiian tephritid fruit flies (Diptera: Tephritidae) and their endoparasitoids (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Economic Entomology*, 85: 1687-1694.
- STARK, J.D. & BANKS, J.E., 2003.- Population – level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. *Annual Review Entomology*, 48: 505-519.
- TUELHER, E.S., 2006.- Toxicidade de bioprotetores da cafeicultura orgânica sobre o ácaro vermelho do cafeeiro *Oligonychus ilicis* e o ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai*. 2006. 56p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.
- TUELHER, E.S., VENZON, M., BONOMO, I.S., EUZÉBIO, D.E., ROSADO, M.C., PERES, V.C., TINOCO, R.S. & PALLINI, A., 2005.- Desenvolvimento de *Chrysoperla externa* em resposta a exposição à calda sulfocálcica. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 3., Florianópolis. Resumos expandidos... Florianópolis: Associação Brasileira de Agroecologia, 1 CD-ROM.
- TWEEDY, B.G., 1967.- Elemental sulfur. In: TORGESON, D.C. (Ed.). Fungicides: an advanced treatise. New York: Academic Press, p.119-145.
- VENZON, M., ROSADO, M.C., PALLINI, A., FIALHO, A. & PEREIRA, C.J., 2007.- Toxicidade letal e subletal do nim sobre o pulgão verde e seu predador *Eriopsis connexa*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42: 627-631.
- VENZON, M., PALLINI, A., TUELHER DE S.E., SOTO, A., GOMES, H. & ALVARENGA, A. DE P., 2008.- Controle alternativo de pragas do cafeeiro. Empresa de pesquisa agropecuária de Minas Gerais, Brasil. *Boletim técnico*, 85. 28p.