

Comparación de control natural y químico del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri**

Comparison of the chemical and natural control of Asian citrus psyllid *Diaphorina citri*

Marco A. Reyes-Rosas^{1§}, Jesús Loera-Gallardo¹ y José I. López-Arroyo²

¹Campo Experimental Río Bravo- INIFAP. A. P. 172. Río Bravo, Tamaulipas, México. Tel. 01 8999341046 C. P. 88900. ²Campo Experimental General Terán-INIFAP. Carretera Montemorelos China, Cal. Exhacienda las Anacuas, General Terán, Nuevo León. C. P. 67400. Tel. 01 8262670260. §Autor para correspondencia: reyes.marco@inifap.gob.mx

Resumen

La efectividad del insecticida ometoato (Folimat[®] 1000) y de enemigos naturales nativos para controlar al psílido asiático de los cítricos, fue comparada en Río Bravo, Tamaulipas, durante 2010. Los resultados indicaron que ometoato fue más efectivo y no se observaron ninfas o adultos a las 264 h después de la aplicación; por otra parte, a las 72 h en el tratamiento de enemigos naturales, la población de ninfas fue reducida y similar al tratamiento con ometoato. En el testigo absoluto, la población de ninfas se incrementó a más 100% a las 264 h.

Palabras clave: cítricos, coccinellidae, depredadores, enemigos.

Introducción

Una de la plagas mas destructivas de árboles de cítricos en el mundo es el psílido asiático *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: *Psyllidae*); que en estado adulto, es un eficiente vector de la bacteria *Candidatus Liberibacter* spp (Xu *et al.*, 1998; Garnier y Bové, 2000), agente causal del "huanglongbing o greening", enfermedad que paulatinamente conduce a la muerte del árbol. Los daños

Abstract

The effectiveness of the insecticide omethoate (Folimat[®] 1000) and of the native natural enemies of the Asian citrus psyllid to control this pest was compared in Río Bravo, Tamaulipas, in 2010. The results indicated that omethoate was more effective, as no nymphs or adults were observed 264 h after its application; on the other hand, after 72 h of the treatment with natural enemies, the nymphal population was reduced to levels similar to those achieved with the omethoate treatment. With the absolute control, the nymphal population increased over 100% after 264 h.

Key words: beneficial organisms, citrus, coccinellidae, native natural enemies, predators.

Introduction

One of the most destructive pests of citrus trees is the Asian psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: *Psyllidae*), which, in the adult stage, is an efficient vector of the bacterium *Candidatus Liberibacter* spp (Xu *et al.*, 1998; Garnier and Bové, 2000), the causative agent of "huanglongbing or greening", a disease that gradually leads to the death of the tree. The damages caused by the nymphs occur when nymph

* Recibido: septiembre de 2012
Aceptado: abril 2013

en la etapa de ninfa, se presentan cuando las densidades de ninfas son altas, provocando la muerte de los nuevos brotes, debido a la alta cantidad de savia que succionan de tallos, pecíolos y hojas en formación (Michaud, 2004; Reyes *et al.*, 2009). *D. citri* se ha dispersado a muchos países productores de cítricos, entre ellos México, donde se detectó en 2002 y actualmente distribuida en casi todas las zonas productoras del país. En Tamaulipas los reportes de su presencia datan de 2004 (Coronado *et al.*, 2004) y desde ese mismo año se ha presentado en predios de cítricos en Río Bravo, Tamaulipas.

