

Fecundidad y alimentación de *Tamarixia triozae* (Hymenoptera: Eulophidae) sobre el psílido de la papa *Bactericera cockerelli**

Fertility and feeding of *Tamarixia triozae* (Hymenoptera: Eulophidae) on potato psyllid *Bactericera cockerelli*

Claudia Cerón-González¹, J. Refugio Lomeli-Flores^{1§}, Esteban Rodríguez-Leyva¹ y Alfonso Torres-Ruíz²

¹Posgrado en Fitosanidad, Entomología y Acarología- Colegio de Postgraduados. Carretera México- Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, 56230. C. P. 56230. Tel: 5959520200. (cleroga_ga@hotmail.com; esteban@colpos.mx). ²Koppert México, Circuito Nte. 82, Parque industrial El Marqués, 76246. El Marqués, Querétaro, México. (atorres@koppert.com.mx). [§]Autor para correspondencia: jrlomelif@hotmail.com.

Resumen

Tamarixia triozae es un ectoparasitoide sinovigénico que se alimenta sobre su huésped, el psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*), esto le confiere ventaja como agente de control biológico, ya que elimina ninfas del psílido por oviposición y depredación. Para determinar el potencial de *T. triozae* en la regulación de poblaciones de *B. cockerelli*, en el presente estudio se determinó la fecundidad media y capacidad depredadora bajo condiciones de laboratorio (25±1 °C, 70±10% HR y 12:12 h L:O). Las hembras de *T. triozae* vivieron 30.9 días (10-59 días). Cada hembra consumió en promedio 181 ninfas (31-529 ninfas) y tuvo una fecundidad media de 130 huevos (28-316 huevos), lo cual implica que para producir cada huevo, una hembra requiere consumir en promedio 1.39 ninfas de *B. cockerelli*.

Palabras clave: *Tamarixia triozae*, *Bactericera cockerelli*, control biológico, depredación, parasitoides.

El conocimiento de la biología reproductiva en parasitoides es un elemento clave para determinar su potencial en un programa de control biológico (Jervis *et al.*, 2001). Esta información permite tomar decisiones para la cría masiva y su posible aplicación en campo de la especie en estudio. *Tamarixia triozae* (Burks) es un ectoparasitoide sinovigénico con hábitos de depredación sobre su hospedero, el psílido de

Abstract

Tamarixia triozae is an ectoparasitoid that feeds on its host, the potato psyllid (*Bactericera cockerelli*), this gives advantage as a biological control agent because it removes psyllid nymphs for oviposition and predation. In order to determine the potential of *T. Triozae* in regulating populations of *B. cockerelli*, in this study the mean fertility and predatory capacity was determined under laboratory conditions (25 ± 1 °C, 70 ± 10% RH and 12:12 h L: D). The females of *T. Trioza* and lived 30.9 days (10-59 days). Each female nymphs consumed on average 181 (31-529 nymphs) and had a mean of 130 eggs fertility (28-316 eggs), which implies that each egg to produce a female requires consuming on average 1.39 nymphs of *B. cockerelli*.

Keywords: *Tamarixia triozae*, *Bactericera cockerelli*, biological control, predation, parasites.

Knowledge of reproductive biology at parasitoid is a key to determine their potential in a biological control program (Jervis *et al.*, 2001). This information allows decisions for mass rearing and its possible application in the field of the species under study. *Tamarixia triozae* (Burks) is an ectoparasitoid with habits of predation on its host the potato

* Recibido: enero de 2014
Aceptado: abril de 2014

la papa *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Johnson, 1971; Rojas, 2010). En Estados Unidos de América se reportan porcentajes de parasitismo menores de 20% (Butler y Trumble 2012).

