FICHA TÉCNICA **CB-26**

Tamarixia radiata (WATERSTON) (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE)

Dirección General de Sanidad Vegetal

Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria
Centro Nacional de Referencia de Control Biológico

SINONIMIA
Tamarixia radiatus (Waterston, 1922)
Tetrastichus indicus Khan & Shafee, 1981
Tetrastichus radiatus Waterston, 1922

NOMBRE COMÚN
Español: Parasitoide del psílido asiático de los cítricos
Inglés: Asian citrus psyllid parasite

INTRODUCCIÓN

Tamarixia radiata (Waterston) es un parasitoide que ataca al psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), una plaga que se alimenta de plantas de la familia Rutaceae, particularmente de los géneros *Citrus* y *Murraya*. La importancia de esta plaga radica en que es un vector de la bacteria *Candidatus* Liberibacter asiaticus, agente causal de la enfermedad conocida como «enverdecimiento de los cítricos» o Huanglongbing de los cítricos. En México, el género *Tamarixia* sp. se reportó por primera vez en el estado de Tamaulipas, atacando a *D. citri* en hojas de lima mexicana, *Citrus aurantifolia* Swingle (Coronado *et al.* 2003, Ruiz *et al.* 2004). *Tamarixia radiata* es un ectoparasitoide primario que deposita sus huevos por debajo de las ninfas del psílido, entre el tórax y el abdomen. Inmediatamente después de la emergencia, las larvas del parasitoide se alimentan succionando fluidos del sitio donde está unido al integumento del huésped, hasta propiciar la momificación del mismo. La pupa del parasitoide se mantiene externa a la superficie ventral de su huésped (Fig. 1) y el adulto emerge por debajo de la cabeza del psílido momificado o a través de un agujero que mordisquea en la parte dorsal del tórax (Fig. 2). Este parasitoide posee la habilidad de adaptarse a diferentes condiciones y debido a ello ha sido utilizado ampliamente en programas de control biológico de *D. citri* en dos islas africanas (Mauricio y Reunión), dos países asiáticos (Filipinas y Taiwán) y dos países americanos (Estados Unidos de América e Isla Guadalupe).

ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

Tamarixia radiata se describió por primera vez en la India (Waterston 1922), pero también ha sido registrada en Vietnam (Myartzeva y Trijapitzyin 1978), Arabia Saudita (Aubert 1984), Nepal (Lama *et al.* 1988), China (Tang 1989), Indonesia (Nurhadi 1989), Malasia (Lim *et al.* 1990), Tailandia (Qing y Aubert 1990) y Japón (Kohno *et al.* 2002). *T. radiata*, se ha introducido también a otras regiones del mundo para el control biológico de *D. citri,* tal es el caso de las islas Mauricio (Quilici 1989) y Reunión (Aubert y Quilici 1984; Quilici 1989) y de los países asiáticos, Filipinas (Gavarra *et al.* 1990, Mercado *et al.* 1991) y Taiwán (Chiu *et al.* 1988, Chien *et al.* 1988). En América, el parasitoide del psílido de los cítricos se introdujo por primera vez en 1998 a Estados Unidos de América (Hoy *et al.* 1999) y en 1999 a la Isla Guadalupe (Etienne *et al.* 2001); en ambas regiones con un programa alentador de control biológico de la plaga *D. citri*. El parasitoide también se ha registrado en otros países donde su introducción no ha sido intencional, tal es el caso de Argentina (Cáceres y Aguirre 2006), Brasil (Torres *et al.* 2006), Cuba (González *et al.* 2000), Puerto Rico (Pluke *et al.* 2005) y México (González *et al.* 2009).

Figura 1. Vista ventral de la ninfa de *D. citri* parasitada por *T. radiata* (Jorge A. Sánchez González, 2008).

Figura 2. Ninfas parasitadas por *T. radiata*, mostrando los agujeros de emergencia (Jorge A. Sánchez González, 2008).

