

Influencia de la temperatura y el fotoperíodo sobre el desarrollo de *Asymmetrasca decedens* (Paoli) (Homoptera: Cicadellidae)

J. TORRES, A. HERMOSO DE MENDOZA, J. JACAS

Se ha estudiado la influencia de la temperatura y el fotoperíodo sobre el desarrollo de *Asymmetrasca decedens* (Paoli) (Homoptera: Cicadellidae), especie que causa importantes daños en cultivos del género *Prunus* en diferentes zonas de España y otros países del Mediterráneo. Esta especie es más abundante durante el período estival, siendo los daños importantes en plantas en crecimiento.

Se tomaron temperaturas comprendidas entre 9 y 35°C y fotoperíodos de día largo (16 horas de luz: 8 horas de oscuridad), de día medio (12:12) y de día corto (8:16). También se compararon temperaturas constantes y fluctuantes a 20 y 25°C para los tres fotoperíodos citados. *A. decedens* completó el desarrollo a temperatura constante desde 12 (56,4 días) a 27°C (10,9 días). Comparando las rectas de regresión ajustadas a la velocidad de desarrollo, la duración del mismo fue mayor para el fotoperíodo 8:16 que para 12:12 y 16:8, para los cuales fue equivalente. Para la comparación entre temperaturas constantes y fluctuantes, se observó que no había diferencias significativas en la duración del desarrollo entre sexos, ni tampoco entre temperaturas fluctuantes y constantes, pero sí entre fotoperíodos (16:8 < 12:12 f 8:16) y temperaturas (20°C > 25°C).

J. TORRES y A. HERMOSO DE MENDOZA: Departament de Protecció Vegetal i Biotecnologia, Institut Valencià d'Investigacions Agràries. Carretera Montcada-Nàquera Km. 5. 46113. Montcada (València).

J. JACAS: Departament de Ciències Experimentals. Universitat Jaume I. Campus del Riu Sec. 12701. Castelló de la Plana.

Palabras clave: Cicadellidae, *Asymmetrasca decedens*, temperatura, fotoperíodo, velocidad de desarrollo, umbrales térmicos.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años se ha podido observar que los daños causados por diferentes especies de cicadélido en España están siendo muy importantes en cultivos del género *Prunus* como los almendros, melocotoneros, nectarinos y ciruelos (ALVARADO *et al.*, 1994; JACAS *et al.*, 1997; TORRES *et al.*, 1998, 1999 y 2000). También son importantes los daños causados por estos fitófagos en otros países ribereños del Mediterráneo como Italia (VIGGIANI y GUERRIERI, 1989;

CRAVEDI *et al.*, 1995; NICÒTINA y DE FLORIO, 1995; POLLINI y BARISELLI, 1995; RIGO y MORI, 1997), Grecia (LOUKAS y DROSOPoulos, 1992) e Israel (NESTEL y KLEIN, 1995).

En la Comunidad Valenciana la especie más importante es *Asymmetrasca decedens* (Paoli) (más del 80% de las capturas los años 1997-99), cuyos máximos más importantes se producen al inicio del período estival (junio y julio) en zonas donde se cultivan melocotoneros, nectarinos y ciruelos (comarca de la Ribera Alta, prov. Valencia), aunque también son destacadas al inicio de

la brotación, al final del invierno. En las zonas de interior donde se cultivan almendros, en las cuales las temperaturas son más bajas (comarca del Alto Palancia, prov. Castellón), los máximos de capturas son más tardíos (finales de julio-agosto), no realizándose ninguna captura hasta los meses de abril-mayo (TORRES *et al.*, 2000).

Se ha observado que tanto los adultos como las formas juveniles de *A. decedens* causan daños, especialmente en viveros, plantas jóvenes y reinjertadas.

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar la influencia de la temperatura y el fotoperíodo sobre el desarrollo de *A. decedens* con el fin de aumentar nuestro conocimiento acerca de su biología.