Sin embargo, en México existen registros de parasitismo de hasta 80% en cultivos de chile y jitomate en regiones productoras de los estados de Oaxaca y San Luis Potosí, principalmente en huertas con reducida aplicación de insecticidas (Bravo y López, 2007; Garza *et al.*, 2007). Éste parasitoides se encuentra presente de forma natural desde el norte de EE.UU. hasta el sur de México (Johnson, 1971; Lomeli-Flores y Bueno, 2002), por lo que se considera como un agente de control biológico potencial del psílido de la papa, mediante liberaciones masivas, por lo que el objetivo del presente trabajo consistió en determinar la capacidad depredadora y la fecundidad de hembras de *T. triozae* a través del tiempo al utilizar como presa/huésped al psílido de la papa.

En el Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, ubicado en Texcoco, Estado de México, se produjeron en ausencia de insecticidas los organismos *Tamarixia triozae* y *Bactericera cockerelli*, en invernaderos y cámaras de cría, sobre plantas de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Río Grande. Ambas especies se mantienen en cría desde 2010 de acuerdo con la metodología descrita por Rojas (2010) y Luna-Cruz *et al.* (2011). Para la producción de ninfas del psílido se utilizaron plantas de jitomate de 30 días de edad colocadas en macetas dentro de jaulas entomológicas, de 90 x 90 x 95 cm, cubierta con organza.

Para la producción de parasitoides se usaron cuatro jaulas de 40 x 30 x 30 cm, también cubiertas con organza, en donde se expusieron ninfas de 4^o y 5^o instar de *B. cockerelli* a 200 adultos de *T. triozae* por un periodo de 72 h. Las plantas se revisaron después de dos semanas, se recolectaron las ninfas con signos de parasitismo caracterizado por la adquisición de un color cobrizo y la adhesión del cuerpo a la hoja (Rojas, 2010). Las ninfas parasitadas se llevaron a una cámara bioclimática (25 ± 1 °C, 70±10% HR y fotoperiodo 12:12 L:O.) y se colocaron en una jaula de acrílico de 50 x 50 x 35 cm con tela de organza en una de sus paredes para permitir ventilación, lo anterior permitió la colecta de adultos del parasitoides de una edad conocida. Los adultos emergidos se separaron diariamente y alimentaron con líneas de miel hasta su utilización en los experimentos.

La unidad experimental, para determinar fecundidad y depredación, consistió en una caja Petri de 4.5 cm de diámetro y 1.5 cm de profundidad con tres orificios laterales

psyllid *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Johnson, 1971; Rojas, 2010) in the United States reported percentages of parasitism under 20% (Butler and Trumble, 2012).

However, in Mexico there are records of parasitism of up to 80% in cultures of chilli and tomato producing regions in the states of Oaxaca and San Luis Potosí, mainly in orchards with reduced application of insecticides (Bravo and López, 2007; Garza *et al.*, 2007). This parasitoids are naturally present from the northern U.S. to southern Mexico (Johnson, 1971; Lomeli-Flores and Bueno, 2002), so it is considered a potential agent of potato psyllid biological control through massive releases, so the aim of this work was to determine the predatory capacity and fertility of female *T. Triozae* over time to use as prey/host the potato psyllid.

In the Graduate College of Agricultural Sciences, located in Texcoco, State of Mexico, occurred in the absence of insecticides *Tamarixia triozae* and agencies *Bactericera cockerelli* in brood chambers and greenhouses on tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.) variety Río Grande. Both species are kept in breeding since 2010 according to the methodology described by Rojas (2010) and Luna-Cruz *et al.* (2011). Nymphs for producing tomato psyllid plants 30 days old placed in pots inside entomological cages, 90 x 90 x 95 cm, covered with organza used.

For producing parasitoids four cages 40 x 30 x 30 cm, also covered with organza where nymphs exposed 4th and 5th instar were used of *B. cockerelli* 200 adult *T. Triozae* for a period of 72 h. Plants were reviewed after two weeks, the nymphs with signs of parasitism characterized by the acquisition of a copper-colored body and adhering to the sheet (Rojas, 2010) were collected. Parasitized nymphs took a bioclimatic chamber (25 ± 1 °C, 70 ± 10% RH and photoperiod of 12:12 L: O.) and placed in a cage Acrylic 50 x 50 x 35 cm with organza fabric on one wall to allow ventilation, this allowed the collection of adult parasitoids of known age. The emerged adults were separated daily and fed honey lines until used in experiments.

