

# HLB: influencia del caolín sobre la capacidad de localización de plantas huésped por parte de *Diaphorina citri* en condiciones de campo

Marcelo Pedreira de Miranda, Arthur Fernando Tomaseto, Odimar Zanuzo Zanardi, Haroldo Xavier Linhares Volpe, Moacir Celio Vizoni, João Pedro Lopes, Felipe Marinho Martini (Department of Research and Development. Fund for Citrus Protection. FUNDECITRUS. Araraquara, SP, Brazil. Correo electrónico: marcelo.miranda@fundecitrus.com.br).

El psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri*, es una plaga importante que daña los cítricos en todo el mundo debido a su capacidad para transmitir las bacterias asociadas con la enfermedad del huanglongbing. *D. citri* utiliza señales visuales y olfativas para localizar sus plantas huésped; sin embargo, de las dos señales, la visual parece ser la más importante. El caolín es un mineral blanco no abrasivo de grano fino que al ser pulverizado sobre las plantas forma una película de partículas que interfiere en el reconocimiento del huésped por parte del insecto. Así, el propósito de nuestro estudio ha sido evaluar el efecto del caolín sobre la capacidad de *D. citri* para localizar plantas huésped en condiciones de campo. El estudio se ha realizado en un naranjal dulce de 1,5 años durante la temporada de verano en dos situaciones diferentes: en ausencia (un experimento) y con presencia de brotes jóvenes (dos experimentos). En todos los experimentos, se ha pulverizado una formulación de caolín procesada en polvo humectable (Tessenderlo Kerley, Inc./NovaSource) en dos momentos diferentes, 10 días y 4 horas antes de liberar psílicos, al 3% w/v, respectivamente. Se han marcado los psílicos adultos (de entre 10 a 15 días de edad) con polvo fluorescente y se han realizado valoraciones (número de psílicos/planta) en diferentes periodos tras la suelta. En todos estos periodos, la capacidad de localización de plantas de *D. citri* se ha visto claramente interrumpida en las parcelas en las que se había aplicado caolín. La valoración final refleja que el tratamiento con caolín produce una reducción general del 94% de psílicos por planta, frente a las parcelas sin tratar. Además, el caolín reduce la propagación de *D. citri*. Se extrae de nuestros resultados que el caolín podría ser una estrategia valiosa en el manejo de *D. citri* en los bordes de los huertos de cítricos.

PALABRAS CLAVE: psílido de cítrico asiático; comportamiento de asentamiento; película de partículas; técnica de liberación de insectos; huanglongbing (HLB).

## INTRODUCCIÓN

El huanglongbing (HLB) se considera la enfermedad más destructiva de los cítricos en todo el mundo. Los árboles con síntomas de HLB presentan ramas amarillas con hojas con manchas moteadas y frutos deformados (Bové, 2006). Según Gottwald (2010) las pérdidas de rendimiento causadas por el HLB oscilan entre el 30 y el 100%, dependiendo del porcentaje de copas infectadas y de la edad del árbol durante la inoculación bacteriana. Además, los árboles de cítricos infectados por HLB producen frutos de tamaño relativamente pequeño, con un porcentaje bajo de sólidos solubles y una alta acidez, lo que reduce su rendimiento industrial y la calidad del zumo (Bassanezi y col., 2009). Esta enfermedad se asocia con bacterias que colonizan el floema de los cítricos y se transmiten de planta a planta a través de los psílicos *Diaphorina citri* (americanos y asiáticos) y *Trioza erytrae* (Sudáfrica). En Florida (Estados Unidos) y en São Paulo/Triángulo Mineiro (Brasil), dos de las regiones productoras de cítricos más importantes de todo el mundo, se estima una incidencia actual de HLB del 90 y 16,73 %, respectivamente (Singerman y Useche, 2016; FUNDECITRUS, 2017). En Europa, aún no han trascendido casos de la enfermedad de HLB, pero en cambio sí se ha detectado *T. erytrae* en el noroeste de la península ibérica (Monzó y col., 2015 y Pérez Otero y col., 2015).

