

CONTROL ALTERNATIVO DE *Diaphorina citri* KUWAYAMA (HEMIPTERA: LIVIIDAE) UTILIZANDO CALDO SULFOCÁLCICO*

Ana María Restrepo-García¹, Alberto Soto-Giraldo²

Resumen

La concentración letal (CL) es usada para estimar la toxicidad de plaguicidas a artrópodos. Sin embargo, la CL es una medida incompleta de los efectos de los productos sobre poblaciones, pues analiza solamente la mortalidad como parámetro de toxicidad. Se sabe que individuos que sobreviven a la exposición a plaguicidas pueden sufrir efectos subletales. En este trabajo fue estudiado en laboratorio los efectos letales y subletales del caldo sulfocálcico en el crecimiento poblacional de *Diaphorina citri*. Los efectos letales fueron estimados a través de test de toxicidad aguda con obtención de curvas dosis-respuesta y sus respectivas concentraciones letales, y los efectos subletales a través de la estimativa de la tasa instantánea de crecimiento poblacional (r_t). Las concentraciones letales y subletales del caldo sulfocálcico para *D. citri* fueron de 0,57 y 0,38% del producto, respectivamente, lo que indica que podría utilizarse para el control del fitófago.

Palabras clave: azufre, Huanglongbing, *Candidatus liberibacter*, productos alternativos.

ALTERNATIVE CONTROL OF *Diaphorina citri* KUWAYAMA (HEMIPTERA: LIVIIDAE) USING LIME SULPHUR

The lethal concentration (LC) is used to estimate the toxicity of pesticides in arthropods. However, LC is an incomplete measure of the effects of these products on populations, since it only examines mortality as a parameter of toxicity. It is known that individuals which survive exposure to pesticides may suffer sublethal effects. Therefore, the lethal and sublethal effects of lime sulfur spray on *Diaphorina citri* was studied in the laboratory. Lethal effects were estimated through tests of acute toxicity to obtain dosage-response curves and their respective lethal concentrations and sublethal effects by estimating the instantaneous population growth rate (r_t). The lethal and sublethal concentrations of lime Sulphur for *D. citri* were 0.57 and 0.38% of the product respectively, indicating that it could be used to control this phytophagous.

Key words: sulfur, Huanglongbing, *Candidatus liberibacter*, alternative products.

* FR:20-V-2017 . FA: 20-IX-2017

¹ Ingeniera Agrónoma. Universidad de Caldas. Manizales, Colombia. E-mail: anitmarie@hotmail.com

² Ph.D. Departamento de Producción Agropecuaria, Universidad de Caldas. Manizales, Colombia. E-mail: alberto.soto@ucaldas.edu.co ORCID: 0000-0002-9727-8919

CÓMO CITAR:

RESTREPO-GARCÍA, A.A. & SOTO-GIRALDO, 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. DOI: 10.17151/bccm.2017.21.2.4



INTRODUCCIÓN

La producción mundial de cítricos es superior a los 100 millones de ton anuales; es el grupo de frutales más cultivado en Colombia para el consumo interno, con una participación de 1'681.877 ton, y es el segundo en área cultivada después del banano (ORDUZ & MATEUS, 2012; DANE, 2016). En el país, el cultivo de los cítricos posee 160.408 has plantadas, lo que equivale al 12% de la superficie nacional dedicada al cultivo de frutas, de las cuales el 46,8% se encuentran distribuidas en los departamentos de Caldas, Santander, Tolima, Antioquia y Cauca (DANE, 2016).

Los cítricos, como todas las especies cultivadas, son susceptibles al ataque de insectos, ácaros, hongos, virus, bacterias y nematodos fitoparásitos que afectan la cantidad y calidad de las cosechas. El ataque de insectos al cultivo no radica únicamente en el daño directo que ocasiona, sino también en la capacidad que tienen de transmitir enfermedades de una planta a otra, resultando en pérdidas económicamente significativas, como es el caso del psílido asiático *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), una de las plagas más devastadoras que atacan el cultivo de los cítricos (HALBERT & MANJUNATH, 2004; FERNÁNDEZ & MIRANDA, 2005; ALEMÁN *et al.*, 2007; ORTEGA *et al.*, 2013), por ser el vector de la bacteria *Candidatus liberibacter* que causa la enfermedad denominada Huanglongbing (HLB) o enverdecimiento de los cítricos (CHUNG & BRLANSKY, 2005; GRAFTON *et al.*, 2006).