MATERIALES Y MÉTODOS

Periódicamente se recogían hojas de melocotonero y almendro del campo donde se sospechaba que podía haber puesta de *A. decedens* y se llevaban al laboratorio para observarlas más detenidamente. Estas hojas se ponían en placas petri de 140 mm de diámetro con una fina capa de agar al 2% en cámaras incubadoras a una temperatura de 25°C y un fotoperíodo de 16:8 (luz:oscuridad). Diariamente se examinaban y los neonatos de *A. decedens* recién emergidos se individualizaban sobre hojas tiernas de almendro de la variedad Guara en placas petri de 55 mm, con una fina capa de agar al 2%. A continuación, se ponían en cámaras incubadoras a diferentes temperaturas y fotoperíodos donde eran revisadas diariamente, con el fin de estudiar la duración de cada uno de los estadios juveniles y la longevidad del adulto. Las hojas se cambiaban periódicamente para que los individuos tuvieran siempre a su disposición alimento adecuado.

Temperaturas constantes

En el cuadro 1 se indican las diferentes temperaturas y fotoperíodos ensayados. Se tomó el rango comprendido entre 9 y 35°C y

fotoperíodos de día largo (16:8) (L:O), de día medio (12:12) y de día corto (8:16).

Cuadro 1.—Temperaturas y fotoperíodos ensayados

Temperatura (°C)	Fotoperíodo (L:O)		
	16:8	12:12	8:16
9	X		
10	X		
12	X	X	
15	X	X	X
20*	X	X	X
25*	X	X	X
27	X	X	X
30	X		
35	X		

La X indica las temperaturas y fotoperíodos ensayados y el símbolo * indica que se estudiaron tanto temperaturas constantes como fluctuantes para un mismo fotoperíodo.

Temperaturas fluctuantes

A 20 y 25°C de media se estudiaron temperaturas fluctuantes y los mismos fotoperíodos que para las temperaturas constantes.

A 20°C, se tomaron temperaturas de 10 a 30°C, con aumento de 5°C cada 3 horas y posterior disminución desde 30 a 15°C también cada 3 horas. A 25°C de media se tomó el mismo intervalo de tiempo pero con temperaturas comprendidas entre 15 y 35°C. Los períodos de luz se hicieron coincidir con las temperaturas más elevadas para cada uno de los ensayos.

Con estos datos obtuvimos la duración de cada uno de los estadios juveniles y del estado adulto de *A. decedens*, así como los umbrales inferiores y las constantes térmicas de desarrollo para cada uno de los fotoperíodos y temperaturas estudiados. Los umbrales se obtuvieron mediante el cálculo del punto de corte de la recta de regresión lineal con el eje de abscisas.

Análisis estadístico

Todo el análisis de datos se refiere a los individuos que llegaron al estado adulto.

Para cada una de las temperaturas y fotoperíodos ensayados se realizaron diversas repeticiones con un mínimo de 40 individuos por ensayo. Se realizó una transformación $y = \ln x$ cuando fue necesario para cumplir las premisas de homogeneidad de las varianzas y distribución de los residuos, y se realizó un análisis de regresión para comparar las velocidades de desarrollo y un análisis de varianza ($p < 0,005$) para la comparación de las diferentes temperaturas, tanto constantes como fluctuantes, y fotoperíodos.

RESULTADOS

Temperatura constante

Fotoperíodo 16:8

De todas las temperaturas ensayadas (Fig. 1), sólo llegaron individuos de *A. decedens* al estado adulto a temperaturas comprendidas entre 12 y 27°C. A 9, 10 y 30°C, ningún

individuo pasó al 5º estadio ninfal, mientras que a 35°C ninguno lo hizo al 3º estadio. El desarrollo desde la emergencia del neonato hasta el paso a adulto osciló entre 56,4 y 10,9 días a 12 y 27°C, respectivamente. La velocidad de desarrollo se ajustó a la recta: $y = 0,5110x - 4,4245$ ($R^2 = 0,8629$; $F = 768,17$; $G.L. = 1$; $P < 0,005$) (Fig. 2). La temperatura umbral inferior de desarrollo fue de 8,7°C, con la que se obtuvo una constante térmica de desarrollo de $194,8 \pm 5,2$ grados-día.