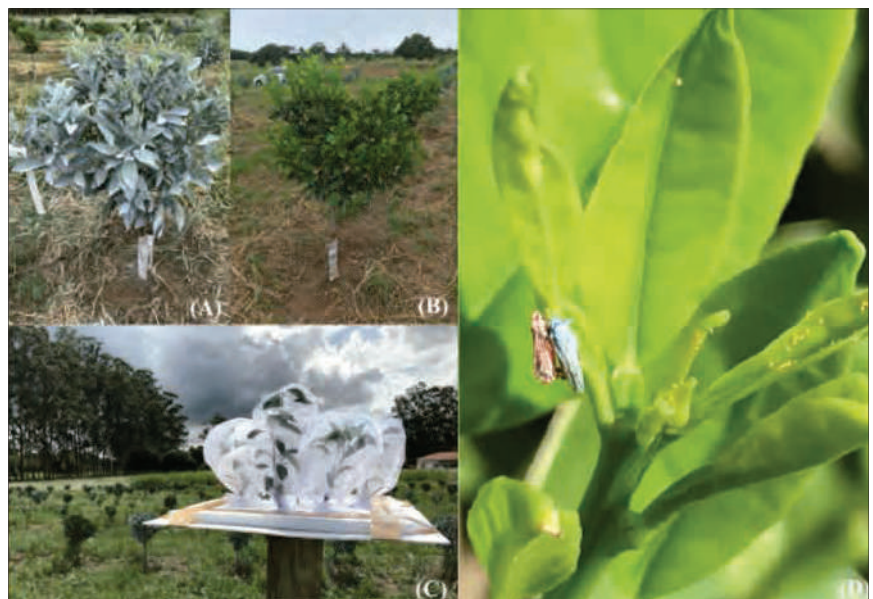
En Brasil, la gestión del HLB se basa en la plantación de árboles de cítricos sanos, en la inspección y eliminación de árboles con síntomas y en la aplicación de insecticidas químicos para controlar *D. citri*. A esto se añaden acciones externas (fuera de las fincas): la erradicación de plantas huésped de psílidos (cítricos y *Murraya* spp.) y la liberación de *Tamarixia radiata* (un enemigo natural de *D. citri*) han sido las estrategias más recientes para minimizar los efectos del HLB.

Aunque la aplicación de insecticidas es muy eficaz para prevenir la propagación secundaria (propagación de patógenos dentro de la finca) su efectividad es limitada en la reducción de la propagación primaria (propagación de patógenos de fuentes de inoculación externas a la finca) debido a la inmigración intensa de psílidos bacterianos procedentes de áreas sin tratar de alrededor del huerto (Gottwald, 2010; Bassanezi y col., 2013). Incluso con acciones externas, muchas explotaciones agrícolas continúan siendo infectadas por psílidos bacterialíferos inmigrantes, debido a la dificultad de coordinar las acciones de control entre los agricultores vecinos (manejo regional). En general, la incidencia de HLB es mayor en las zonas limítrofes de los huertos de cítricos, lugar en el que se asientan preferentemente los psílidos (Bassanezi y col., 2010; Sétamou y Bartels, 2015). Como resultado, los cultivadores de cítricos han aumentado la frecuencia de aplicaciones de insecticidas en los bordes de las explotaciones agrícolas. El manejo de *D. citri* desde nuevos enfoques, como tácticas culturales y físicas, podría ser una herramienta importante para reducir la entrada de psílidos en los huertos comerciales de cítricos. Entre las tácticas físicas, se encuentra el uso de caolín, un mineral blanco no abrasivo de grano fino que al aplicarse sobre las plantas forma una película de partículas (Glenn y col., 1999; Puterka y col., 2000). Cuando el mineral se pulveriza sobre las plantas crea una barrera de partículas blancas sobre las superficies tratadas que puede interferir en la selección de la planta huésped de varias especies de insectos succionadores de savia, tales como: *Cacopsylla pyricola* Foerster, en la pera (Puterka y col., 2005); *Bactericera cockerelli* (Šulc) en el tomate (Peng y col., 2011); mosca blanca (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring) en el melón (Liang y Liu, 2002); el pulgón *Dysaphis plantaginea* (Passerini) en la manzana (Bürgel y col., 2005); y *Homalodisca coagulata* (Say) en la uva (Tubajika y col., 2012).