Cuando los árboles se enferman por la presencia de la bacteria, el fruto sufre diversas afectaciones que interfieren en la calidad para su posterior comercialización (RESTREPO-GARCÍA *et al.*, 2016); el diámetro se reduce 17%, no presenta un color uniforme, el brillo baja 13%, se pierde 7% de jugo, mientras que el ácido se incrementa 29% (ROGERS, 2011). En el año 2015 se estableció la emergencia fitosanitaria en el territorio nacional por la presencia de adultos de *D. citri* infectados con dicha bacteria (ICA, 2015); y en 2016 se declaró en cuarentena fitosanitaria a los departamentos de La Guajira y Atlántico por presencia de la bacteria en material vegetal (ICA, 2016a, 2016b).

El manejo de la enfermedad está dirigido a controlar el insecto vector, ya que esta no tiene cura; para ello, los agricultores utilizan principalmente plaguicidas de síntesis química, lo que puede ocasionar problemas de selección de individuos resistentes debido al uso continuo de ingredientes activos, reducción o supresión de especies benéficas, alta toxicidad de los productos a los aplicadores, presencia de residuos en los alimentos y en el medio ambiente, fitotoxicidad, entre otros (FILGUEIRA, 2000; EASTERBROOK *et al.*, 2001; FRAGOSO *et al.*, 2002; ALEMÁN *et al.*, 2007; PICANÇO *et al.*, 2007).

Una alternativa viable a los problemas generados por el uso excesivo de estos productos es la utilización de métodos de control que deben priorizar la seguridad ambiental y social, y que sean eficientes en el control del insecto (FAJARDO *et al.*, 2013). En la búsqueda de tales métodos, productos alternativos a los químicos convencionales como los caldos fitoprotectores han sido usados por productores de hortalizas para el control de plagas y enfermedades, especialmente en los sistemas de producción ecológicos y orgánicos (CAMPANHOLA & BETTIOL, 2003; VENZON *et al.*, 2007; FAJARDO *et al.*, 2013); dentro de estos, se encuentra el caldo sulfocálcico, que es obtenido por el tratamiento térmico del azufre y la cal (ABBOT, 1945). Esta mezcla es conocida, principalmente, debido a su acción fungicida (SMILANICK & SORENSON, 2001; MONTAG *et al.*, 2005), y también es utilizada como acaricida e insecticida (WARDLOW & LUDLAM, 1975; GUERRA, 1985; PENTEADO, 2000; CHAGAS *et al.*, 2001; GUIRADO, 2001; OCETE *et al.*, 2003; VENZON *et al.*, 2007; SOTO, 2009; SOTO *et al.*, 2011; FAJARDO *et al.*, 2013). El efecto tóxico del caldo sulfocálcico a los insectos se da por la reacción de los compuestos de este sobre la planta, con el agua y el gas carbónico, resultando en gas sulfídrico y azufre coloidal (ABBOT, 1945).

En este trabajo se evaluó el efecto insecticida del caldo sulfocálcico sobre el psílido asiático de los cítricos *D. citri* en condiciones controladas. Inicialmente, se evaluó la toxicidad letal a través de la estimativa de la concentración letal (CL) del producto; sin embargo, como la CL es una medida incompleta de los efectos de los productos sobre poblaciones, pues analiza solamente la mortalidad como parámetro de toxicidad (STARK & BANKS, 2003), se evaluaron también los efectos subletales de los productos a través de la estimativa de la tasa instantánea de crecimiento poblacional (ri) (STARK & RANGUS, 1994).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro de Investigación y Cría de Enemigos Naturales de la Universidad de Caldas, ubicado en el municipio de Manizales (coordenadas: 05°03' N - 75°29' W). Los especímenes de *D. citri* fueron criados en plantas de *Swinglea glutinosa* de 40 cm de longitud, acondicionadas en jaulas de madera de 1 m x 1 m x 1 m, forradas con tela muselina (Figura 1A). La cría se inició con ninfas y adultos colectados en campo en la granja Montelindo de la Universidad de Caldas (Figuras 1B y C). Posteriormente, fueron estimadas las concentraciones letales del caldo sulfocálcico sobre ninfas de *D. citri*. Las concentraciones evaluadas fueron seleccionadas a través de bioensayos preliminares, se situaron entre el límite inferior, donde el producto no causó mortalidad, y el límite superior de respuesta, donde causó 100% de mortalidad.