El cuerpo de los individuos de *T. radiata* mide un milímetro de longitud; es café oscuro, excepto por los ojos rojizos, antenas, patas y marcas en los terguitos del gáster de colores amarillos (Fig. 3). Las características taxonómicas más importantes utilizadas en la identificación de *T. radiata* son: presencia de dos setas adnotalares distinguibles y casi del mismo tamaño en el lóbulo medio del mesoescudo; una ubicada en la mitad anterior del mesoescudo y la otra en la mitad posterior. El escutelo posee dos surcos submedios y dos sublaterales distintivos; junto a los surcos submedios se encuentran dos pares de setas. Propodeo con una carina media en forma de Y invertida. En las alas anteriores, la vena marginal es más corta que la celda costal, la cual a su vez es larga y angosta con 5 setas pequeñas; vena submarginal con 3 setas. El borde apical de las tibias posee tres espinas cortas y gruesas; la parte interna de los basitarsos anteriores tienen 3 setas arregladas en línea. Las antenas tienen 8 segmentos (clava de 3 segmentos); disposición de los ocelos en ángulos obtusos; longitud del espacio malar casi igual a la amplitud de los ojos. La genitalia del macho es distinguible, edeago alargado y a menudo visible, el digito 4 a 6 veces su amplitud y la espina apical curvada continúa en el borde externo (Schauff *et al.* 1997, Khan *et al.* 2005).

BIOLOGÍA Y HÁBITOS

La oviposición de las hembras de *T. radiata* en *D. citri*, ocurre en forma individual y preferentemente en ninfas del quinto ínstar (Etienne *et al.* 2000), aunque también parasitan ninfas del tercero y cuarto (Chiu *et al.* 1988). Las hembras (Fig. 3) depositan entre 166-330 huevos en toda su vida (Ching e*t al.* 2001), usualmente se aparean una sola vez, toman nutrientes para la producción de huevos de la hemolinfa y de las secreciones amieladas del huésped y aniquilan al mismo principalmente por parasitismo. El tiempo de desarrollo de huevo-adulto varía de acuerdo a las condiciones de temperatura y fotoperiodo. Por ejemplo, a una temperatura de 25 °C y un fotoperiodo de 14 horas luz, el parasitoide completa su ciclo en aproximadamente 12 días; con una duración de 2 días en la etapa de huevo, 4 en larva, 1 en prepupa y 5 en pupa (Ching e*t al.* 2001). Sin embargo, existe una reducción del tiempo de desarrollo de huevo-adulto a solamente 8 días cuando se incrementan tanto la temperatura (30°C) como el fotoperiodo (16 horas) (Fauvergue y Quilici 1991). La proporción entre machos y hembras a una temperatura de 25 °C es de 1:3 y la longevidad de los adultos es de 24 días en hembras y de 15 días en machos (Chien *et al.* 1991a,b, Chu y Chien 1991).

IMPORTANCIA COMO AGENTE DE CONTROL BIOLÓGICO

En la Isla Reunión, *D. citri* fue controlada exitosamente con la introducción de *T. radiata* (Aubert *et al.* 1980). En 1978, 4600 parasitoides procedentes de la India fueron liberados en la Isla, su éxito combinado con la distribución de plantas sanas permitió que el cultivo de cítricos se restableciera (Etienne *et al*. 2001). Con la misma finalidad, el parasitoide fue llevado de la isla Reunión a Taiwán y los resultados fueron convincentes, una supresión de la plaga a niveles bajos (Chien *et al.* 1989).

Figura 3. Adulto hembra de *Tamarixia radiata* (Jorge A. Sánchez González 2008).

Dada la importancia del parasitoide y sus antecedentes como agente exitoso de control biológico, éste se introdujo a Florida, E.U.A., para el control del psílido asiático de los cítricos. La primera importación de los parasitoides a Estados Unidos se realizó desde Taiwán y Vietnam en octubre de 1998 y la primera liberación se realizó el 15 de julio de 1999, cerca de Fort Pierce, Florida (Hoy *et al*. 2000).

Aunque datos de campo mostraron un bajo nivel de parasitismo de *T. radiata* sobre *D. citri* (Michaud 2004), es importante resaltar su excelente establecimiento en Florida (Michaud 2002).

La experiencia exitosa obtenida en la Isla Reunión también originó la importación de *T. radiata* a otros lugares, como sucedió en la Isla Guadalupe, que en enero de 1999 se introdujeron los parasitoides. Después de más de un año de su liberación, este eulófido se estableció en todas las huertas de cítricos donde estaba presente su huésped, teniendo un decremento considerable en la población de la plaga (Etienne *et al.* 2001).

