

INFLUENCIA DE LA EDAD, HORA DEL DÍA Y PLANTA EN EL COMPORTAMIENTO DE *Toxotrypana curvicauda*

INFLUENCE OF AGE, TIME AND PLANT ON *Toxotrypana curvicauda* BEHAVIOR

Patricia Villa-Ayala, Federico Castrejón-Ayala, Alfredo Jiménez-Pérez*

Laboratorio de Ecología Química de Insectos, Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Instituto Politécnico Nacional. 62731. Carretera Yautepec-Jojutla Km. 6, Colonia San Isidro, Yautepec, Morelos, México. (aljimenez@ipn.mx).

RESUMEN

En una jaula de campo se confinaron una planta de *C. papaya* y dos plantas no hospederas (*Schefflera actinophylla* y *Ficus benjamina*) y se liberaron 10 machos y 10 hembras recién emergidos, de los cuales se registraron sus actividades diarias por 10 d consecutivos. Las moscas maduras (≥ 7 d) estuvieron en el hospedero entre 13:00 y 17:00 h. Las moscas adultas jóvenes visitaron la planta hospedera durante menos tiempo que las maduras. Los machos jóvenes y maduros pasaron casi el doble de tiempo que las hembras en la hospedera, visitaron más veces los frutos que las hembras y en éstos ocurrió más del 80 % de sus llamados. Todos los llamados y cópulas se observaron en la planta hospedera. Los insectos pernoctaron en las no hospederas.

Palabras clave: actividad sexual, llamado, mosca de la fruta de la papaya, refugio, hospederas, vegetación aledaña.

INTRODUCCIÓN

El principal hospedero de la mosca de la fruta de la papaya, *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker es *Carica papaya* (Caricaceae) pero se conocen algunos hospederos silvestres como *Jacaratia mexicana* (A.DC.) (Caricaceae) y tres especies de Asclepiadaceae (Landolt, 1994; Castrejón-Ayala y Camino-Lavin, 1991) que se distribuyen en América tropical. Las plantas no hospederas de la vegetación aledaña a los cultivos proporcionan refugio, alimento y ahí puede ocurrir el cortejo y la cópula (McQuate y Vargas, 2007). La mayoría de los individuos de *T. curvicauda* se han observado en los bordes de las plantaciones; sin embargo, sólo se han encontrado pocos

ABSTRACT

In a field cage, one plant of *C. papaya* and two non-host plants (*Schefflera actinophylla* and *Ficus benjamina*) were confined, and recently emerged *Toxotrypana curvicauda*, 10 males and 10 females, were released. Their daily activity was recorded for 10 consecutive d. Mature flies (≥ 7 d) were observed on the host from 13:00 to 17:00 h. Young adult flies visited the host plant for less time than mature flies. Young and mature males remained on the host almost twice the time as the females, they visited the fruits more often than the females, and more than 80 % of their calls occurred on the hosts. All the calls and mating were observed on the host plant. The insects spent nights on non-host plants.

Key words: sexual activity, mating call, papaya fruit fly, refuge, host plants, surrounding vegetation.

INTRODUCTION

The main host of the papaya fruit fly, *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker, is *Carica papaya* (Carcaceae), but some wild host plants are known, such as *Jacaratia mexicana* (A.DC.) (Caricaceae) and three species of Asclepiadaceae (Landolt, 1994; Castrejón-Ayala and Camino-Lavin, 1991), which are distributed in tropical America. Non-host plants of the vegetation surrounding the crops provide shelter and food, and here courting and mating may occur (McQuate and Vargas, 2007). Most of *T. curvicauda* individuals have been observed on the borders of the plantations; however, only a few individuals have been found on the fruit of an Asclepiadaceae (Aluja *et al.*, 1997a and 1997b).

On the field, it is not known at what age the insects engage in sexual activities or when they visit the host plants. According to Landolt and Hendrichs (1983), females and males find each other on the host plants

*Autor responsable ❖ Author for correspondence.

Recibido: Agosto, 2008. Aprobado: Enero, 2010.

Publicado como NOTA en *AGROCIENCIA* 44: 209-213. 2010.

individuos en el fruto de una asclepiadácea (Aluja *et al.*, 1997a y 1997b).