The experimental unit to determine fecundity and predation consisted of a Petri dish of 4.5 cm diameter and 1.5 cm deep with three side holes sealed c on organza fabric for ventilation. At the bottom of each Petri dish of tomato foliar disc the same diameter of the Petri dish, placed on wet paper and on each disc 12 nymphs 4th and 5th instar during the first seven days were deposited; on the eighth day another 12 nymphs of the same age were placed; thus had 24 nymphs

sellados con tela organza para favorecer la ventilación. Al fondo de cada caja Petri se colocó un disco foliar de jitomate, del mismo diámetro de la caja Petri, sobre papel húmedo y sobre cada disco se depositaron 12 ninfas de 4° y 5° ínstar durante los primeros siete días; a partir del octavo día se colocaron otras 12 ninfas de la misma edad; de esta forma se tuvieron 24 ninfas en cada repetición por día, lo anterior fue debido a que en estudios previos se indica que a partir de ese tiempo la ovoposición se incrementa (Rojas 2010).

Finalmente en la caja Petri se introdujo una pareja de *T. triozae* no mayor de 24 h de edad. En la tapa de la caja Petri se colocó una línea fina de miel, un hisopo de algodón húmedo con el fin de proporcionar alimento y agua a los parasitoides. Se realizaron 20 repeticiones, una pareja de parasitoides representó una repetición. Cada 24 h y hasta la muerte de las hembras, cada pareja se transfirió a una nueva caja Petri acondicionada como se indicó arriba y con ninfas. En las ninfas expuestas las 24 h anteriores se cuantificó, bajo un microscopio estereoscópico, el número de huevos y el número de ninfas muertas por alimentación. Las ninfas parasitadas se identificaron por la presencia del huevo, localizado ventralmente entre las patas (observación personal); mientras que las ninfas con daño por alimentación se identificaron por su apariencia seca o deshidratada, con al menos un punto necrótico y presentar un encorvamiento o flexión en forma de “v” (Vega-Chávez, 2010). Todo el estudio se desarrolló en cámaras climáticas a 25 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ HR y fotoperiodo 12:12 L:O.

Se realizó una prueba de regresión simple, para determinar el grado de asociación entre la fecundidad total y el número de ninfas depredadas por hembras, durante toda su vida; y la relación entre fecundidad y sobrevivencia de hembras. Por otro lado, la dinámica de oviposición y depredación sobre el huésped por día se graficó, y la fecundidad y depredación por hembra entre semanas se comparó utilizando un análisis de varianza (Anova); en caso de encontrar diferencias significativas en oviposición y depredación entre semanas, se realizó una prueba de separación de medias Tukey ($p=0.05$) con el programa Statistix 8.1.

Los resultados mostraron una relación positiva entre la fecundidad total de *T. triozae* y el total de ninfas consumidas por cada hembra ($R^2=0.798$; $Y=0.566 \times + 27.28$) y, también entre fecundidad total y la sobrevivencia ($R^2=0.792$; $Y=8.24 \times + 73.38$). Estos resultados reafirman que en organismos sinovigénicos las hembras buscan activamente presas para obtener de la hemolinfa los nutrientes necesarios para la producción de huevos como fue señalado por Jarvis

per day in each repeat, the above was because previous studies indicated that from that time increases oviposition (Rojas 2010).