La presencia de enemigos naturales de ninfas de *D. citri* ha sido reportada en diversos trabajos realizados en México. Tradicionalmente, el norte de Tamaulipas se ha caracterizado por la presencia de enemigos naturales nativos que controlan de manera natural a diversas plagas de importancia agrícola (Reyes, 2003). La presencia de enemigos naturales de *D. citri* en Tamaulipas se ha reportado desde 2003 (Coronado *et al.*, 2003; Gaona *et al.*, 2009; Reyes *et al.*, 2009). Sin embargo, no se ha dimensionado el impacto que estos organismos benéficos pudiesen tener en la supresión de la plaga. El objetivo de este trabajo fue comparar el impacto de los enemigos naturales nativos versus el insecticida ometoato, sobre poblaciones de ninfas de *D. citri*.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en Río Bravo, Tamaulipas (25° 53' 40.3" latitud norte y 98° 07' 08.9" longitud oeste), en julio de 2010, en una huerta de limón mexicano *Citrus lemon* (L.) Burm, de dos años de edad, en un arreglo de plantación de 4 x 4 m. Para cada tratamiento se seleccionaron diez brotes de 15 ± 5 cm de longitud, infestados por ninfas de *D. citri* de diversos instares (Figura 1).

Se establecieron tres tratamientos de acuerdo a lo siguiente:

Impacto de enemigos naturales nativos sobre ninfas de *D. citri*: se seleccionaron 30 brotes al azar, infestados por *D. citri*. Los brotes fueron marcados con etiquetas de papel de 4 x 5 cm., atadas con hilo de algodón y se dejaron expuestos a la acción de los enemigos naturales nativos de las ninfas presentes en el cultivo. En cada uno de ellos, se identificó y registró el número de enemigos naturales por día.

densities are high, killing new growth due to the high amount of sap sucked from stems, petioles and forming leaves (Michaud, 2004; Reyes *et al.*, 2009). *D. citri* has spread to many citrus-producing countries, including Mexico, where it was detected in 2002 and is currently distributed in almost all areas of the country. The reports of its presence in Tamaulipas date back to 2004 (Coronado *et al.*, 2004); it has been present in citrus farms in Río Bravo, Tamaulipas since that year.

The presence of natural enemies of the nymphs of *D. citri* has been reported in several studies conducted in Mexico. Traditionally, northern Tamaulipas has been characterized by the presence of native natural enemies of various pests of agricultural importance that naturally control them (Reyes, 2003). The presence of natural enemies of *D. citri* in Tamaulipas has been reported since 2003 (Coronado *et al.*, 2003; Gaona *et al.*, 2009; Reyes *et al.*, 2009). However, the impact that these beneficial organisms could have in the suppression of this pest has not been evaluated before. The aim of this study was to compare the impact of native natural enemies versus the insecticide omethoate on nymphal populations of *D. citri*.

Materials and methods

The study was conducted in Río Bravo, Tamaulipas (25° 53' 40.3" N and 98° 07' 08.9" W), in July 2010, in an orchard of two years old Mexican lemon *Citrus lime* (L.) Burm, in a 4 x 4 m planting arrangement. Ten shoots of 15 ± 5 cm in length were selected for each treatment, all infested with nymphs of *D. citri* of several instars (Figure 1).

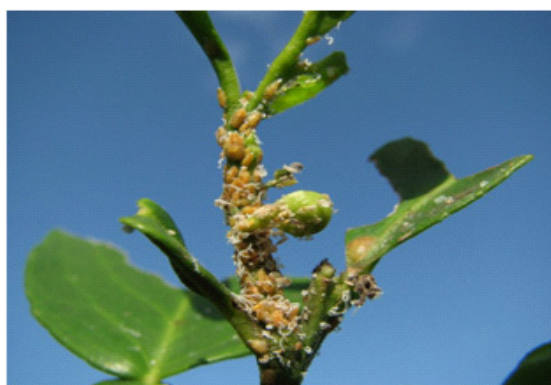


Figura 1. Brote de limón mexicano (*Citrus lemon*) infestado de ninfas de *Diaphorin citri*. Río Bravo, Tamulipas, julio 2010.

Figure 1. Shoot of Mexican lemon (*Citrus lemon*) infested with nymphs of *Diaphorin citri*. Río Bravo, Tamaulipas, July 2010.