En campo no se conoce la edad en que los insectos realizan actividades sexuales, ni cuándo visitan las plantas hospederas. Según Landolt y Hendrichs (1983), hembras y machos se encuentran en las plantas hospederas sólo cuando ambos están maduros sexualmente. En el presente trabajo se hizo un seguimiento de la actividad sexual y de la distribución espacial y temporal de machos y hembras (de edades conocidas) en relación con su hospedero *C. papaya* y con dos plantas no hospederas confinadas en una jaula de campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se efectuó en Yauatepec, Morelos, México, a 1100 m de altitud durante enero del 2003. Los insectos se obtuvieron en esta misma localidad de frutos de papaya (*Carica papaya*) infestados. De los adultos obtenidos, 10 hembras y 10 machos recién emergidos se marcaron en el tórax con pintura acrílica (Createx®) de diferentes colores, y se liberaron dentro de una jaula (2.2×4.3×2.7 m, ancho/largo/alto) cubierta con malla sombra del 30 % quedando confinada una papaya (2 m alto) con frutos y dos plantas no hospederas, *Ficus benjamina* y *Schefflera actinophylla*, (ambas de aproximadamente 1.70 m de altura). Las plantas no hospederas se seleccionaron debido a su follaje diferente: *F. benjamina* es frondosa, con hojas de 6.5 cm ancho y 3 cm de largo; *S. actinophylla*, menos frondosa, con hojas de 18 cm largo y 10 cm ancho.

Los datos se analizaron por medio de Mann-Whitney, Kruskal-Wallis (prueba de Tukey; $p \leq 0.05$) y prueba de z (Freedman *et al.*, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las moscas de ambos sexos se observaron entre 09:00 y 17:00 h sobre la hospedera aunque de manera diferente: 1) los machos jóvenes (≤ 6 d) visitaron indistintamente el hospedero durante el día ($H=7.3$; $df=4$; $p \leq 0.1$) y hubo significativamente más machos maduros a las 13:00 que a las 09:00 y 11:00 h ($H=17.4$; $df=4$; $p \leq 0.002$) (Figura 1A); 2) las hembras jóvenes no se congregaron en el hospedero a una hora específica, pero las maduras lo hicieron entre 13:00 y 17:00 h aunque sólo hubo diferencia significativa para las observaciones entre 09:00 y 15:00 h ($H=11.5$; $df=4$; $p \leq 0.02$) (Figura 1B). Este patrón de presencia de machos en el hospedero durante el

only when both are sexually mature. In this study, the sexual activity of the fruit fly was observed and the spatial and temporal distribution of males and females (of known ages) was tracked in relation to its host *C. papaya* and two non-host plants confined in a field cage.

MATERIALS AND METHODS

The study was conducted in Yauatepec, Morelos, México, at an altitude of 1100 m during January 2003. The insects were obtained in this locality from infested papaya fruits (*Carica papaya*). Of the adults obtained, 10 females and 10 males, recently emerged, were marked on the thorax with acrylic paint (Createx®) of different colors and released within a cage (2.2×4.3×2.7 m, width×length×height) covered with 30 % shade netting where one papaya plant (2 m tall) with fruits and two non-host plants, *Ficus benjamina* and *Schefflera actinophylla* (both approximately 1.70 m tall) were confined. The non-host plants were selected for their different foliage: *F. benjamina* has thick foliage with leaves 6.5 cm wide and 3 cm long, while *S. actinophylla* is less leafy, with leaves 18 cm long and 10 cm wide.

The data were analyzed with Mann-Whitney, Kruskal-Wallis (Tukey test; $p \leq 0.05$), and z test (Freedman *et al.*, 1998).

RESULTS AND DISCUSSION

Flies of both sexes were present on the host between 09:00 and 17:00 h, but in different manners: 1) young males (≤ 6 d) visited the host indistinctly during the day ($H=7.3$; $df=4$; $p \leq 0.1$), and there were significantly more mature males at 13:00 than at 09:00 or 11:00 ($H=17.4$; $df=4$; $p \leq 0.002$) (Figure 1A); 2) young females did not congregate on the host at a specific hour, but mature females did, between 12:00 and 17:00 h, although there were significant differences only for the observations between 09:00 and 15:00 h ($H=11.5$; $df=4$; $p \leq 0.02$) (Figure 1B). This pattern of males present on the host during the day was observed by Aluja *et al.* (1997a), who suggest that it is related to the mating call which was more frequent between 13:00 and 15:00 h in our study. It is likely that the greater presence of mature females at 15:00 h is a consequence of the males' mating call at 13:00 h.