Desde el punto de vista del manejo integrado de plagas se necesitan nuevos enfoques para un control más eficiente y sostenible del HLB. Asimismo, la interrupción de la selección de la planta huésped por parte de *D. citri* podría reducir los efectos de los psílidos bacterialíferos que migran desde fuentes externas de inoculación (huertos abandonados de cítricos, patios traseros, áreas urbanas). Por ello el objetivo del estudio ha sido evaluar el efecto del caolín sobre la capacidad de localización de plantas huésped por parte de *D. citri* en condiciones de campo.

## Materiales y métodos

Con el fin de evaluar los efectos del caolín sobre el comportamiento para el establecimiento de *D. citri*, se realizaron tres estudios de campo diferentes en un huerto (de 1,5 años) de naranja dulce 'Pera' injertada en lima de Rangpur [*Citrus limonia* Osbeck (Rutaceae)] en un espacio de 5 × 2 m, en el municipio de Araraquara, SP, Brasil. Para los propósitos de la investigación, el área se dividió en cuatro bloques y cada uno a su vez en dos parcelas (30 plantas por parcela). A continuación, se rociaron 4 parcelas 2 veces con caolín al 3% hasta la saturación (Figura 1–A), 10 días antes y el mismo día de la liberación del insecto, mientras que otras parcelas se utilizaron como control, sin realizarse aplicaciones en ellas (Figura 1–B). La propagación de los psílidos se midió usando la técnica de marcado de insectos con polvos fluorescentes y su liberación (DAY GLO, Cleveland, OH, EE. UU.) (Hagler y Jackson, 2001), siguiendo el procedimiento descrito por Nakata (2008). Posteriormente, los insectos fueron confinados en plantones de naranja dulce 'Pera' (~30 cm de alto) usando jaulas de malla para conseguir una aclimatación de 48 h antes de su suelta. En el campo, los plantones con insectos marcados fueron podados y colocados en plataformas de liberación de 1,5 m de altura localizadas en el lado este de la zona y



**Figura 1.** Naranjos dulces cítricos tratados con caolín (A) y sin tratar (B); plántulas de cítricos con adultos marcados *D. citri* confinados en la plataforma de liberación antes de su suelta en una parcela experimental (C); psílidos marcados con rojo y azul en un brote joven de un árbol sin tratar (D).

a 6,5 m de la planta central de cada unidad experimental (Figura 1–C). Las sueltas de psílidos se realizaron por la tarde (hacia las 15:00 h), período de mayor actividad de vuelo de *D. citri* (Sétamou y col., 2011; Paris y col., 2015; Tomaseto y col., 2017). Además, se monitorizaron las condiciones

ambientales (dirección e intensidad del viento, temperatura del aire, humedad y precipitaciones) a través de una estación meteorológica ubicada a 20 m del área experimental.

Los estudios de campo se realizaron durante la temporada de verano en dos condiciones distin-