Figura 1. Establecimiento de cría de *D. citri*. **A:** Jaulas. **B y C:** Adultos y ninfas de *D. citri* en brotes de *Swinglea glutinosa*. (Fotografías: A.M. Restrepo).

El efecto letal y subletal del caldo sulfocálcico sobre *D. citri* fue estudiado de acuerdo con metodología adaptada de PENTEADO (2000), manejando tratamiento térmico del azufre y cal virgen, utilizando para cada litro de agua: 250 g de azufre y 125 g de cal virgen (Figura 2A y B). La concentración obtenida de caldo sulfocálcico fue de 29° Baumé.

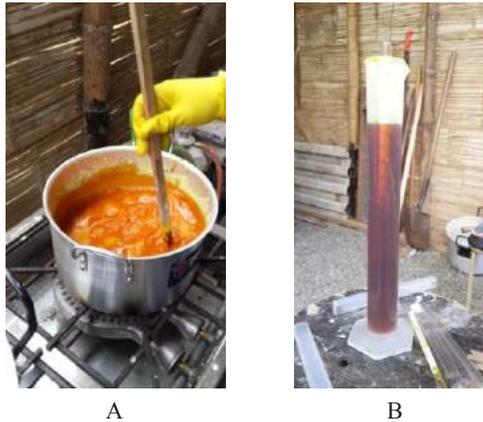


Figura 2. Caldo sulfocálcico. **A:** Preparación del producto. **B:** Medición de los grados Baumé. (Fotografías: A.M. Restrepo).

Para los bioensayos de concentración-respuesta se seleccionaron ramas de cítricos, las cuales se infestaron con ninfas de *D. citri* en todos los estados de desarrollo (Figura 3A). Los brotes fueron depositados en recipientes transparentes de 11,5 cm de largo por 11 cm de diámetro (capacidad de 30 oz) y al interior de ellos se colocó una base de espuma humedecida, después fueron expuestos a la aplicación directa con el producto a diferentes concentraciones (0,15; 0,25; 0,35; 0,45 y 0,5%) (Figura 3B). También, se utilizó un testigo absoluto y por cada tratamiento se realizaron 5 repeticiones.

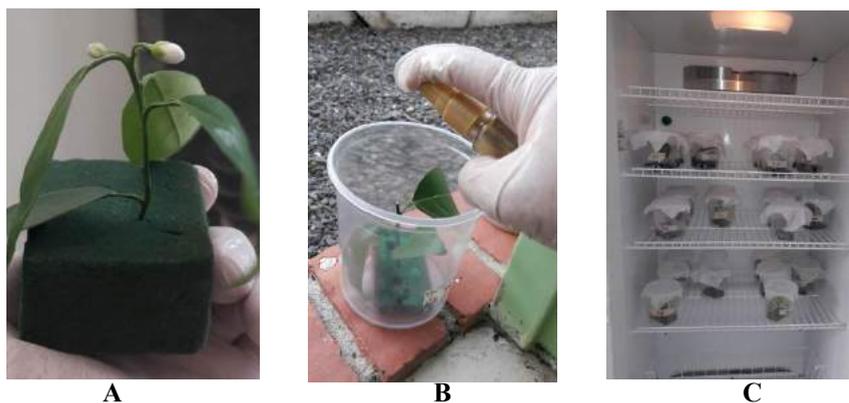


Figura 3. Montaje del experimento. **A:** Ramas infestadas. **B:** Aplicación de los tratamientos. **C:** Unidades experimentales en incubadora. (Fotografías: A.M. Restrepo).