En Cuba, el parasitoide *T. radiata* no se introdujo intencionalmente, sin embargo, se ha reportado como nuevo enemigo natural del psílido asiático de los cítricos. Estudios realizados por González *et al.* (2005) determinaron un alto nivel de control en ninfas de cuarto y quinto instar, así mismo observaron que es un parasitoide específico con amplia distribución, cuya efectividad le permite controlar de forma natural a *D. citri.* Los altos niveles de parasitismo por *T. radiata* obtenidos en Cuba pueden ser comparados con los registrados en Islas Reunión (Aubert 1988), Taiwán (Chiu *et al.* 1988) y Nepal (Lama *et al.* 1988). Según Quilici y Fauvergue (1990) bajo condiciones favorables la tasa de parasitismo por este eulófido puede exceder el 90%.

LITERATURA CONSULTADA

Aubert B. and S. Quilici. 1984. Biological control of psyllid vectors of greening disease in Reunion island. In: B. Timmer, S. Garnsey and A. Dodds, (eds.). Proceedings of the IX 10CV meeting. 118–123.

Aubert B. 1984. The Asian and African citrus pysllid, *Diaphorina citri* Kuwayama, *Trioza erytreae* (Del Guerico) (Homoptera: Psyllidae) in the south west of Saudi Arabia. Proposals for an integrated control programme. Report to FAO, 25 pp.

Aubert B. 1988. Le greening une maladie infectieuse des agrumes, d' origine bacterienne, transmise par des homopteres psyllides. Strategie de lutte developpe a l 'ile de la Reunion Island. Circonstances epidemiologiques en Afrique/Asie et modalites d' intervention.doc. CIRAD/IRFA.185 pp.

Aubert B., J. M. Bove et J. Ettiene. 1980. La lutte contre lamadie du greening des agrumes á l´ile de la Réunion. Resultats et perspectives. Fruits 35: 605-624.

Cáceres S. y A. Aguirre. 2006. Presencia de *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoide del psílido asiático *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Sternorryncha: Psyllidae) en cultivos cítricos de Corrientes. VI Congreso Argentino de Entomología. p. 290

Chien C.C., S.C. Chiu and S.C. Ku. 1988. Biological control of citrus psyllid, *Diaphorina citri*. 1. The introduction, augmentation and release of *Tamarixia radiata*. Journal of Agricultural Research, China 37: 430–439 (in Chinese, English summary).

Chien C.C., S.C. Chiu and S.C. Ku. 1989. Biological control of *Diaphorina citri* in Taiwan. Fruits 44, 7-8: 404-407.

Chien C.C., Y.I. Chu and S.C. Ku. 1991a. Biological control of citrus psyllid, *Diaphorina citri*, in Taiwan. II Evaluation of *Tamarixia radiata* and *Diaphorencyrtus diaphorinae* for the control of *Diaphorina citri*. Chinese Journal of Entomology 11: 26–38 (in Chinese, English summary).

Ching C.C., S.C. Chiu and S.C. Ku. 2001. Mass rearing and field release of an eulophid wasp, *Tamarixia radiata* (Waterston). Technical Notes of Food and Fertilizer Technology Center, Plant Protection No. 2001-5. 1-4 pp.

Chiu S.C., B. Aubert and S.C. Chien. 1988. Attempts to establish *Tetrastichus radiatus* Waterston a primary parasite of *D. citri* in Taiwan. In: L.W. Timmer, S.M. Garnsey and L. Navarr (eds.). Proceedings of the X 10CV meeting. 265–268.

Chu Y.I. and C.C. Chien. 1991. Utilization of natural enemies to control of psyllid vectors transmitting citrus greening. pp 135- 145 . *In*: K. Kiritani, H. J. Su and Y. I. Chu (eds). International control of plant virus diseases. Proceedings of the International Workshop TARI. Taichung, Taiwan, April 9-14, 1990. Taipei, Taiwan; FFTC for the ASPAC Region. Phytosanitaire des agrumes dans la Caraibe. Guadaloupe.1-8p.