Fotoperíodo 12:12

De las temperaturas ensayadas (Fig. 3), *A. decedens* completó su ciclo biológico de neonato hasta adulto a temperaturas comprendidas entre 15 y 27°C, no llegando ningún individuo al 5º estadio ninfal a 12°C. El período ninfal tuvo una duración de 34,5 y 11,0 días a 15 y 27°C, respectivamente. La velocidad de desarrollo se ajustó a la recta: $y = 0,5603x - 5,5596$ ($R^2 = 0,8876$; $F = 403,32$;

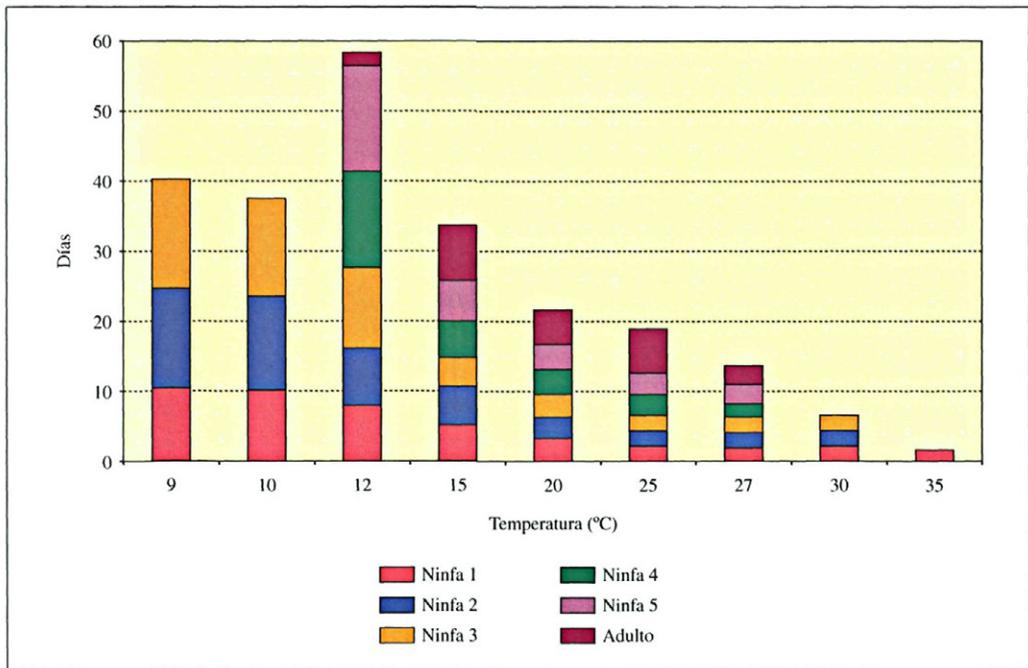


Fig. 1.—Duración en días desde la emergencia del neonato hasta la muerte del adulto a diferentes temperaturas constantes y fotoperíodo 16:8.