Finally, in the Petri dish a couple of *T. triozae* was introduced no more than 24 h old. At the top of the Petri dish was placed a thin line of honey, moist cotton swab in order to provide food and water to the parasitoids. 20 repetitions were performed a couple of parasitoids was a repetition. Every 24 h until the death of females, each pair to a new Petri dish fitted as indicated above and with nymphs transferred. Nymphs exposed in the previous 24 hours was measured under a stereoscopic microscope, the number of eggs and the number of dead nymphs per feeding. Parasitized nymphs were identified by the presence of eggs, ventrally located between the legs (personal observation); while feeding damage nymphs were identified by their dry or dehydrated appearance, with at least one point and necrotic present a curvature or bending in a “v” (Vega-Chávez, 2010). The entire study was conducted in climatic chambers at 25 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ RH and photoperiod of 12:12 L:O.

Simple regression test was performed, in order to determine the degree of association between total fertility and the number of nymphs preyed upon by females throughout their lives; and the relationship between fertility and survival of females. On the other hand, the dynamics of oviposition and predation on the host per day was plotted, and female fertility and predation between weeks was compared using analysis of variance (anova); if significant differences in oviposition and predation between weeks, a test of Tukey mean separation was performed ($p=0.05$) with Statistix 8.1 program.

The results showed a positive relationship between the total fertility of *T. Triozae* and total consumed nymphs per female ($R^2=0.798$, $Y=0.566 \times + 27.28$) and between total fertility and survival ($R^2=0.792$, $Y=8.24 \times + 73.38$). These results reaffirm agencies that females actively search for prey hemolymph nutrients for egg production as noted by Jarvis *et al.* (2001), increased prey consumption can mean greater fertility, but also as the most longev females (59 days for this study) produced more eggs (529) compared with younger (10 d) which produced fewer eggs (31); This phenomenon has been observed in other micro-himenopteros as *Encarsia formosa* case Gahan (Burger *et al.*, 2005).

The females of *T. Triozae* lived on average 30.9 days (10-59 d), each female on average consumed 181 nymphs with a minimum of 31 and a maximum of 529. The average female

et al. (2001), un mayor consumo de presas puede significar mayor fecundidad, aunque también las hembras más longevas (para este estudio 59 días) produjeron más huevos (529), comparado con las más jóvenes (10 d) que produjeron menor cantidad de huevos (31); este fenómeno ha sido observado en otros microhimenópteros como es el caso de *Encarsia formosa* Gahan (Burger *et al.*, 2005).

Las hembras de *T. triozae* vivieron en promedio 30.9 días (10-59 d), cada hembra en promedio consumió 181 ninfas con un mínimo de 31, y un máximo de 529. La fecundidad media por hembra fue de 130 huevos (28-316 huevos), lo cual implica que para producir un huevo cada hembra requirió en promedio el consumo de 1.39 ninfas de *B. cockerelli*. Lo anterior indica que una sola hembra es capaz de eliminar en su vida en promedio 312 ninfas (75-789 ninfas), de las cuales 56% correspondieron a parasitismo y 44% restante a depredación.

Éstos datos difieren significativamente de los reportados por Chien *et al.* (1991) para la especie *T. radiata* (Waterston) quienes señalan que éste parasitoide es capaz de eliminar en promedio más de 500 ninfas, 80% por parasitismo y el restante 20% por depredación, ésta diferencia puede deberse a que *T. radiata* posiblemente obtenga beneficios directos al disponer de las excreciones azucaradas de su huésped (mielecilla) que no sólo contiene azúcares, sino también cantidades importantes de aminoácidos que los parasitoides pudieran utilizar para la producción de huevos, como lo indica Burger *et al.* (2005) en su estudio sobre *E. formosa*.

Tamarixia triozae mostró un período de pre-oviposición corto (Figura 1). La mayoría de las hembras (65%) iniciaron la oviposición al primer día del experimento, mientras que sólo 10% lo hizo al tercer día, aunque el promedio de huevos por hembra por día fue relativamente bajo (>3) en los primeros tres días. Lo que sugiere que las hembras de esta especie durante su estado larval adquieren parte de los nutrientes que utilizarán en la producción de los primeros huevos. Esto se ha demostrado en otras especies (Ueno y Ueno 2007), y se pudiera relacionar con la capacidad de buscar huéspedes inmediatamente para ovipositar pero también para estimular, al mismo tiempo, el inicio del proceso de alimentación sobre el huésped.