Efectividad del insecticida ometoato: se seleccionaron 30 brotes al azar, infestados por *D. citri*. Se utilizó el insecticida ometoato a dosis de 250 g de i.a por ha, mezclado con 800 ml del adherente Bionex[®]. Se realizó una sola aplicación con aspersora manual. Inmediatamente después de la aplicación, los brotes fueron cubiertos totalmente con porciones de tela de organza de 40 cm de largo por 18 de ancho atada en sus extremos para impedir la entrada de depredadores, parasitoides, evitar la salida de las ninfas y coleccionar los insectos muertos (Figura 2). Los adultos presentes no fueron eliminados.



Figura 2. Brote infestado de ninfas de *Diaphorina citri* cubierto con tela de organza. Río Bravo, Tamaulipas, julio 2010.
Figure 2. Shoot infested with nymphs of *Diaphorina citri* covered with organza fabric. Río Bravo, Tamaulipas, July 2010.

Testigo absoluto: se seleccionaron 30 brotes al azar, infestados por *D. citri*. Los brotes seleccionados fueron inspeccionados para eliminar cualquier enemigo natural. Los enemigos naturales presentes en los brotes fueron separados mediante un pincel del Núm. 0, para no lastimar o tumbar del brote a las ninfas de *D. citri*. Posteriormente cada brote, se cubrió totalmente con porciones de tela de organza, como previamente se describió en el punto 2 (Figura 2).

En todos los tratamientos se registró la mortalidad o incremento de las poblaciones de ninfas a las 24, 72, 120, 168, 216 y 264 h. Estos datos fueron analizados estadísticamente en análisis de un diseño de bloques al azar con separación de medias bajo la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Resultados

En el tratamiento de los enemigos naturales nativos, la población del psílido asiático disminuyó a 88% a las 72 h, y continuó disminuyendo a menos de 1% al final de la

Three treatments were established according to the following: Impact of native natural enemies on nymphs of *D. citri*: 30 shoots infested by *D. citri* were selected randomly. The shoots were marked with paper labels of 4 x 5 cm, tied with cotton thread and left exposed to the action of the native natural enemies of the nymphs present in them. The natural enemies of the pest present on the shoots were identified, quantified and recorded each day.

Effectiveness of insecticide omethoate: 30 shoots infested by *D. citri* were selected randomly. Omethoate insecticide was used in doses of 250 g of i.a. per hectare, mixed with 800 ml of adherent Bionex[®]. A single application with a manual sprayer was performed. Immediately after the application, the shoots were completely covered with organza fabric pieces 40 cm long by 18 wide, tied at the ends to prevent the entry of predators and parasitoids, prevent the escape of the nymphs and collect the dead insects (Figure 2). The adults present were not eliminated.

Absolute control: 30 shoots infested by *D. citri* were selected randomly. The selected shoots were inspected to remove any natural enemies. The natural enemies present in the shoots were removed with a No. 0 brush in order to avoid hurting or knocking the nymphs out of *D. citri*. Afterwards, each shoot was completely covered with organza fabric pieces, as previously described in point 2 (Figure 2).

In all treatments, the mortality or increase of nymphal populations was recorded at 24, 72, 120, 168, 216 and 264 h. These data were analyzed statistically using a randomized block design with mean separation using the Tukey test ($\alpha = .05$).

Results

In the treatment with the native natural enemies, the Asian psyllid population decreased to 88% at 72 h and continued to decline to less than 1% at the end of the evaluation at 264 h (Figure 3); as a result, the number of predators also decreased, due to the lack of food, from one predator for every 2 shoots at 72 h to one predator for every 4 shoots (Figure 4). There was no statistical difference with the insecticide treatment at 72 h. The predator species with the highest presence were four species of (Coccinellidae: Coleoptera): *Cycloneda sanguinea* (L.), *Harmonia axyridis* (Pallas), *Olla abdominalis* (Mulsant) and *Cycloneda* spp.;