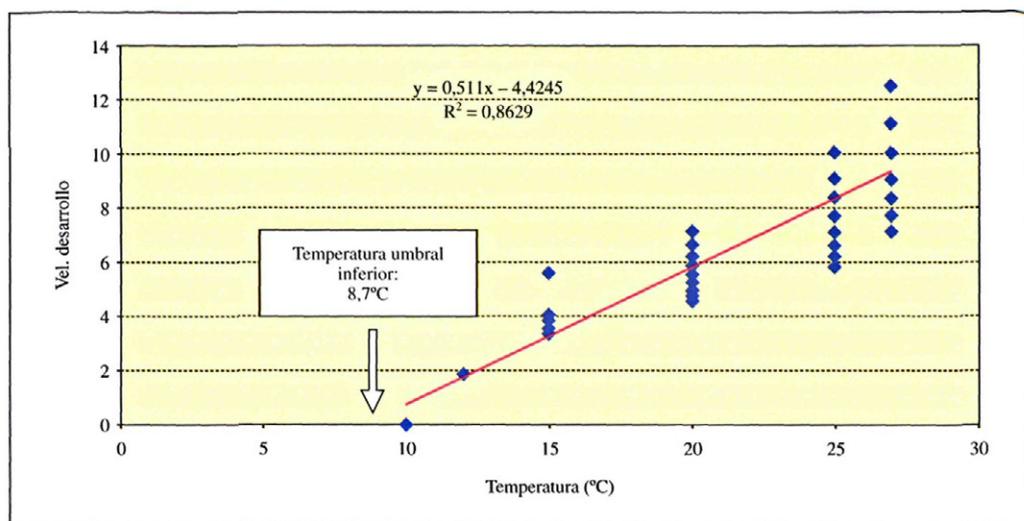


Fig. 2.—Velocidad de desarrollo respecto a la temperatura para el fotoperíodo 16:8.

G.L. = 1; $P < 0,005$) (Fig. 4). La temperatura umbral inferior de desarrollo fue de $9,9^\circ\text{C}$ y se obtuvo una constante térmica de desarrollo de $174,1 \pm 6,7$ grados-día.

Fotoperíodo 8:16

Tan sólo se ensayaron tres temperaturas bajo estas condiciones (Fig. 5), completando

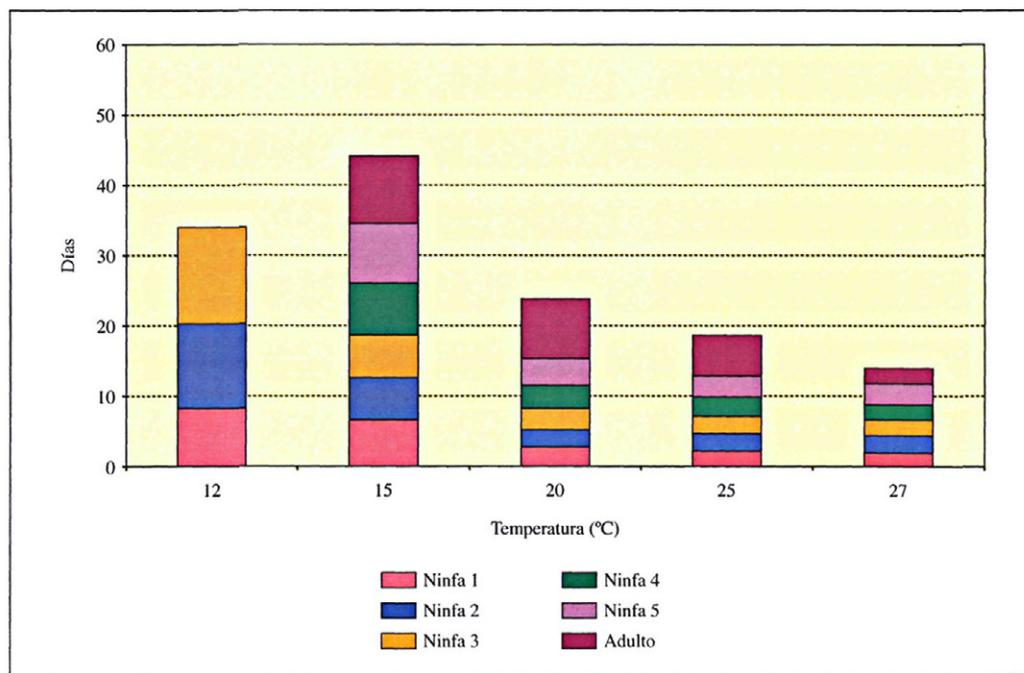


Fig. 3.—Duración en días desde la emergencia del neonato hasta la muerte del adulto a diferentes temperaturas constantes y fotoperíodo 12:12.