Los recipientes se cubrieron con tela muselina para facilitar la aireación y se ubicaron en una incubadora marca Scientific a temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y $60 \pm 10\%$ HR (Figura 3C). La mortalidad fue evaluada 24 h después de la aplicación de los productos, y las curvas de concentración-mortalidad fueron estimadas por el análisis de Probit (FINNEY, 1971).

La evaluación de la acción subletal de los productos sobre las ninfas de *D. citri* fue aplicada utilizando la misma metodología citada para la evaluación de la acción letal de los productos. Esta se realizó a través de la estimativa de la tasa instantánea de crecimiento (r_i), por la siguiente fórmula (STARK & BANKS, 2003):

$$r_i = \ln (N_f / N_0) / \Delta t$$

Donde N_f es el número final de individuos, N_0 es el número inicial de individuos, Δt es la variación de tiempo (duración del experimento: 15 días). El valor positivo de r_i significa que la población está en crecimiento; $r_i = 0$, indica que la población está estable, mientras que un valor negativo de r_i señala que la población está en descenso y en vías de extinción. El análisis de regresión se aprovechó para la evaluación de r_i en función de las concentraciones utilizadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Toxicidad letal del caldo sulfocálcico fueron obtenidas la CI_{50} de 0,38 y la CI_{95} de 0,57% de concentración del producto a 29°B (Tabla 1).

Tabla 1. Toxicidad del caldo sulfocálcico a *D. citri*

Producto	N ¹	Coefficiente angular \pm EP ²	CI ₅₀ ³ (I.C. a 95%) ^w	CI ₉₅ ⁴ (I.C. a 95%)	X ²	P
Caldo sulfoc.	150	0,23 \pm 0,04	0,38 (0,31-0,42)	0,57 (0,41-0,63)	0,87	0,98

¹ Número de individuos evaluados. ² Coeficiente angular y error padrón de la media.

³ Concentración letal media e intervalo de confianza a 95%. ⁴ Concentración letal que causa 95% de mortalidad e intervalo de confianza a 95%.

La Tasa instantánea de crecimiento poblacional de *D. citri* fue igual a cero, indicando que la población está estable, en la concentración de 0,15% del caldo sulfocálcico (Figura 4).

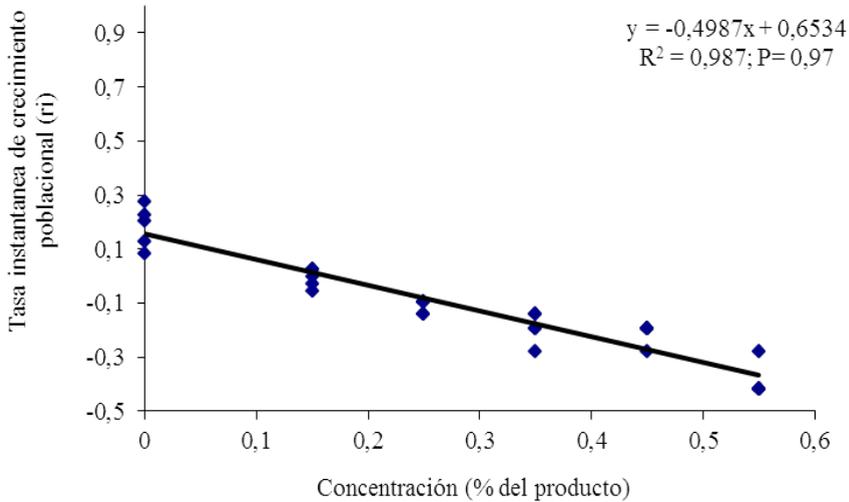


Figura 4. Tasa instantánea de crecimiento poblacional (r_i) de *D. citri* en función de la aplicación de concentraciones del caldo sulfocálcico.