evaluación a las 264 h (Figura 3); como consecuencia, por la falta de alimento, el número de depredadores también disminuyó de un depredador cada 2 brotes, a las 72 h hasta un depredador cada cuatro brotes (Figura 4). Por otra parte no hubo diferencias estadísticas con el tratamiento insecticida a las 72 h. Las especies de depredadores con mayor presencia fueron cuatro especies de (Coccinellidae: Coleoptera): *Cycloneda sanguinea* (L.), *Harmonia axyridis* (Pallas), *Olla abdominalis* (Mulsant) y *Cycloneda* spp.; y *Brachygastra mellifica* (Say) (Hymenoptera: Vespidae). Otros insectos con menor incidencia fueron el Chrysopidae (Neuroptera): *Chrysoperla carnea* (Stephens) y el Coccinelliade: *Coleomegilla maculata* De Geer. No se detectaron ninfas parasitadas.

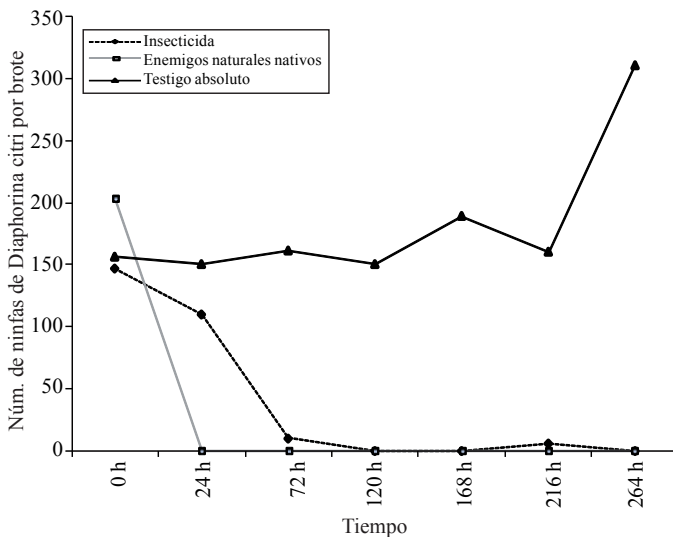


Figura 3. Respuesta de ninfas de *Diaphorina citri* a dos tratamientos de control y un testigo absoluto. Río Bravo, Tamaulipas, julio 2010.

Figure 3. Response of *Diaphorina citri* nymphs to two control treatments and one absolute control. Río Bravo, Tamaulipas, July 2010.

Determinación de la efectividad del insecticida ometoato: el insecticida provocó 100% de mortalidad a las 24 h y fue estadísticamente diferente al resto de los tratamientos en las primeras 48 h (Figura 3). No se presentaron ninfas ni adultos del psílido asiático durante los subsiguientes muestreos.

Testigo absoluto: la población de ninfas se mantuvo estable las primeras 72 h; sin embargo, se presentó un incremento poblacional 30% a las 168 h, y 105% al final de la prueba. En este tratamiento, a diferencia de los dos anteriores, la densidad poblacional marchitó completamente al brote y las hojas inferiores quedaron cubiertas de fumagina.

also *Brachygastra mellifica* (Say) (Hymenoptera: Vespidae). Other insects with lower incidence were the Chrysopidae (Neuroptera): *Chrysoperla carnea* (Stephens) and the Coccinelliade: *Coleomegilla maculata* (De Geer). No parasitized nymphs were detected.

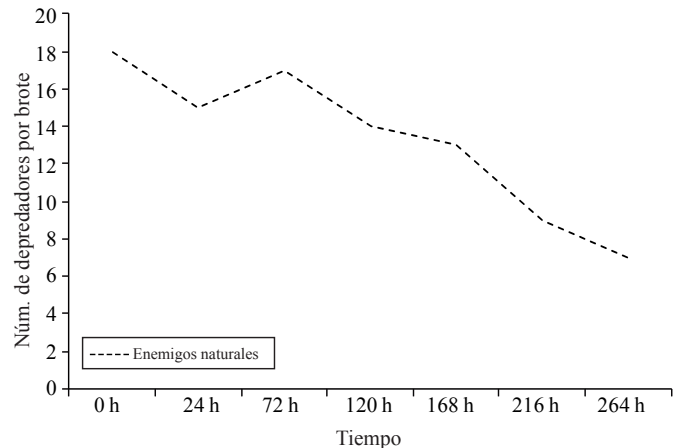


Figura 4. Población promedio de enemigos naturales de *Diaphorina citri* presentes en 30 brotes de limón, en Río Bravo, Tamaulipas, julio 2010.