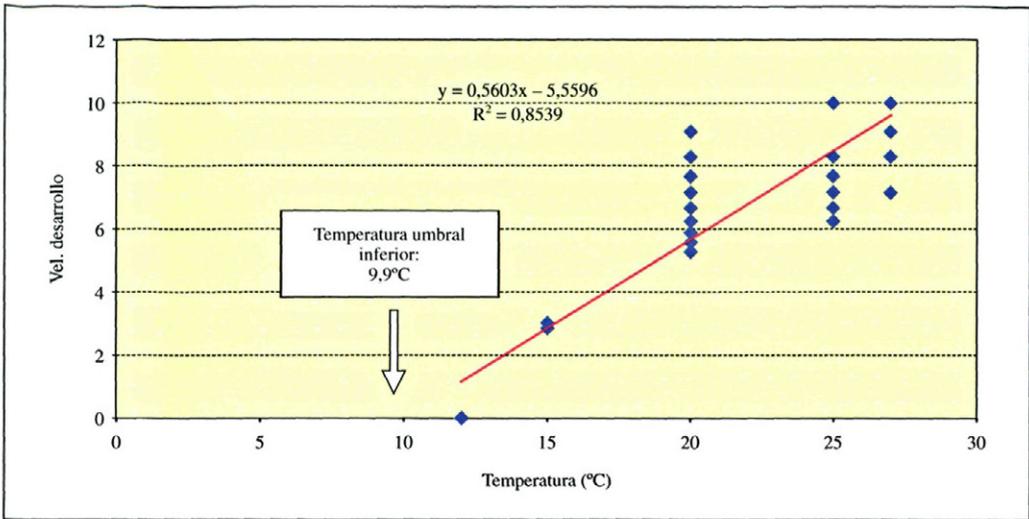


Fig. 4.—Velocidad de desarrollo respecto a la temperatura para el fotoperíodo 12:12.

A. decedens el ciclo desde neonato hasta adulto a todas ellas. La duración del período ninfal fue de entre 30,7 y 12,4 días a 15 y 25°C, respectivamente. La velocidad de de-

sarrollo se ajustó a la recta: $y = 0,7048x - 7,8381$ ($R^2 = 0,8539$; $F = 386,86$; G.L.: 1; $P < 0,005$) (Fig. 6). La temperatura umbral inferior de desarrollo fue de $11,1^\circ\text{C}$ y la