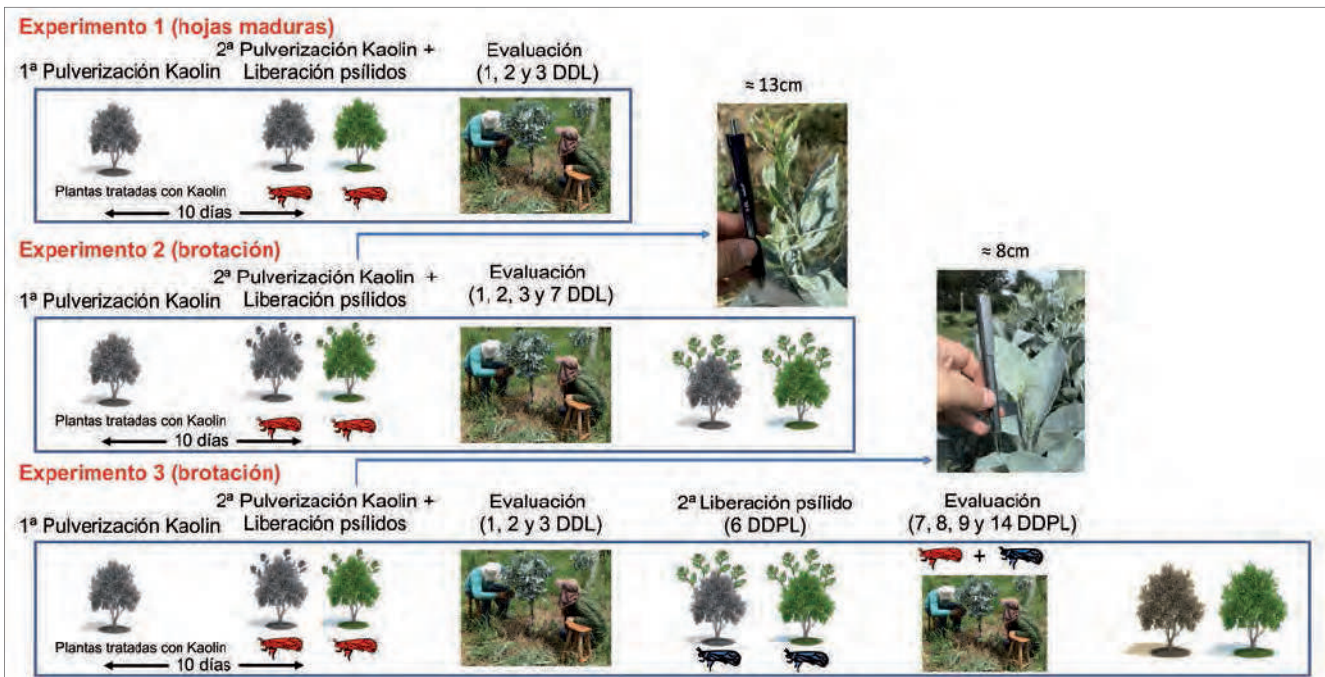


Figura 2. Vista esquemática de la metodología utilizada para verificar el efecto del caolín sobre la capacidad de localización de la planta huésped por parte del vector *Diaphorina citri* en condiciones de campo. Liberaciones de insectos realizadas en un huerto experimental en diferentes condiciones: hojas maduras (A) y brotes jóvenes (B y C). 'DAR' y 'DAR-first' significan 'días después de la liberación' (siglas de Days After Releasing) y 'días después de la primera liberación del insecto', respectivamente. Los psílidos rojos y azules indican poblaciones de *D. citri* marcadas con polvos fluorescentes.

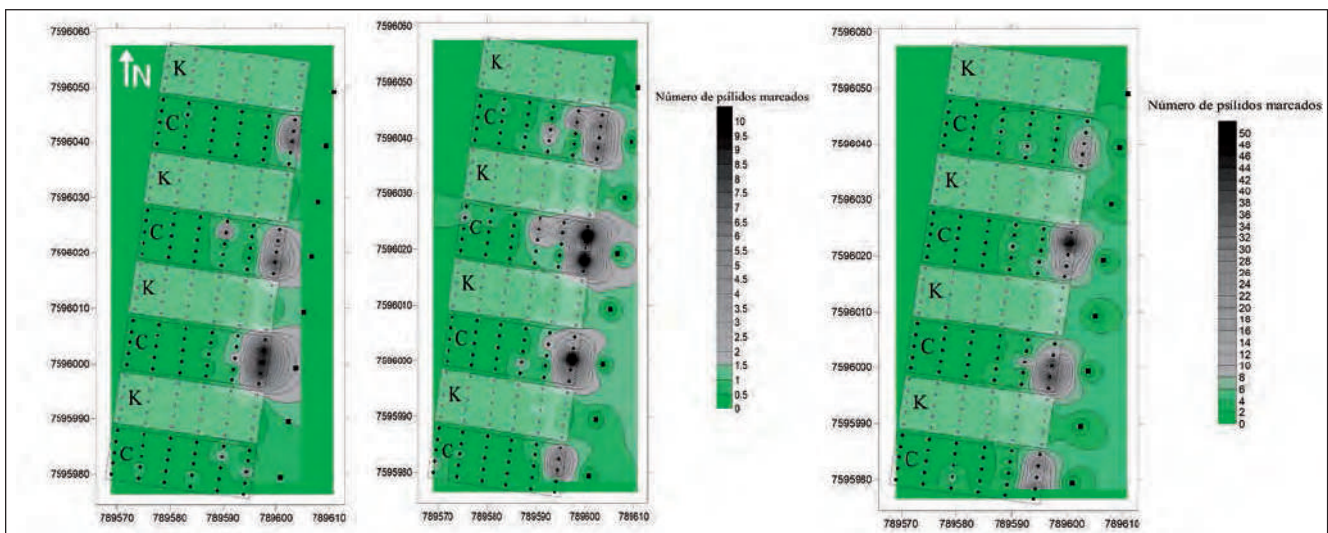


Figura 3. Mapas de infestación de *Diaphorina citri* en la última valoración de los estudios 1 (A), 2 (B) y 3 (D). Los rectángulos con las letras 'K' y 'C' representan parcelas tratadas con caolín y parcelas de control sin tratar, respectivamente. Los cuadrados en el lado derecho de cada mapa son los puntos de suelta de insectos.