Figure 4. Average population of natural enemies of *Diaphorina citri* present in 30 lemon shoots in Río Bravo, Tamaulipas, July 2010.

Determination of the effectiveness of the insecticide omethoate: the insecticide caused 100% mortality at 24 h and was statistically different from the other treatments in the first 48 h (Figure 3). There were no nymphs or adult psyllids on subsequent samplings.

Absolute control: the nymphal population was stable during the first 72 h, but it increased 30% at 168 h, and 105% at the end of the test. With this treatment, unlike the previous two, the population density completely withered the shoots, and the lower leaves were covered with sooty mold.

Discussion

Predators and parasitoids are typical regulators of this pest, since they act in a density-dependent way and produce a stable and permanent suppression (Rodríguez *et al.*, 2000), whereas insecticides reduce pest populations only temporarily and cause the destruction of its natural enemies (Trichilo and Wilson, 1993; Llorens, 2007), and was the case with the treatment with the insecticide omethoate,

Discusión

Los depredadores y parasitoides son típicamente reguladores, ya que actúan en forma densodependiente y hacen que la supresión sea estable y permanente (Rodríguez *et al.*, 2000), mientras que los insecticidas sólo reducen las poblaciones plaga temporalmente y producen la destrucción de los enemigos naturales (Trichilo y Wilson, 1993; Llorens, 2007), como en el tratamiento con el insecticida ometoato, el cual, desafortunadamente, en todos los brotes tratados, causo la mortalidad total de los enemigos naturales presentes, como larvas y adultos del grupo *Coccinellidae*, *Chrysopidae* y *Vespidae*, además de otros insectos benéficos como los polinizadores, coincidiendo con otros estudios (Gary y Lorenzen, 1989; Perveen *et al.* 2000). Croft (1990), señala que la mayoría de los enemigos naturales son más susceptibles a los productos químicos que las plagas.

El aumento de la población de ninfas en el testigo absoluto (Figura 3), se vio favorecido por que la tela de organza impidió la entrada de los depredadores naturales; permitiendo el desarrollo normal de ninfas hasta alcanzar su estado adulto, lo que propicio una nueva generación de ninfas. Metcalf y Luckmann (1982); Huffaker (1985); Trichilo y Wilson (1993), mencionan que la falta de enemigos naturales es una de las principales causas por las que un insecto se convierte en plaga.

Económicamente el manejo de los enemigos naturales de *D. citri* podría reducir substancialmente los costos por concepto de control del psílido asiático, la actual y mayor amenaza en la citricultura de México, debido a que es vector de la bacteria *Candidatus liberibacter* spp., causante del "Huanglongbing" o dragón amarillo de los cítricos, una enfermedad muy devastadora, incluso en mayor grado a la causada por el virus de la tristeza de los cítricos (da Graca, 1991; da Graca y Korsten, 2004; Halbert y Manjunath, 2004). Los resultados obtenidos del presente ensayo, sugieren que para suprimir a las poblaciones de ninfas de psílido asiático es necesario la presencia de un depredador cada dos brotes.

En laboratorio, adultos de *H. axyridis* consumieron entre 56 y 89 ninfas de *D. citri* de diversos instares por día, mientras que *Cycloneda sanguinea* consumió entre 28 y 43.

which in all treated shoots caused total mortality of the natural enemies of *D. citri*, such as larvae and adults of the Coccinellidae, Chrysopidae and Vespidae groups, and other beneficial insects such as pollinators, coinciding with other studies (Gary and Lorenzen, 1989; Perveen *et al.*, 2000). Croft (1990) points out that most natural enemies are more susceptible to chemical products than the pests.