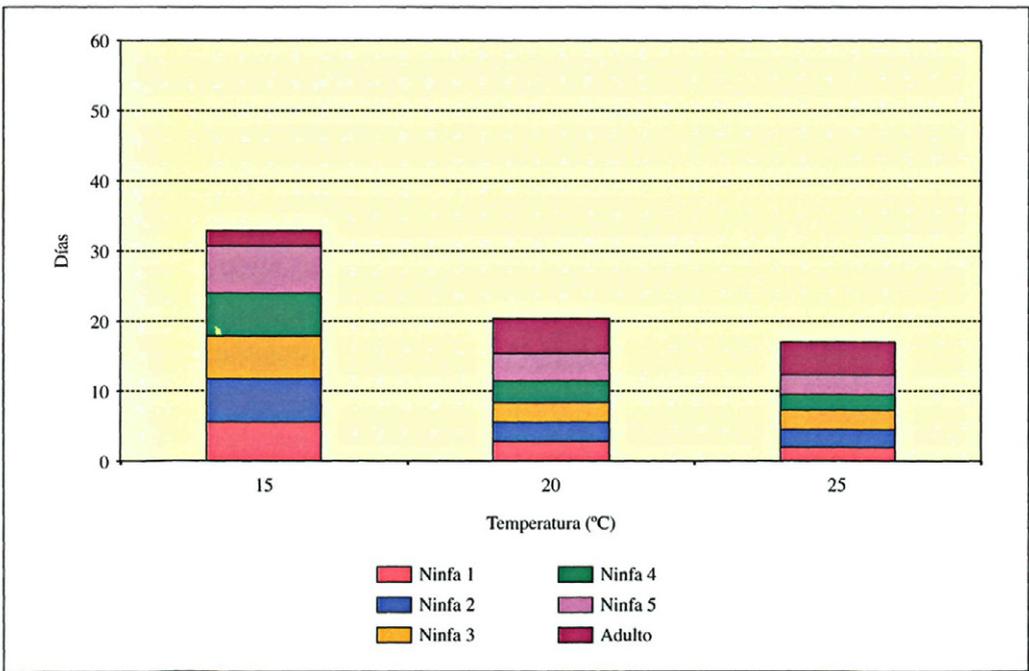


Fig. 5.—Duración en días desde la emergencia del neonato hasta la muerte del adulto a diferentes temperaturas constantes y fotoperíodo 8:16.

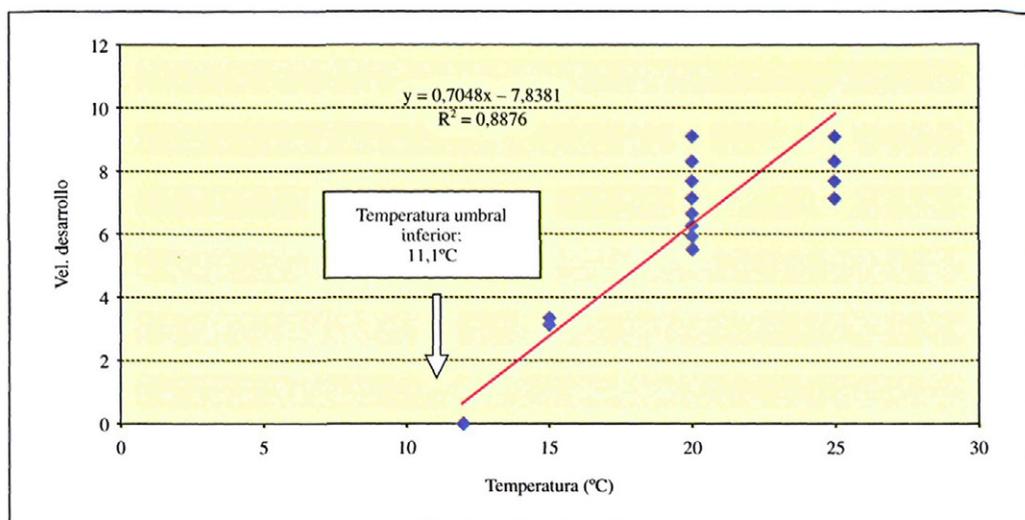


Fig. 6.—Velocidad de desarrollo respecto a la temperatura para el fotoperíodo 8:16.

constante térmica de desarrollo obtenida $138,9 \pm 6,0$ grados-día.

Comparación entre fotoperíodos para temperatura constante

En el cuadro 2 se pueden observar los distintos parámetros que definen las rectas de regresión lineal para cada uno de los fotoperíodos estudiados.

Tras el análisis estadístico y tomando como hipótesis que la pendiente podría ser la misma, se obtuvo que la velocidad de desarrollo para el fotoperíodo 8:16 era mayor que para los fotoperíodos 16:8 y 12:12 que eran equivalentes ($F= 3,92$; G.L.: 2; $P= 0,0211$). Tomando como segunda hipótesis que la temperatura umbral inferior de desarrollo podría ser la misma, se obtuvieron resultados similares a la primera hipótesis, $8:16 > 12:12 \approx 16:8$.