Éste reducido periodo de pre-oviposición, permite que en un programa de control biológico por aumento se pueda liberar el parasitoide inmediatamente después de su emergencia, e incluso puede ser liberado en etapa de pupa ya que después de la emergencia tendrá capacidad de buscar hospederos. El

fecundity was 130 eggs (28-316 eggs), which implies that to produce an egg every female required average consumption of 1.39 nymphs of *B. cockerelli*. This indicates that a single female is capable of eliminating in your life on average 312 nymphs (nymphs 75-789), of which 56% corresponded to parasitism and predation remaining 44%.

These data differ significantly from those reported by Chien *et al.* (1991) for the species *T. radiata* (Waterston) who said that this parasitoid is able to remove on average more than 500 nymphs, 80% by parasitism and predation remaining 20%, this difference may be due to *T. radiata* obtained possibly direct benefit to have sugary excretions or host (honeydew) so that it contains sugars, but also substantial amounts of amino acids that may use to parasitoids egg production as indicated by Burger *et al.* (2005) in his study of *E. formosa*.

Tamarixia triozae showed a short pre-oviposition (Figure 1). Most females (65%) started oviposition on the first day of the experiment, whereas only 10% did so on the third day, while the average number of eggs per female per day was relatively low (> 3) in the first three days. Suggesting that females of this species during their larval state acquired part of the nutrients used in the production of the first egg. This has been shown in other species (Ueno and Ueno 2007), and might be related to the ability to search for oviposition host immediately but also to stimulate at the same time, the process begins feeding on the host.

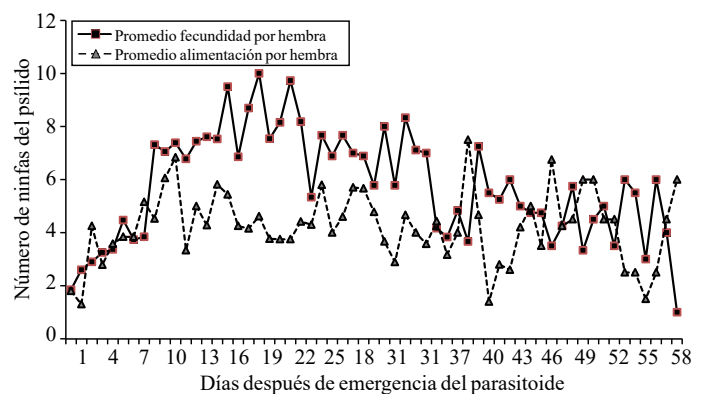


Figura 1. Dinámica de fecundidad y depredación diaria de *Tamarixia triozae* sobre ninfas de *Bactericera cockerelli* bajo condiciones de laboratorio.

Figure 1. Dynamics of fertility and daily predation on *Tamarixia triozae* and *Bactericera cockerelli* on nymphs under laboratory conditions.

This reduced the pre-oviposition period, allows a biological control program by increasing the parasitoid can be released immediately after emergence, and can even be released in

incremento en fecundidad, después del tercer día, coincide con varios autores que plantean que los parasitoides sinovigénicos típicamente nacen con un número limitado de huevos y su incremento depende en gran medida de las presas que consuman los adultos (Jervis y Kidd 1986; Jervis *et al.*, 2001; Ueno y Ueno, 2007), lo que se ve reflejado en el presente estudio, ya que después de la baja producción de huevos en los primeros días, la fecundidad como la depredación se incrementó paulatinamente.