The increasing population of nymphs in the absolute control (Figure 3) was favored by the fact that the organza fabric prevented the entry of their natural predators, allowing the normal development of the nymphs until they reached the adult stage, thus fostering a new generation of nymphs. Metcalf and Luckmann (1982); Huffaker (1985) and Trichilo and Wilson (1993) mention that the lack of natural enemies is one of the main reasons why insects become pests.

In economic terms, the management of the natural enemies of *D. citri* could substantially reduce the costs of controlling the Asian psyllid, currently the greatest threat to the citrus industry in Mexico because it is vector of the bacterium *Candidatus Liberibacter* spp., which causes the "Huanglongbing" or citrus yellow dragon, a very devastating disease, even more than the disease caused by the citrus tristeza virus (da Graca, 1991; da Graca and Korsten, 2004; Halbert and Manjunath, 2004). The results of this assay suggest that the presence of a predator for every two shoots is needed to suppress the nymphal populations of the Asian psyllid.

In the laboratory, adults of *H. axyridis* consumed between 56 and 89 nymphs of *D. citri* of several instars per day, while *Cycloneda sanguinea* consumed between 28 and 43.

Species such as *C. sanguinea* and *H. axyridis* (Figure 5), are a promising alternative for mass breeding for field release; these species has been confirmed as pest control agents of other Hemiptera such as aphids, because the larvae and adults are voracious predators, have a high scattering capacity and are easy to reproduce massively (Ferran *et al.* 1996; Osawa, 2000; Koch, 2003). More than 18 million individuals of *H. axyridis* and 385000 of *C. sanguinea* were released in southeastern Mexico in the period 1999-2002 to control the brown citrus aphid *Toxoptera citricida* Kirkaldi, vector of the citrus tristeza virus (CTV) (Munguia 2002, López-Arroyo *et al.*, 2003).

Especies como *C. sanguinea* y *H. axyridis* (Figura 5), constituyen una alternativa promisoriosa para realizar crías masivas para su liberación en campo; estas especies ha sido confirmada como agente de control de plagas de otros Hemípteros como los áfidos, debido a que las larvas y adultos son voraces depredadores, presentan gran capacidad de dispersión y son fáciles de reproducir masivamente (Ferran *et al.*, 1996; Osawa, 2000; Koch, 2003). En el sureste de México, se liberaron mas de 18 millones de individuos de *H. axyridis* y 385 000 de *C. sanguinea* de éstos agentes de control biológico en el periodo de 1999 a 2002, para el control del pulgón café de los cítricos *Toxoptera citricida* Kirkaldi, vector del virus de la tristeza de los cítricos (VTC) (Munguía 2002, López-Arroyo *et al.* 2003a).

Conclusiones

El insecticida ometoato fue efectivo para el control de las ninfas y evitó una reinfestación de la plaga al menos durante 264 h.

Los enemigos naturales nativos son capaces de suprimir de manera natural las poblaciones de ninfas de *D. citri*.

Comparativamente, la acción de los enemigos naturales fue muy similar al tratamiento insecticida.

Se cuantificó un enemigo natural cada dos brotes, lo que pudiera sugerir una posible dosis de liberación de enemigos naturales para el control de esta plaga.

Los insectos con mayor potencial para el control biológico de ninfas *D. citri* en Tamaulipas, tanto por su potencial producción masiva, como por su presencia en forma natural, son las catarinitas *Cycloneda sanguinea* y *Harmonia axyridis*, los cuales representaron más 60% del total de depredadores presentes.