Comparación entre temperaturas constantes y fluctuantes

Se realizó un estudio más exhaustivo comparando los resultados obtenidos a 20 y 25°C para el desarrollo de las formas juveniles de *A. decedens*. Los datos obtenidos para las temperaturas fluctuantes aparecen en las Figs. 7 y 8.

En el cuadro 3 se pueden ver los datos obtenidos al realizar el análisis de varianza con 4 factores (sexo, temperatura constante o fluctuante, fotoperíodo y temperatura). No se observaron diferencias significativas entre sexos, ni entre temperaturas constantes y fluctuantes. Sí hubo diferencias significativas entre los diferentes fotoperíodos ($8:16 \approx 12:12 > 16:8$) y entre las temperaturas, siendo, como era de esperar, menor la duración del desarrollo a 25°C que a 20°C .

Cuadro 2.—Parámetros obtenidos para las diferentes rectas de regresión lineal en cada uno de los fotoperíodos y temperaturas constantes

Fotoperíodo (L:O)	Pendiente	Umbral inferior ($^\circ\text{C}$)	Coef. correlación	R^2
16:8	0,5110	8,7	0,9289	0,8629
12:12	0,5603	9,9	0,9241	0,8539
8:16	0,7047	11,1	0,9421	0,8876

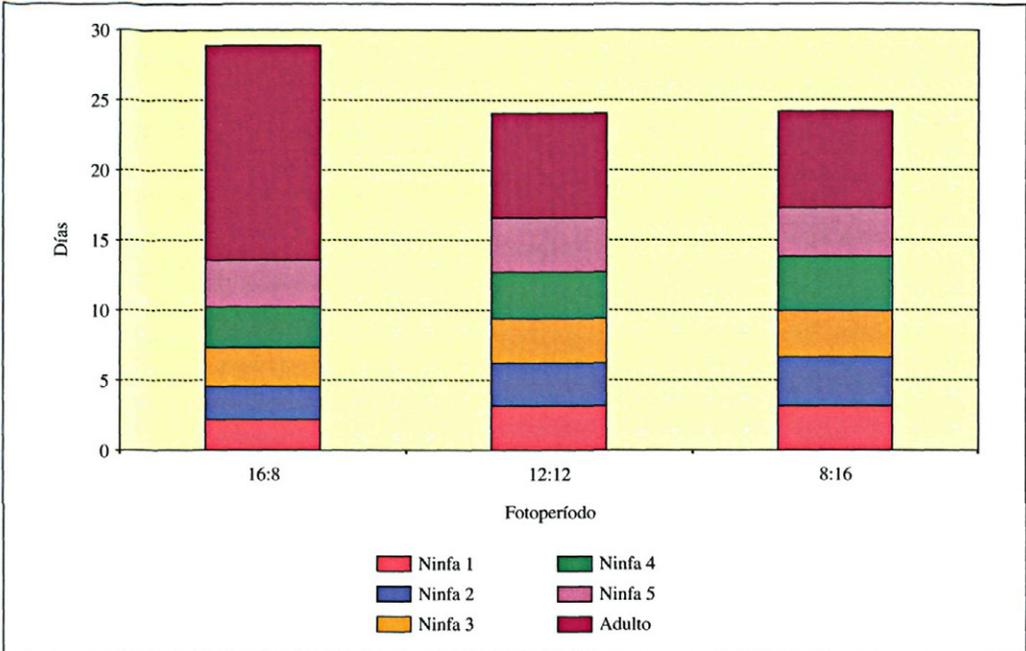


Fig. 7.—Duración en días desde la emergencia del neonato hasta la muerte del adulto a temperatura fluctuante con una media de 20°C para los tres fotoperíodos ensayados.