Refiriéndose a oviposición y depredación de parasitoides que realizan alimentación sobre el huésped, Jervis y Kidd (1986) señalaron que el comportamiento puede ser concurrente o no concurrente. En este caso se refieren a la capacidad de los parasitoides para colocar huevos sobre los huéspedes de donde se alimentan (concurrente) o no usarlos para ambas actividades (no concurrente). De acuerdo a este señalamiento *T. triozae* estaría más en la segunda categoría (no concurrente), y aunque eso tiene que ver más con razones evolutivas en la manera de explotar los recursos (Jervis y Kidd 1986), y la relación tamaño huésped y parasitoide ya que en el caso de *T. triozae* un solo huésped no podría ser suficiente para ambas actividades.

Los máximos niveles de oviposición y depredación, en el presente estudio, se presentaron entre los días 10 y 38, con una fecundidad entre los 3 y 7 huevos por hembra por día y, un promedio de depredación entre los 4.5 y 10 ninfas por hembra por día, considerando un mayor número de ninfas parasitadas que depredadas. Finalmente después del día 38 se presentó una fluctuación caótica en donde en algunos días, la relación fecundidad/depredación fue menor a uno y otros mayor a tres, lo cual puede ser consecuencia de la edad de las hembras y no necesariamente de los niveles de consumo de presas.

Considerando que la relación entre fecundidad y alimentación sobre el hospedero es difícil de describir en una dinámica diaria, se realizó una comparación de fecundidad y depredación por hembra por semana (Figura 2). Aunque hubo hembras que vivieron 59 días (aproximadamente 8.5 semanas) en el análisis sólo se incluyeron las primeras cinco semanas, ya que más de 50% de las hembras murieron después de la quinta semana. Los resultados obtenidos señalan que el promedio de huevos producidos por hembra fue diferente significativamente entre la semana uno y las posteriores ($F_{4,82} = 2.95$; $p = 0.025$), en cambio no se obtuvieron diferencias significativas en los niveles de depredación entre semanas ($F_{4,82} = 2.28$; $p = 0.07$).

pupal stage because after emergence will host ability to search. The increase in fertility after the third day, coincides with several authors suggest that parasitoids sinovigénicos typically born with a limited number of eggs and their growth depends largely on dams consuming adults (Jervis and Kidd 1986; Jervis *et al.*, 2001; Ueno and Ueno, 2007), which is reflected in this study, since after the low egg production in the early days, fertility and gradually increased predation.

Referring to oviposition and predation of parasitoids that feed on the host made, Jervis and Kidd (1986) reported that the behavior might be concurrent or non-concurrent. In this case, refer to the ability of parasitoids to place eggs on guests where they feed (concurrent) or use them for both activities (not concurrent). According to this remark *T. Triozae* would be more in the second category (not concurrent), and although that has more to do with evolutionary reasons on how to exploit resources (Jervis and Kidd 1986), and the host and parasitoid size ratio as in the case of *T. triozae* a single host may not be sufficient for both activities.

The maximum levels of oviposition and predation in this study were between 10 and 38, with fertility between 3 and 7 eggs per female per day and an average of predation between 4.5 and 10 nymphs per female per day, whereas a greater number of parasitized nymphs preyed. Finally, after day 38 a chaotic fluctuation where some days came, fertility / predation ratio was less than one and other more than three, which may be due to the age of the females and not necessarily of consumption levels dam.

Whereas the relationship between fertility and feed on the host's hard to describe in a daily dynamics, a comparison of fecundity and predation was performed per female per week (Figure 2). Although there were females who lived 59 days (approximately 8.5 weeks) in the analysis included only the first five weeks, as more than 50% of the females died after the fifth week. The results show that the average number of eggs produced per female differed significantly between week one and post ($F_{4,82} = 2.95$, $p = 0.025$), whereas no significant differences in levels of predation between weeks were obtained ($F_{4,82} = 2.28$, $p = 0.07$).