Agradecimientos

Los fondos para la presente investigación fueron provistos por el Proyecto “Manejo de la enfermedad del Huanglongbing (HLB) mediante el control de poblaciones del vector *Diaphorina citri* (Hemiptera: *Psyllidae*)”, FONSEC SAGARPA-CONACYT número 2009-108591.

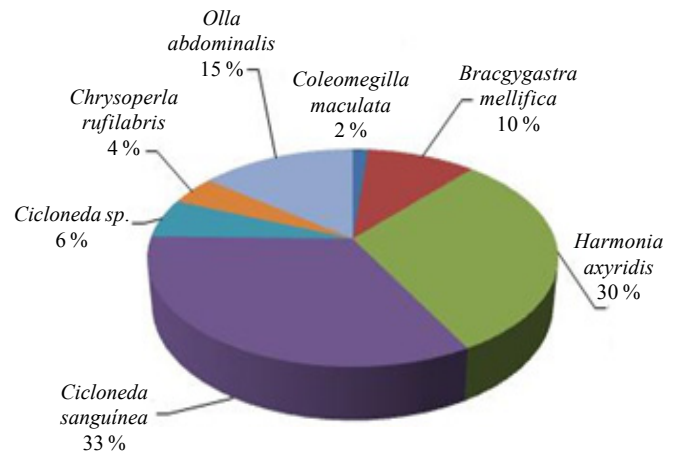


Figura 5. Proporción de enemigos naturales depredadores de *Diaphorina citri* en Río Bravo, Tamaulipas, julio 2010.
Figure 5. Proportion of natural predatory enemies of *Diaphorina citri* in Río Bravo, Tamaulipas, in July 2010.

Conclusions

The insecticide omethoate was effective for the control of nymphs and impeded a pest reinfestation for at least 264 h.

The native natural enemies are able to naturally suppress the nymphal populations of *D. citri*.

In comparison, the action of the natural enemies was very similar to the insecticide treatment.

We counted one natural enemy for every two shoots, which could suggest a possible release dose of natural enemies to control this pest.

The most promising insects for the biological control of nymphs of *D. citri* in Tamaulipas, both for their potential mass production, and their natural presence, are the *Cycloneda sanguinea* and *Harmonia axyridis* beetles, which accounted for over 60% of all predators present.

End of the English version



Literatura citada

Coronado, J. M.; Ruiz, E.; Myartseva, S. N. y Gaona, E. 2003. *Tamarixia* sp., (Hymenoptera: *Eulophidae*) parasitoide del psílido asiático de los cítricos en Tamaulipas, México. In: Memorias Del XXVI Congreso Nacional de Control Biológico, Sociedad Mexicana de Control Biológico. Guadalajara, Jalisco, México. 71-73 p.