Para que *D. citri* presente una mortalidad del 95%, la concentración del caldo sulfocálcico fue de 0,57%, lo que demuestra que este producto tiene potencial para ser aplicado sobre el cultivo de cítricos con el fin de controlar poblaciones del insecto, actualmente considerado una importante plaga de ese cultivo en varios países. En las aplicaciones cuya población no presentó mortalidad inmediata debido a la concentración utilizada, fueron estudiados los efectos retardados de este producto, o sea, efectos subletales, que indican cuál es la concentración que lleva a la parálisis del crecimiento poblacional. El crecimiento poblacional de *D. citri* fue interrumpido cuando se usó el caldo sulfocálcico en concentración de 0,15% (Figura 4). La obtención de control de *D. citri* a bajas concentraciones representa un gran avance en relación con los estudios que buscan el control de esta plaga.

Durante las diferentes lecturas del experimento se observó que la aplicación del producto fitoprotector interfirió en la metamorfosis del psílido (Figuras 5A y B) así como en su alimentación, lo cual ocasionó la muerte del insecto a las pocas horas (Figura 5C). Resultados similares se han obtenido con el uso de bioplaguicidas, donde los efectos de las dosis subletales de los productos en la población se ven manifestados a través de la reducción en el periodo de vida, disminución de la fertilidad, reducción de la fecundidad, trastornos en la muda, cambios en el comportamiento y fagorrepelencia (STARK *et al.*, 1992; BANCHIO *et al.*, 2003; MANN *et al.*, 2011; CAZARES *et al.*, 2014; ORTEGA *et al.*, 2014). Esto demuestra la importancia de utilizar concentraciones subletales de los productos alternativos para el manejo de *D. citri*, ya que la reducción en la población de adultos que se asientan, alimentan y ovipositan en la panta, reduce la probabilidad de propagación del HLB (OUYANG *et al.*, 2013).

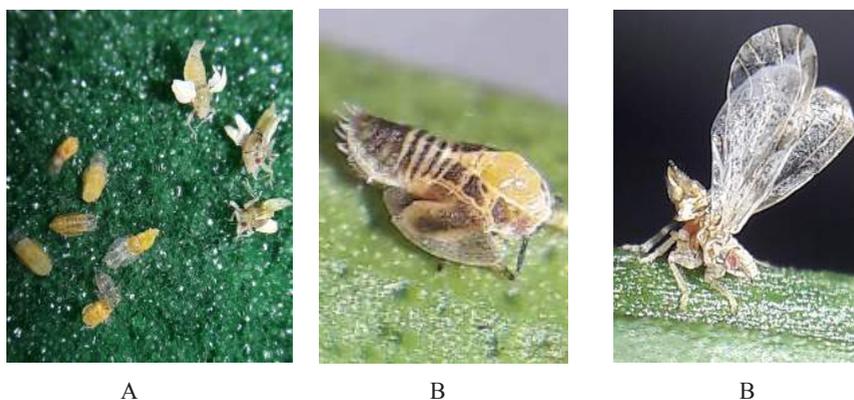


Figura 5. Interferencia del caldo sulfocálcico en el metabolismo de *D. citri*. **A y B:** Trastornos en la muda de ninfas y adultos. **C:** Mortalidad de adulto a las pocas horas de emergencia. (Fotografías: A.M. Restrepo).

La decisión de usar concentraciones letales o subletales de los productos alternativos depende de la población plaga al momento de la aplicación. El producto caldo sulfocálcico, en dosis subletales, presenta, normalmente, selectividad para los enemigos naturales (DIMETRY *et al.*, 1993; SCHMUTTERER, 1997; CASTIGLIONI *et al.*, 2002; SOTO *et al.*, 2011). Se debe tener un conocimiento técnico sobre el producto que se va a utilizar, con el fin de que se obtenga un control satisfactorio de las poblaciones de plagas, de manera que no afecte a los enemigos naturales asociados a estas (SOTO *et al.*, 2011).

Con relación a la concentración del caldo sulfocálcico requerida para el control de *D. citri*, las concentraciones letales y subletales fueron menores que las recomendadas y utilizadas en sistemas de cultivos orgánicos. Estas concentraciones oscilan de 2 a

4% del producto, que posee una densidad de 29 a 32° Baumé (PENTEADO, 2000; D'ANDRÉA, 2001), aproximadamente 0,58 a 1,28% de polisulfatos de calcio en el producto asperjado. Es así como este producto representa una alternativa para el control de plagas, especialmente cuando los agrotóxicos no son permitidos.