Also, during the first week lower levels of parasitism and predation, with a fertility/predation close to one relationship is presented; while in week three five female average was a little over 1.7 predated eggs per nymph, which confirms that *T. triozae* is a parasitoid that is able to hunt its prey and initiate oviposition, even unmated females because previous

Asimismo, durante la primera semana se presentaron los más bajos niveles de parasitismo y depredación, con una relación fecundidad/depredación cercana a uno; mientras que en la semana tres y cinco una hembra en promedio produjo un poco más de 1.7 huevos por cada ninfa depredada, lo que permite confirmar que *T. triozae* es un parasitoide sinovigénico que desde su nacimiento es capaz de buscar su presa e iniciar la oviposición, incluso en hembras no apareadas ya que estudios previos, demuestran que en ausencia de machos las hembras de esta especie colocan huevos fértiles en la presa y que estos solo dan origen a machos.

Como conclusión, se puede señalar que *T. triozae* es una especie sinovigénica con alto potencial para el control del psílido de la papa, ya que una hembra puede eliminar más de 300 ninfas de este insecto; además disponen de un periodo de preoviposición corto (menor a un día) y su tasa de fecundidad puede verse influenciada por el número de presas consumidas y la longevidad de la hembra.

De acuerdo con lo anterior se recomienda que, en programas de cría masiva del parasitoide, se utilicen presas de alto valor nutricional y no se mantengan las colonias más allá de cinco semanas para optimizar su uso, considerando que la sobrevivencia promedio obtenida es aproximadamente de 70% a esa fecha. Adicionalmente, los resultados permiten inferir que este parasitoide puede ser liberado en campo inmediatamente después de que emerjan los adultos o incluso a nivel de pupa, ya que inician el parasitismo muy cerca a la emergencia de los adultos. No obstante lo anterior se sugiere realizar estudios relacionados con su eficiencia en condiciones de invernadero y campo abierto.

Agradecimientos

A CONACYT- México, por la beca completa para realizar estudios de Maestría en Ciencias otorgada al primer autor. Al proyecto INNOVAPYME 154411. “Desarrollo tecnológico para el control biológico de plagas en cultivos de jitomate y chile en ambientes protegidos”, asignado a Koppert México S. A. de C. V., por el financiamiento parcial proporcionado para esta investigación y por la beca para concluir este escrito; y al grupo de Control Biológico del Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas.

studies from birth, show that in the absence of males of this species females fertile eggs placed in the dam tiles and so as these give rise to males.

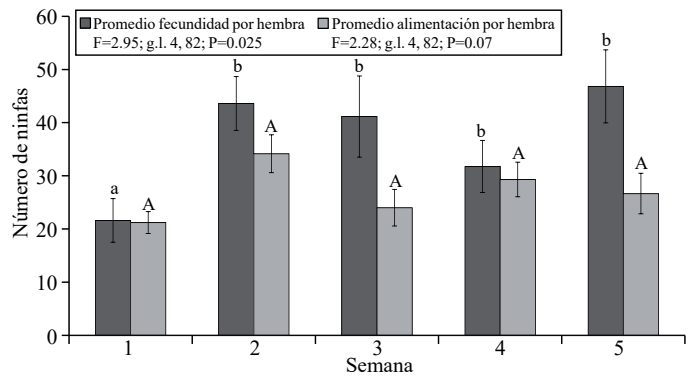


Figura 2. Comparación de fecundidad y depredación semanal de *Tamarixia triozae* sobre ninfas de *Bactericera cockerelli* bajo condiciones de laboratorio. Barras semanales de cada parámetro con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Tukey $\alpha=0.05$).

Figure 2. Comparison fertility and weekly predation of *Tamarixia triozae* on *Bactericera cockerelli* nymphs under conditions laboratory. Weekly bars of each parameter with the same letter are not statistically different (Tukey $\alpha=0.05$).

In conclusion, it can be noted that *T. triozae* is a species with high potential for the control of potato psyllid, as a female can eliminate more than 300 nymphs of this insect; also have a short pre-oviposition period (less than one day) and its fertility rate can be influenced by the number of prey consumed and longevity of the female.