Mature males and females were observed during most of the day on the papaya plant and were more active on the fruit, as was reported by Landolt and

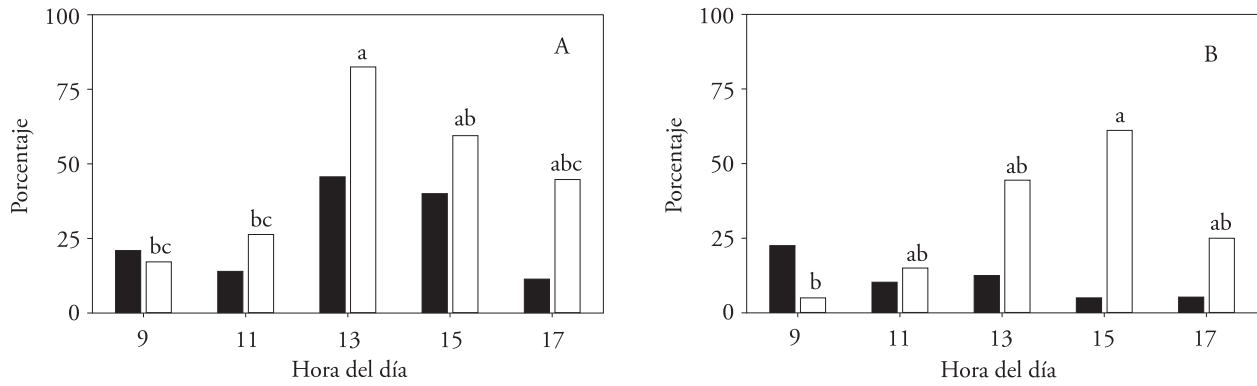


Figura 1. Porcentaje de observaciones de adultos jóvenes (■) y maduros (□) en la planta hospedera a lo largo del día. A: machos; B: hembras. Barras del mismo color con diferente letra son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$).
Figure 1. Percentage of observations of young (■) and mature (□) *T. curvicauda* adults on the host plant during the day. A: males; B: females. Bars of the same color with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$).

día fue observado por Aluja *et al.* (1997a), quienes sugieren que se relaciona con el llamado el cual fue más frecuente entre las 13:00 y 15:00 h en el presente trabajo. Es probable que la mayor presencia de hembras maduras a las 15:00 h sea una consecuencia de la actividad de llamado de los machos a las 13:00 h.

Machos y hembras maduros fueron observados la mayor parte del día en la planta de papaya siendo más activos sobre el fruto, como fue reportado por Landolt y Hendrichs (1983) y Aluja *et al.* (1997b). Landolt y Hendrichs (1983) indican que los machos generalmente llegan primero que las hembras durante el día a la plantación, como en el presente trabajo, aunque desconocían la edad de los insectos. Según Landolt (2000), probablemente los machos arriban al hospedero para ocupar un fruto y defender un territorio, liberar feromona sexual, atraer hembras, y tener oportunidad de aparearse con las hembras que lleguen.

Moscas de ambos sexos visitaron la planta hospedera desde el primer día de haber sido liberadas aunque su permanencia fue muy corta. Desde el día 3 en los machos y 7 en las hembras, aumentó la permanencia en la planta hospedera (Figura 2). Proporcionalmente, los machos pasaron significativamente más tiempo del día en la hospedera (40 %) que las hembras (20 %) ($z=3.11$; $p \leq 0.002$). En la primera observación del día, 63 % de los machos y 73 % de las hembras fueron encontrados en el mismo sitio donde se observaron por última vez el día anterior. El 67 % de los machos ($z=3.27$; $p \leq 0.001$) y 84 % de las hembras ($z=4.63$; $p \leq 0.001$) pernoctaron significativamente más en las plantas no hospederas que

Hendrichs (1983) and Aluja *et al.* (1997b). Landolt and Hendrichs (1983) report that males generally arrive in the plantation before females during the day, as was observed in our work, although they did not know the age of the insects. According to Landolt (2000), males probably arrive at the host to occupy a fruit and defend a territory, release sex pheromones, attract females, and to have the opportunity to mate with the females that arrive.

Flies of both sexes visited the host plant from the first day of their release, although their stay was very short. From day 3 for males and day 7 for females,

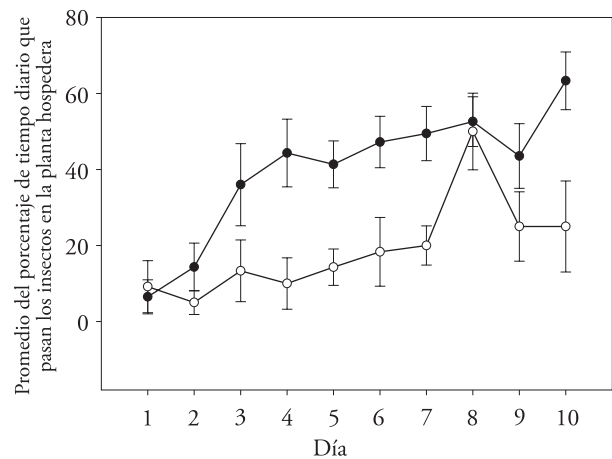


Figura 2. Porcentaje de tiempo diario que pasan los machos (●) y las hembras (○) de *Toxotrypana curvicauda* en la planta hospedera. Los valores mostrados son el promedio \pm EEM.
Figure 2. Percentage of time spent daily on host plant by *Toxotrypana curvicauda* males (●) and females (○). Values shown are average \pm SEM.

en la hospedera. Ni machos ni hembras mostraron preferencia por alguna de las plantas no hospederas.