El hecho de que *D. citri* se presente como altamente susceptible, no implica que este producto pueda ser aplicado indiscriminadamente en concentraciones más altas que las recomendadas como resultados de experimentos científicos en campo o en invernadero, ya que se pueden presentar problemas de fitotoxicidad, además de seleccionar biotipos resistentes al producto. PEÑA *et al.* (2013) evaluaron sobre el cultivo de fríjol el caldo sulfocálcico para el control de *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae), encontrando mortalidad del 95% y 50% de la población a concentraciones del 0,64% y 0,25% del producto, respectivamente. FAJARDO *et al.* (2013) evaluaron el efecto de dicho producto sobre *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) en tomate, encontrado efecto letal y subletal a concentraciones del 1,13% y 0,40% del producto, respectivamente. En experimentos realizados en laboratorio e invernadero, utilizando el caldo sulfocálcico en concentración de 0,35% (30° Baumé), se comprobó la eficiencia del producto en el control del ácaro *Oligonychus ilicis* (Acari: Tetranychidae) (TUELHER, 2006).

La necesidad de encontrar productos alternativos a los agrotóxicos convencionales con potencial preventivo y curativo contra las plagas y que no presenten efectos dañinos al medio ambiente, al consumidor y al productor, viene creciendo en todo el mundo. Por presentar esas características, el caldo sulfocálcico puede ser considerado como importante alternativa para uso en la agricultura tradicional y orgánica. La aplicación del caldo sulfocálcico en las concentraciones adecuadas representa una alternativa viable para el control de *D. citri* sobre plantas de cítricos, tanto cuando se aplican en las dosis letales como en las dosis subletales. En la utilización de dosis subletales es importante considerar el tiempo para la acción insecticida de esos productos.

CONCLUSIONES

El uso del caldo sulfocálcico representa una alternativa viable a los plaguicidas sintéticos. Los resultados presentados demuestran que, a bajas concentraciones, controla a ninfas de *D. citri* en plantas de cítricos.