- Croft, B. A. 1990. Arthropod biological control agents and pesticides. J. Wiley and Sons, New York. 235 p.
- da Graca, J. V. 1991. Citrus greening disease. *Annu. Rev. Phytopathol.* 29:109-136.
- da Graca, J. V. and Korsten, L. 2004. Citrus huanglongbing: review, present status and future strategies. *In: Naqvi, S. A. M. H. (Ed.). Diseases of fruits and vegetables.* Kluwer Academic Publishers. The Netherlands. I:229-245 pp.
- Ferran, A.; Niknam, H., Kabiri, F.; Picart, J. L.; Herce, C. D. 1996. The use of *Harmonia axyridis* larvae (Coleoptera: *Coccinellidae*) against *Macrosiphum rosae* (Hemiptera: Sternorrhyncha: *Aphididae*) on rose bushes. *European J. Entomol.* 93:59-67.
- Gaona, G. G.; Sánchez, L. R.; Lara, J. M.; Coronado, J. L.; Mendoza y Quiroz, J. 2009. *Hirsutella* sp. como regulador de poblaciones de *Diaphorina citri* en Tamaulipas. México. *In: Memorias del XXXII Congreso Nacional de Control Biológico, Sociedad Mexicana de Control Biológico.* Villahermosa, Tabasco, México. 161-164.
- Gary, N. E. and Lorenzen, K. 1989. Effect of methamidophos on honeybees (Hymenoptera: *Apidae*) during alfalfa pollination. *J. Econ. Ent.* 82:1067-72.
- Halbert, S. E. and 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(3):401-402.
- Huffaker, C.B. 1985. Biological control in integrated pest management: an entomological perspective. *In: Hoy, M. A. and Herzog, D. C. (Eds.). Biological control in agriculture IPM systems.* Academic Press, N.Y. 13-23 pp.
- Koch, R. L. 2003. The multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: a review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts. *J. Insect Sci.* 3:32-47.
- Llorens, J. M. 2007. Biología de los enemigos naturales de las plagas de cítricos y efectos de los productos fitosanitarios. *Dossiers Agraris ICEA Enemigos naturales de plagas en diferents cultius a Catalunya.* (En línea: <http://icea.iec.cat/pdf/Dosier6.pdf>).
- López-Arroyo, J. I.; Loera-Gallardo, J.; Reyes-Rosas, M. A. y Rocha-Peña, M. A. 2003a. Manejo integrado de plagas de los cítricos mediante enemigos naturales en México. *In: 1^{er} Simposio Internacional de Citricultura de Oaxaca.* Septiembre de 2003. Puerto Escondido, Oaxaca. México. 12-26 pp.
- Metcalfe, R. L. and Luckmann, W. H. 1982. *Introduction to Insect Pest Management.* Second Edition. John Wiley and Sons: New York.
- Michaud, J. P. 2004. Natural mortality of Asian Citrus Psyllid (Homoptera: *Psyllidae*) in central Florida. *Biological Control.* 29(2):260-269.
- Munguía, R. A. 2002. Programa de manejo del pulgón café en el sureste de México. *In: Memorias del Curso de Acreditación en Virus Tristeza de los Cítricos.* SAGARPA, Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- Osawa, N. 2000. Population field studies on the aphidophagous ladybird beetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: *Coccinellidae*): resource tracking and population characteristics. *Population Ecology* 42:115-127.
- Perveen, N.; Alhariri, M.; Ahmad, M. and Suhail, A. 2000. Insecticidal mortality, foraging behavior and pollination role of honey bee (*Apis mellifera* L.) on sarson (*Brassica campestris* L.) crop. *Intern. J. Agric. Biol.* 2(4):332-333.
- Reyes-Rosas, M. A.; López-Arroyo, J. I. y Loera-Gallardo, J. 2009. Presencia de hongo entomopatógeno del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri*, en Río Bravo, Tamaulipas. *In: Memorias Del XXVII Congreso Nacional de Control Biológico, Sociedad Mexicana de Control Biológico, Villa Hermosa, Tabasco, México.* 420-424 p.
- Reyes-Rosas, M. A. y Loera-Gallardo, J. 2003. Colonización, establecimiento y migración de *Coccinellidae* en el cultivo de sorgo, en el norte de Tamaulipas. XXVI Congreso Nacional de Control Biológico. Memorias. Del 3-8 de noviembre, Guadalajara, Jalisco.
- Rodríguez, A. L.; Badii, M. H y Flores, E. A. 2000. Bases ecológicas del control biológico. *In: Badii, M. H.; Flores, A. E. y Galán, W. L. J. (Eds.). Fundamentos y perspectivas de control biológico.* UANL, México, D. F. 19-31 p.
- Trichilo, P. J and Wilson, L. T. 1993. An ecosystem analysis of spider mite outbreaks: physiological stimulation or natural enemy suppression. *Exp. Appl. Acarol.* 17:291-314.
- Xu, C.-F.; Xia, Y.-H. Li.; K.-B. and Ke, C. 1988. Further study of the transmission of citrus huanglongbing by a psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama. *In: Timmer, L. W. S. M. and Navarro, L. (Eds.) Proc. 10th Conference of the International Organization of Citrus Virologists.* Riverside, CA. 243-248 p.