tas: en ausencia y con presencia de brotes jóvenes (Figura 2). En cada experimento se liberaron 4.400 insectos marcados (550 individuos por parcela) (Figura 1 –D), con excepción del experimento 3, en el que se liberaron 8.800 psílidos (dos libera-

ciones). El número de psílidos se calculó mediante inspección visual de todos los árboles. En los experimentos 2 y 3 se midió la longitud de los brotes jóvenes de cítricos.

## Resultados

En general, la aplicación de caolín procesado y formulado al 3% en la naranja dulce alteró la capacidad de localización de huéspedes por parte de

*D. citri* en los cítricos. Se observó que la mayoría de los psílidos, independientemente de la presencia de brotes jóvenes, evitaban los árboles tratados con caolín, probablemente debido a cambios en las características visuales de la planta tratada. Según Sétamou y col., (2011) la señal visual es de importancia primordial para la selección de la planta huésped de *D. citri*.

En la valoración final (3 DAR) del experimento 1 (sin brotes jóvenes), se observó una reducción del 98,7% del número de psílidos establecidos en árboles tratados con caolín, frente a los no tratados. Con respecto a los estudios en presencia de brotes jóvenes, en la valoración final (7 DAR) del experimento 2 (98,3%) se apreció una reducción similar, incluso con un crecimiento de brotes jóvenes del

65%. Por último, en la valoración final (14 DAR) del experimento 3, en el que se realizó una liberación adicional de psílidos y el brote joven había crecido un 229%, el caolín mantuvo la efectividad en la reducción del número de psílidos en los árboles tratados (una disminución del 85%). Los mapas de infestación muestran claramente los efectos en las plantas tratadas con caolín con respecto a la propagación de *D. citri*, con acumulaciones de insectos en las parcelas sin tratar (Figura 3). En todos los experimentos, en las parcelas tratadas con caolín, se encontraron psílidos a una distancia de hasta 11 metros desde el punto de suelta. Por el contrario, se observó una alta propagación en las parcelas sin tratar, en las que se encontraron psílidos hasta a 31 metros desde el punto de liberación.

En un huerto de cítricos con altas densidades de psílidos, Hall y col. (2007) informaron de que los tratamientos con caolín dieron como resultado una reducción del 73 % de la población de *D. citri*. Además de la reducción del número de psílidos, nuestros hallazgos muestran que el caolín tiene un alto impacto en el bloqueo de la entrada de psílidos en los huertos de cítricos. Por lo tanto, el caolín podría ser una estrategia valiosa para el manejo de *D. citri* en los bordes de los huertos de cítricos.