Aluja *et al.* (1997b) señalan que las moscas utilizan las especies no hospederas como sitios de refugio desde donde se desplazan hacia el cultivo. Es posible que en el presente trabajo no haya sido relevante el follaje o el tipo de hoja de las plantas no hospederas sino otro atributo, como la pubescencia, exudados, o factores microambientales no considerados.

Los machos se observaron más veces en el fruto de la hospedera que en cualquier otra parte de la planta ($T=129$; $p\leq 0.07$), mientras que las hembras permanecieron menos veces en el fruto que en otros lados ($T=96.5$; $p\leq 0.5$). El 80 % de las observaciones de machos llamando ($n=98$) fueron en el fruto ($z=8.54$; $p\leq 0.0001$). Los jóvenes permanecieron menos tiempo en el hospedero que los maduros ($z=2.27$; $p\leq 0.023$, machos; $z=1.90$; $p\leq 0.05$ para hembras). Este desplazamiento diferencial entre machos y hembras hacia la hospedera de acuerdo con la edad estaría relacionado con la madurez sexual de los individuos. Landolt (1984) reporta que 80 % de las hembras aceptan la cópula hasta los 6 d de edad, y Jiménez-Pérez y Villa-Ayala (2006) indican que a esa edad las hembras tienen huevos con corión, por lo que la búsqueda de plantas hospederas debe aumentar considerablemente después de la cópula. Aluja *et al.* (1997a) también observaron más machos que hembras de *T. curvicauda* en cultivos de papaya en Morelos y Veracruz; sin embargo, en dicho trabajo y en los de Landolt y Hendrichs (1983) y Aluja *et al.* (1997b) se desconocía la edad de los insectos.

Solo se observaron tres cortejos, tres cópulas y seis oviposiciones exclusivamente en el fruto de la planta hospedera. Esta puede ser la razón por la cual Aluja *et al.* (1997a) no observaron cópulas en la vegetación aledaña a la plantación de papaya. El apareamiento en el fruto hospedero se ha observado en otras moscas como *Rhagoletis conversa* (Frías *et al.*, 1984) y *Anastrepha fraterculus* (Morgante *et al.*, 1983).

CONCLUSIONES

La identificación individualizada permitió documentar un desplazamiento característico para machos y hembras *T. curvicauda* hacia la hospedera, de acuerdo con la hora del día y la edad. Las moscas maduras se concentraron en el hospedero entre 13:00 y 17:00 h. Los machos pasaron significativamente más

their presence increased on the host plant (Figure 2). Proportionally, males remained a significantly larger portion of the day on the host (40 %) than females (20 %) ($z=3.11$; $p\leq 0.002$). In the first observation of the day, 63 % of the males and 73 % of the females were found at the same site where they were observed for the last time the previous day. Sixty-seven percent of the males ($z=3.27$; $p\leq 0.001$) and 84 % of the females ($z=4.63$; $p\leq 0.001$) passed the night on non-host plants significantly more often than on the host plant. Neither males nor females showed preference for either of the non-host plants.

Aluja *et al.* (1997b) pointed out that the flies use non-host species as sites of shelter from which they travel to the crop. It is possible that in our study the foliage or leaf type of the non-host plants may not have been relevant, but rather other attributes such as pubescence, exudates, or micro-environmental factors not considered.

The males were observed on more occasions on the host fruit than on any other part of the plant ($T=129$; $p\leq 0.07$), while the females were found on the fruit on fewer occasions than on other parts ($T=96.5$; $p\leq 0.05$). Of the observations of males calling ($n=98$), 80 % were on the fruit ($z=8.54$; $p\leq 0.0001$). Young insects remained on the host less time than mature insects ($z=2.27$; $p\leq 0.023$, males; $z=1.90$; $p\leq 0.05$, females). This movement to the host, differential between males and females and depending on their age, would be related to sexual maturity of the individuals. Landolt (1984) reports that 80 % of the females accept copulation up to 6 d of age, and Jiménez-Pérez and Villa-Ayala (2006) indicate that at this age females have chorionated eggs, and therefore, their search of host plants must increase considerably after mating. Aluja *et al.* (1997a) also observed more *T. curvicauda* males than females in papaya crops in Morelos and Veracruz. However, in that study and in those of Landolt and Hendrichs (1983) and Aluja *et al.* (1997b), the age of the insects was unknown.