According to the above it is recommended that programs of mass rearing of the parasitoid, high nutritional value dams used and colonies beyond five weeks are not maintained to optimize its use, considering that the average survival is approximately 70% obtained at that date. Additionally, the results allow us to infer that this parasitoid can be released into the field immediately after the adults emerge or even at the pupa, and initiating parasitism close to adult emergence. Nonetheless, it is suggested that studies related to their efficiency in the greenhouse and open field.

End of the English version



Literatura citada

- Bravo, M. E. y López, L. P. 2007. Principales plagas del chile de agua en los valles Centrales de Oaxaca. Agroproduce, Revista de la Fundación Produce Oaxaca A. C. 14-15 pp.
- Burger, J. M. S.; Kormany, A.; van Lenteren, J. C. and Vet, L. E. M. 2005. Importance of host feeding for parasitoids that attack honeydew-producing hosts. Ent. Exper. Applicata. 117: 47-154.
- Butler, D. C. and Trumble, J. 2012. The potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): life history, relationship to plant diseases, and management strategies. Terr. Arthropod. Rev. 5:87-111.
- Chien, C. C.; Chu, Y. I. and Ku, H. C. 1991. Parasitic strategy, morphology and life history of *Tamarixia radiate* (Hymenoptera: Eulophidae). Chin. J. Entomol. 11:264-281.
- Garza, U. E.; Rivas, M. A. y Moreno, Ch. J. G. 2007. Manejo integrado de las plagas del chile y jitomate en el Altiplano de San Luis Potosí. Campo experimental Sur de Tamaulipas. Sitio Experimental Ébano. INIFAP-CIRNE. San Luis Potosí, México. Folleto para productores Núm. 9. 47 pp.
- Jervis, M. A.; Heimpel, G. E.; Ferns, P. N.; Harvey, J. A. and Kidd, N. A. C. 2001. Life-history strategies in parasitoid wasps: a comparative analysis of 'Ovigeny'. J. An. Ecol. 70:442-458.
- Jervis, M. A. and Kidd, N. A. C. 1986. Host feeding strategies in hymenopteran parasitoids. Biol. Rev. 61:395-434.
- Johnson, T. E. 1971. The effectiveness of *Tetrastichus triozae* Burks (Hymenoptera: Eulophidae) as a biological control agent of *Paratrioza cockerelli* (Sulc.) (Homoptera: Psyllidae) in north central Colorado. M. S. Thesis. Colorado State Univ. Fort Collins, Colorado. 57 pp.
- Lomeli-Flores, J. R. y Bueno, R. 2002. Nuevo registro de *Tamarixia triozae* (Burks) parasitoide del psílido del tomate *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Homoptera: Psyllidae) en México. Folia Entomol. Mex. 41:375-376.
- Luna-Cruz, A.; Lomeli-Flores, J. R.; Rodríguez-Leyva, E.; Ortega-Arenas, L. D. y Huerta-De la Peña, A. 2011. Toxicidad de cuatro insecticidas sobre *Tamarixia triozae* (Burks) (Hymenoptera: Eulophidae) y su hospedero *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Hemiptera: Triozidae), 2011. Acta Zool. Mex. 27:509-526.
- Rojas, P. 2010. Biología de *Tamarixia triozae* (Burks) (Hymenoptera: Eulophidae) parasitoide de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Estado de México. 58 pp.
- Ueno, T. and Ueno, K. 2007. The effects on host-feeding on synovigenic egg development in an endoparasitic wasp *Itopectis naranyae*. J. Insect Sci. 7:1-13.
- Vega-Chávez, J. L. 2010. Determinación de alimentación y preferencia de *Tamarixia triozae* (Burks) (Hymenoptera: Eulophidae) sobre estadios de *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Hemiptera: Psyllidae). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 35 pp.