## Conclusiones

- El caolín afecta la capacidad de localización de la planta huésped de *D. citri*.
- El caolín reduce la propagación de *D. citri*.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bassanezi R. B., Montesino LH, Gimenes-Fernandes N, Yamamoto PT, Gottwald TR, Amorim L, Filho AB, 2013. Efficacy of area-wide inoculum reduction and vector control on temporal progress of Huanglongbing in young sweet orange plantings. *Plant Dis.* 97, 789–796.
- Bassanezi RB, Lopes SA, Belasque Jr. J, Spósito MB, Yamamoto PT, Miranda MP De, Teixeira DDC, Wulff NA, 2010. Epidemiologia do Huanglongbing e suas implicações para o manejo da doença. *Citrus Res. Technol.* 31, 11–23.
- Bassanezi RB, Montesino LH, Stuchi ES, 2009. Effects of Huanglongbing on fruit quality of sweet orange cultivars in Brazil. *Eur. J. Plant Pathol.* 125, 565–572.
- Bové JM, 2006. Huanglongbing : a destructive , newly-emerging, century-old disease of citrus. *J Plant Pathol.* 88, 7–37.
- Bürgel K, Daniel C, Wyss E, 2005. Effects of autumn kaolin treatments on the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* (Pass.) and possible modes of action. *J. Appl. Entomol.* 129, 311–314.
- FUNDECITRUS, 2017. Levantamentos Greening. Available at: <http://www.fundecitrus.com.br/levantamentos/greening/10>.
- Glenn DM, Puterka GJ, Venderzwet T, Byers RE, Feldhake C, 1999. Hydrophobic particle film : a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. *J. Econ. Entomol.* 92, 759–771.
- Gottwald TR, 2010. Current Epidemiological Understanding on Citrus Huanglongbing. *Annu. Rev. Phytopathol.* 48, 119–139.
- Hagler JR, Jackson CG, 2001. Methods for marking insects: current techniques and future prospects. *Annu. Rev. Entomol.* 46, 511–543.
- Hall DGD, Lapointe SLS, Wenninger EJE, 2007. Effects of a particle film on biology and behavior of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) and its infestations in citrus. *J. Econ. Entomol.* 100, 847–854.
- Liang G, Liu T-X, 2002. Repellency of a kaolin particle film, surround, and a mineral oil, sunspray oil, to silverleaf whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on melon in the laboratory. *J. Econ. Entomol.* 95, 317–324.
- Monzó C, Urbaneja A, Tena A, 2015. Los psílidos *Diaphorina citri* y *Trioza erytreae* como vectores de la enfermedad de cítricos Huanglongbing (HLB): reciente detección de *T. erytreae* en la Península Ibérica. *Boletín SEEA* 1, 29–37.
- Nakata T, 2008. Effectiveness of micronized fluorescent powder for marking citrus psyllid, *Diaphorina citri*. *Appl. Entomol. Zool.* 43, 33–36.
- Paris TM, Croxton SD, Stansly PA, Allan SA, 2015. Temporal response and attraction of *Diaphorina citri* to visual stimuli. *Entomol. Exp. Appl.* 155, 137–147.
- Peng L, Trumble JT, Munyaneza JE, Liu TX, 2011. Repellency of a kaolin particle film to potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae), on tomato under laboratory and field conditions. *Pest Manag. Sci.* 67, 815–824.
- Pérez-Otero R, Mansilla JP, del Estal P, 2015. Detección de la psila africana de los cítricos, *Trioza erytreae* (Del Guercio, 1918) (Hemiptera: Psylloidea: Triozidae), en la Península Ibérica. *Arq. Entomol. México* 13, 119–122.
- Puterka GJ, Glenn DM, Pluta RC, 2005. Action of particle films on the biology and behavior of pear psylla (Homoptera: Psyllidae). *J. Econ. Entomol.* 98, 2079–2088.
- Puterka GJ, Glenn DM, Sekutowski DG, Unruh TR, Jones SK, 2000. Progress toward liquid formulations of particle films for insect and disease control in pear. *Environ. Entomol.* 29, 329–339.
- Sétamou M, Bartels DW, 2015. Living on the edges: spatial niche occupation of Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), in citrus groves. *PLoS One* 10, 1–21.
- Sétamou M, Sanchez A, Patt JM, Nelson SD, Jifon J, Louzada ES, 2011. Diurnal patterns of flight activity and effects of light on host finding behavior of the Asian citrus psyllid. *J. Insect Behav.* 25, 264–276.
- Singerman A, Useche P, 2016. Impact of citrus greening on citrus operations in Florida. University of Florida/IFAS, EDIS document FE 983. Available at: <https://edis.ifas.ufl.edu/fe983>.
- Tomaseto AF, Miranda MP, Moral RA, de Lara IAR, Fereres A, Lopes JRS, 2017. Environmental conditions for *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) take-off. *J. Appl. Entomol.* 1–10.
- Tubajika KM, Puterka GJ, Toscano NC, Chen J, Civerolo EL, 2012. Effects of kaolin particle film and imidacloprid on glassy-winged sharpshooter (*Homalodisca vitripennis*) (Hemiptera: Cicadellidae) populations and the prevention of spread of *Xylella fastidiosa* in grape, in: Perveen, F. (Ed.), *Insecticides-Pest Engineering*. InTech, 409–424.