Coronado B.J.M., E. Ruiz C., S. Nicolaevna M. y G. Gaona García. 2003. *Tamarixia* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoide del psílido asiático de los cítricos en Tamaulipas, México. *En:* Mem. XXVI Congr. Nal. Ctrol. Biol. Guadalajara, Jalisco, México. p. 71-73.

Etienne J., S. Quilici, D. Marival et A. Franck. 2000. Controle biologique de *Diaphorina citri* (Hem., Psyllidae) a la Reunion et en Guadaloupe au moyen de *Tamarixia radiata* (Hym., Eulophidae) Atelier regional d'information sur la situation

Etienne J., S. Quilici, D. Marival and A. Franck. 2001. Biological control of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Guadeloupe by imported *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae). Fruits. 56:307–315.

Fauvergue X. and Quilici S. 1991. Studies on the biology of *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922) (Hymenoptera: Eulophidae), primary ectoparasitoid of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera, Psyllidae), Asian vector of citrus greening disease. Fruits 46:179-183.

Gavarra M.R., B.G. Mercado and C.I. Gonzales. 1990. Progress report: *D. citri* trapping, identification of parasite and possible field establishment of the imported parasite, *Tamarixia radiata* in the Philippines. *In:* B. Aubert, S. Tontyaporn and B. Buangsuwon (eds.). Proceedings of the 4 International Asia Pacific Conference on Citrus Rehabilitation. Chiang Mai, Thailand. pp. 246–250.

González C., D. Hernández y J. Rodríguez. 2000. Primer informe de *Tamarixia radiata* Waterston como biorregulador de *Diaphorina citri* Kuw. en cítricos de Cuba. Citrifrut (18):1,2,3. enero- diciembre: 38-39.

González C., D. Hernández, R. I. Cabrera y J.R. Tapia. 2005. *Diaphorina citri* Kuw., inventario y comportamiento de los enemigos naturales en la citricultura cubana. FAO Cuba. 11 pp.

González-Hernández A., Hugo C. Arredondo-Bernal, Manuel Robles-González, José L. Martínez-Carrillo, J. Pérez y José I. López-Arroyo. 2009. Determinación de especies de parasitoides del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* (Hemiptera; Psyllidae) en México. Entomología Mexicana, Vol. 8.

Khan M.A., M. Agnihotri and S.N. Sushil. 2005. Taxonomic studies of eulophid parasitoids (Hymenopptera: Chalcidoidea) of India. Pantnagar Journal of Research 2(1)(Special Suppl.):169-170

Khan M.Y. and S.A. Shafee. 1981. On some new species of *Tetrastichus* Haliday (Hymenoptera: Eulophidae). Journal of the Bombay Natural History Society 78(2):337-339

Kohno K., K. Takahashi, T. Nakata and K. Konishi. 2002. Occurrence of the Asian citrus psylla and its parasitic natural enemies in the Ryukyu Archipelago, Japan. Acta Horticulturae No. 575(2):503-508

Lama T.K., C. Regmi and B. Aubert. 1988. Distribution of citrus greening disease vector (*Diaphorina citri* Kuw.) in Nepal and attempts to establish biological control. In: L.W. Timmer, S.M. Garnsey and L. Navarro (eds.). Proceedings of the 10 Conference of 10CV. Pp. 255–257.

Lim W.H., O.M. Shamsudin and W.W. Ko. 1990. Citrus greening disease in Malaysia: status report. In: B. Aubert, S. Tontyaporn, and D. Buangsuwon (eds.). Proceedings of the 4th International Asia Pacific Conference on Citrus Rehabilitation, Chiang Mai, Thailand. pp. 100–105.

Mercado B.G., F. Pablo, M.R. Gavarra and C.I. Gonzales. 1991. Population studies and biological control of *Diaphorina citri* Kuwayama, the insect vector of citrus greening disease in the Philippines. In: Proceedings of the 6th International Asia Pacific Workshop on Integrated Citrus Health Management, Kuala Lumpur, Malaysia. pp. 105–119.

Myartzeva S.N. and A. Trijapitzyin. 1978. *Aphidencyrtus diaphorine* (Hymenoptera: Encyrtidae), a parasite reared from *Diaphorina citri* in Vietnam (in Russian, English summary). Zoologicheskii Zhurnal 57: 793-794.