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 Economic Entomology*, 38 (5): 618-620.
- ALEMÁN, J., BAÑOS, H. & RAVELO, J., 2007.- *Diaphorina citri* y la enfermedad huanglongbing: una combinación destructiva para la producción citrícola. *Revista Protección Vegetal*, 22 (3): 154-165.
- BANCHIO, E., VALBDARES, G.D., PALACIOS, S. & CARPINELLA, C., 2003.- Effects of *Melia azadarach* (Meliaceae) fruit extract on the leaf miner *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) assessment in laboratory and field experiments. *Annual Biology*, 143: 187-193.
- CAMPANHOLA, C. & BETTIOL, W., 2003.- Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil: 13-51 (en) CAMPANHOLA, C. & BETTIOL, W. (eds.) *Métodos alternativos de controle fitossanitário*. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna.
- CASTIGLIONI, E., VENDRAMIM, J.D. & TAMAI, M.A., 2002.- Evaluación del efecto tóxico de extractos acuosos y derivados de meliáceas sobre *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae). *Agrociencia*, VI (2): 75-82.
- CAZARES, N., VERDE, M., LÓPEZ, J. & ALMEYDA, I., 2014.- Evaluación de diferentes extractos vegetales contra el psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 40 (1): 67-73.
- CHAGAS, P.R.R., TOKESHI, H. & ALVES, M.C., 2001.- Efficiency of lime sulfur in the control of the two-spotted mite in papaya in conventional and organic (Bokashi- EM) systems: 255-258 (en) *Conference on Kyusei Nature Farming*, 6. Pretoria. Proceedings Japan/ Atami: INFRAC.
- CHUNG, K. & BRLANSKY, R., 2005.- *Citrus Diseases exotic to Florida; Huanglongbing (citrus greening)*. Fact Sheet PP-210. Plant Pathology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. Recuperado de <http://polk.ifas.ufl.edu/hort/documents/publications/Citrus%20Greening.pdf>
- D'ANDREA, P.A., 2001.- Aspectos prácticos e tendências no uso dos fertiprotectores: 97-101 (en) HEIN, M. (org.) *Resumos do 1º Encontro de Processos de Proteção de Plantas: controle ecológico de pragas e doenças*. Agroecológica, Botucatu.
- DANE, 2016.- 3º Censo Nacional Agropecuario. GIT Área de Comunicación - Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Bogotá. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/files/imagenes/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuaria/CNATomo2-Resultados.pdf>
- DIMETRY, N.Z., AMER, S.A.A. & REDA, A.S., 1993.- Biological activity of two neem seed kernel extracts against the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Applied Entomology*, 116: 308-312.
- EASTERBROOK, M.A., FITZGERALD, J.D. & SOLOMON, M.G., 2001.- Biological control of strawberry tarsonemid mite *Phytonemus pallidus* and two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on strawberry in the UK using species of *Neoseiulus* (*Amblyseius*) (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 25: 25-36.
- FAJARDO, S.C., SOTO, A. & KOGSON, J.F., 2013.- Eficiencia de productos alternativos contra *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 17 (1): 91-97.
- FERNÁNDEZ, M. & MIRANDA, I., 2005.- Comportamiento de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). Parte I: Características morfológicas, incidencia y enemigos naturales asociados. *Rev. Protección Veg.*, 20 (1): 27-31.
- FILGUEIRA, F.A.R., 2000.- *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. UFV, Viçosa.
- FINNEY, D.J., 1971.- *Probit analysis*. Cambridge University Press, Cambridge.
- 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.
- GRAFTON, E., GODFREY, K., ROGERS, M., CHILDERS, C. & STANSLY, P., 2006.- *Asian Citrus Psyllid*. ANR Publications 8205. Recuperado de <http://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/8205.pdf>
- GUERRA, M.S., 1985.- *Receituário caseiro: alternativa para o controle de pragas e doenças de plantas cultivadas e seus produtos*. EMATER, Brasília.
- GUIRADO, N., 2001.- Extrato de plantas no controle da leprose dos citros: 147-159 (en) HEIN, M. (org.) *Primer Encontro de Processos de Proteção de Plantas: Controle ecológico de pragas e doenças*. Agroecológica, Botucatu.
- HALBERT, S.E. & MANJUNATH, K.L., 2004.- Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: A literature review and assessment of risk in Florida. *Florida Entomologist*, 87: 330-353.
- ICA, 2015.- Resolución N° 00002390. Por medio de la cual se declara el estado de emergencia fitosanitaria en el territorio nacional por la presencia de adultos de *Diaphorina citri* infectados con la bacteria de la enfermedad del HLB de los cítricos. (pp. 1-7).
- ICA, 2016a.- Resolución N° 00004713. Por medio de la cual se declara en cuarentena fitosanitaria el departamento de La Guajira, por la presencia de la plaga denominada Huanglongbing (HLB) de los cítricos.
- ICA, 2016b.- Resolución N° 00010508. Por medio de la cual se declara en cuarentena fitosanitaria el departamento del Atlántico, por la presencia de la plaga denominada Huanglongbing (HLB) de los cítricos.
- MANN, R.S., ROUSEFF, R.L., SMOOT, J.M., CASTLE, W.S. & STELINSKI, L.L., 2011.- Sulfur volatiles from *Allium* spp. affect Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), response to citrus volatiles. *Bulletin of Entomological Research*, 101: 89-97.
- 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.
- OCETE, R., LÓPEZ, M.A., DANCSHÁZY, Z., OCETE, M.E., PÉREZ, M.A., KAJATI, I. & RULL, G., 2003.- IPM-sustainable tests on two apple tree pests, *Eriosoma lanigerum* Hausm (Homoptera: Aphididae) and *Aphis pomi* De Geer (Homoptera: Aphididae), carried out in La Rioja (Spain). Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. p.35-45.
- ORDUZ, J. & MATEUS, D., 2012.- Generalidades de los cítricos y recomendaciones agronómicas para su cultivo en Colombia: 49-88 (en) GARCÉS, L.F. (ed.) *Cítricos: cultivo, poscosecha e industrialización*. Serie Lasallista Investigación y Ciencia. Corporación Universitaria Lasallista, Caldas - Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) - Universidad de Antioquia, Itagüí.
- ORTEGA, L., VILLEGAS, A., RAMÍREZ, A. & MENDOZA, E., 2013.- Abundancia estacional de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en plantaciones de cítricos en cazonos, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 29 (2): 317-333.