Only three courting, three mating, and six oviposition events exclusively on the host plant fruit were observed. This may be the reason Aluja *et al.* (1997a) did not observe mating in the vegetation surrounding the papaya plantation. Mating on the host fruit has been observed in other flies, such as *Rhagoletis conversa* (Frías *et al.*, 1984) and *Anastrepha fraterculus* (Morgante *et al.*, 1983).

tiempo del día en la hospedera que las hembras y se observaron más veces en el fruto de la hospedera que en cualquier otra parte. El 80 % de los machos llamando fueron vistos en el fruto hospedero, mientras que las hembras permanecieron menos veces en el fruto que en otros lados. El 67 % de los machos y el 84 % de las hembras pernoctaron significativamente más en las plantas no hospederas que en la hospedera. El cortejo y la cópula de *T. curvicauda* se observaron sólo en la planta hospedera.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos los útiles comentarios de revisores anónimos y financiamiento del IPN a FCA.

LITERATURA CITADA

- Aluja, M., A. Jiménez, J. Piñero, M. Camino, L. Aldana, M. E. Valdés, V. Castrejón, I. Jácome, A. Dávila, and R. Figueroa. 1997a. Daily activity patterns and within-field distribution of papaya fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Morelos and Veracruz, México. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 90: 505-520.
- Aluja, M., A. Jiménez, M. Camino, J. Piñero, L. Aldana, V. Castrejón, and M. E. Valdés. 1997b. Habitat manipulation to reduce papaya fruit fly (Diptera: Tephritidae) damage: orchard design, use of trap crops and border trapping. *J. Econ. Entomol.* 90: 1567-1576.
- Castrejón-Ayala, F., and M. Camino-Lavin. 1991. New host plant record for *Toxotrypana curvicauda*. *Fla. Entomol.* 74: 466.
- Freedman, D., R. Pisani, and R. Purves. 1998. *Statistics*, Third Edition. W. W. Norton and Co. Inc., New York. pp: 503-520.
- Frías, D., A. Malavasi, and J. Morgante. 1984. Field observation and activities of *Rhagoletis conversa* (Diptera: Tephritidae) on two host in nature. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 77: 548-551.
- Jiménez- Pérez, A., and P. Villa- Ayala. 2006. Size, fecundity and gonadic maturation of *Toxotrypana curvicauda* (Diptera: Tephritidae). *Fla. Entomol.* 89: 194-198.
- Landolt, P. J. 1984. Reproductive maturation and pre-mating period of the papaya fruit fly, *Toxotrypana curvicauda* (Diptera: Tephritidae). *Fla. Entomol.* 67: 241-244.

CONCLUSIONS

Individualized identification permitted documentation of characteristic movements of males and females *T. curvicauda* toward the host, which were differentiated by hour of the day and age. Mature flies congregated on the host between 13:00 and 17:00 h. Males spent significantly more time on the host than females and were observed more frequently on the host fruit than on any other part of the plant. Of the observed mating calls, 80 % were sighted on the host fruit, while females spent less time on the fruit than on other parts of the plant. Sixty-seven percent of the males and 84 % of the females spent nights on non-host plants significantly more often than on the host plant. Courting and mating of *T. curvicauda* were observed only on the host plant.

—End of the English version—



- Landolt, P. J. 1994. Fruit of *Morrenia odorata* (Asclepiadaceae) as a host for the papaya fruit fly, *Toxotrypana curvicauda* (Diptera: Tephritidae). *Fla. Entomol.* 77: 287-288.
- Landolt, P. J. 2000. Behavior of flies in the Genus *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotrypanini). In: Aluja, M., and A. L. Norrbom (eds). *Fruit Flies (Tephritidae): Phylogeny and Evolution*. Boca Raton, Florida. CRC Press. pp: 363-373.
- Landolt, P. J., and J. Hendrichs. 1983. Reproductive behavior of the papaya fruit fly, *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker (Diptera: Tephritidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 76: 413-417.
- McQuate, G., and R. Vargas. 2007. Assessment of attractiveness of plants as roosting sites for the melon fly, *Bactrocera cucurbitae* and oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis*. *J. Insect Sci.* 7: 1-13.
- Morgante, J., A. Malavasi, and R. Prokopy. 1983. Mating behavior of wild *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) on a caged host tree. *Fla. Entomol.* 66: 234-241.