Michaud J.P. 2004. Natural mortality of Asian citrus psyllid (Homoptera: Psyllidae) in central Florida. Biol. Control 29: 260-269.

Michaud J.P. 2002. Biological control of Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Florida: A preliminary report. Entomological News 113: 216-222.

Nurhadi. 1989. Integrated approaches to formulate control measures against greening vector, *Diaphorina citri* Kuw. in Indonesia. *In:* B. Aubert, C. Ke, and C. Gonzales (eds.). Proceedings of the 2 FAO-UNDP Regional Workshop on the Asian-Pacific Citrus Greening Disease. 47–49.

Pluke R.W.H., A. Escribano, J.P. Michaud and P.A. Stansly. 2005. Potential impact of lady beetles on *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Puerto Rico. Florida Entomologist. 88(2): 123-128.

Qing T.Y. and B. Aubert. 1990. An illustrated guide to the identification of parasitic wasps associated with *Diaphorina citri* Kuwayama in the Asian-Pacific Region. In: B. Aubert, S. Tontyaporn, and D. Buangsuwon (eds.). Proceedings of the 4th International Asia Pacific Conference on Citrus Rehabilitation, Chiang Mai, Thailand. pp. 228–239.

Quilici S. 1989. Biological control of citrus pysllid in Reunion Island. In: B. Aubert, K.E. Chung and C. Gonzales (eds.). Proceedings of the 2nd FAO-UNDP Regional Workshop, Lipa, Philippines, Asian/Pacific Citrus Greening. pp. 39–42.

Quilici S. and X. Fauvergue. 1990. Studies on the biology of *Tamarixia radiata* Waterston (Hymenoptera: Eulophidae). *In:* B. Aubert, S. Tontyaporn & B. Buangsuwon (eds.). Proceedings of the 4th International Asian Pacific Conference on Citrus Rehabilitation. Chiang Mai, Thailand 4-10 February 1990. 251- 256 pp.

Rogers M. E. and P. A. Stansly. 2006. Biology and management of the asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama, in Florida citrus. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, IFAS Extension. ENY-739. 7 pp.

Ruiz C.E., J.M. Coronado B. and S.N. Myartseva. 2004. The Asian citrus psyllid in Mexico. 52nd Annual meeting of the Entomological Society of America. Salt Lake City, UT.

Schauff M.E., J. LaSalle and L.D. Coote. 1997. Chapter 10. Eulophidae. pp. 350. *In:* Gibson G.A.P., J.T. Huber, and J.B. Woolley (Eds.). Annotated keys to the genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). NRC Research Press. Otawa, Ontarios, Canada.

Tang Y.Q. 1989. A preliminary survey on the parasite complex of *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae) in Fujian 1988. In: B. Aubert K. Chung and C.I. Gonzales (eds.). Asian/Pacific Citrus Greening, 1988. 10–17.

Torres M.L.G., D.E. Nava, S. Gravena, V.A. Costa and J.R.P. Parra. 2006. First report of *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae) on *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) in Brazil. Revista de Agricultura, Piracicaba 81(1):112-117

Waterston J. 1922. On the chalcid parasites of psyllids (Homoptera). Bulletin of Entomological Research 13(1): 55

LIC. FRANCISCO JAVIER MAYORGA CASTAÑEDA
SECRETARIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN
M.V.Z. ENRIQUE SÁNCHEZ CRUZ
DIRECTOR EN JEFE DEL SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD, INOCUIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA
DR. FRANCISCO JAVIER TRUJILLO ARRIAGA
DIRECTOR GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
M.C. JOSÉ ABEL LÓPEZ BUENFIL
DIRECTOR DEL CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA
M.C. HUGO CÉSAR ARREDONDO BERNAL
SUBDIRECTOR DEL CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA DE CONTROL BIOLÓGICO

AUTORES:
Dr. José Isaac Figueroa-De la Rosa
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Dra. Ana Mabel Martínez Castillo
Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales
Ing. Jorge Antonio Sánchez González
Departamento de Entomófagos
Centro Nacional de Referencia en Control Biológico,
KM. 1.5 Carretera Tecomán-Estación FFCC
Tecomán, Col. C.P. 28120
Tel. (313) 32 4 07 45
Fax (313) 32 4 27 73
senasicatec@prodigy.net.mx
Año 2012