- ORTEGA, L.; MENDOZA, E., LUGO, G. & ALMADA, V., 2014.- Toxicidad de extractos de “venadillo” (*Swietenia humilis* Zucc.) en adultos y ninfas de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). *Entomología Mexicana*, 1: 746-749.
- OUYANG, G., FANG, X., LU, H., ZHOU, X., MENG, X., YU, S., GUO, M. & XIA, Y., 2013.- Repellency of five mineral oils against *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). *Florida Entomologist*, 96 (3): 974-982.
- PENTEADO, S.R., 2000.- *Controle alternativo de pragas e doenças com as caldas bordalesa, sulfocálcica e Viçosa*. Buena Mendes Gráfica e Editora, Campinas.
- PENÁ, M.J., CASTRO, J.C. & SOTO, A., 2013.- Evaluación de insecticidas no convencionales para el control de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) en frijol. *Revista U.D.C.A. Actualidad y Divulgación Científica*, 16 (1): 131-138.
- PICANÇO, M.C., SOTO, A., BACCI, L., FIDELIS, E.G., SILVA, G.A. & DE SENA, M.E., 2007.- Controle biológico das principais pragas de hortaliças no Brasil: 505-537 (en) ZAMBOLIM, L. (ed.) *Manejo integrado de doenças e pragas hortaliças*. UFV, Viçosa.
- RESTREPO-GARCÍA, A.M., ARIAS-ORTEGA, P.L. & SOTO-GIRALDO, A., 2016.- Primer reporte de *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae) en el departamento de Caldas, Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 20 (1): 204-210.
- ROGERS, M.E., 2011.- Dice experto estadounidense: “Si el HLB llega a Colombia, debe usarse insecticida”. *Frutas y Hortalizas, revista de la asociación hortofrutícola de Colombia*, 20: 18-21.
- SCHMUTTERER, H., 1997.- Insect growth-disrupting and fecundity reducing ingredients from the neem and chinaberry trees: 119-170 (en) MORGAN, E.D. & MANDAVA, N.B. (eds.) *CRC Handbook of natural pesticides*. CRC series in naturally occurring pesticides, Florida.
- 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., 2009.- Control del ácaro *Oligonychus ilicis* con calda sulfocálcica. *Agronomía*, 17 (1): 7-11.
- SOTO, A., VENZON, M. & PALLINI, A., 2011.- Integración de control biológico y de productos alternativos contra *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Revista U.D.C.A. Actualidad y Divulgación Científica*, 14 (1): 23-29.
- STARK, J.D. & BANKS, J.E., 2003.- Population – level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. *Annual Review of Entomology*, 48: 505- 519.
- STARK, J.D. & RANGUS, T., 1994.- Lethal and sublethal effects of the neem insecticide, Margosan-O, on pea aphid. *Journal of Pest Science*, 41: 155-160.
- 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.
- TUELHER, E.S., 2006.- *Toxicidade de bioprotetores da cafeicultura orgânica sobre o ácaro-vermelho do cafeeiro Oligonychus ilicis e o ácaro predador Iphiseiodes zuluagai*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- VENZON, M., PALLINI, A., FADINI, M.A.M., OLIVEIRA, H., MIRANDA, V.S. & DE ANDRADE, A.P.S., 2007.- Controle alternativo de ácaros em hortaliças: 607-625 (en) ZAMBOLIM, L. (ed.) *Manejo integrado de doenças e pragas hortaliças*. UFV, Viçosa.
- WARDLOW, L.R. & LUDLAM, F.A.B., 1975.- Biological studies and chemical control of brown scale (*Parthenolecanium corni* (Bouché)) on Red Currant. *Plant Pathology*, 24: 213-216.