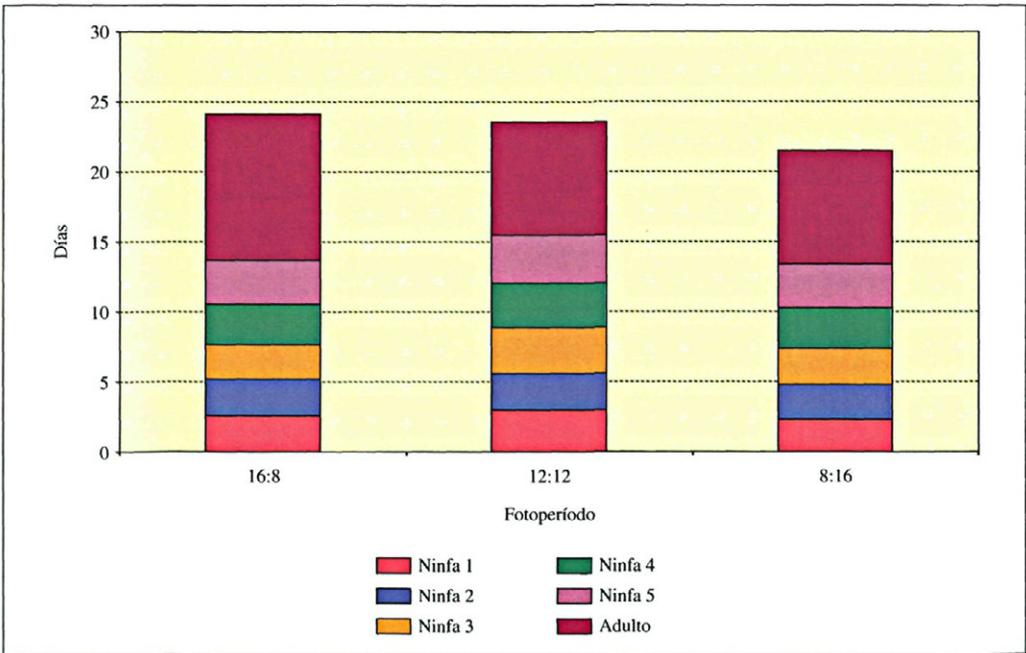


Fig. 8.—Duración en días desde la emergencia del neonato hasta la muerte del adulto a temperatura fluctuante con una media de 25°C para los tres fotoperíodos ensayados.

Cuadro 3.—Resultados del análisis de varianza para 4 factores de las temperaturas 20 y 25°C constantes y fluctuantes y para los tres fotoperíodos estudiados

Factor	F	G.L.	Nivel de significación
Sexo	0,003	1	0,9541 N.S.
Fluctuación de temperaturas	1,378	1	0,2412 N.S.
Fotoperíodo.....	11,55	2	< 0,0001
Temperatura.....	69,44	1	< 0,0001

Interacciones: No significativas.

DISCUSIÓN

Entre los umbrales inferior y superior de temperatura, la duración del desarrollo es más rápido a altas que a bajas temperaturas. Así se ha comprobado también en otras especies de cicadélido como *Acia lineatifrons* (Naude) (MARAIS, 1989), *Graminella nigrifrons* Forbes (LARSEN *et al.*, 1990), *Erythro-neura ziczac* Walsh y *E. elegantula* Osborn (OLSEN *et al.*, 1998), especie esta última para la que se determinó una constante térmica de 246,3 grados-día, bastante superior a la hallada por nosotros para *A. decedens*.

A partir de los datos obtenidos en este trabajo se justificaría un aumento de las capturas y un mayor número de generaciones estivales en la Comunidad Valenciana en las zonas donde se cultivan principalmente melocotoneros, nectarinos y ciruelos (Alzira: temperaturas medias entre junio y agosto de 23,1 a 27,5°C), así como en las que se cultivan almendros (Viver: temperaturas medias en julio y agosto de 21,8 a 23,5°C) (TORRES *et al.*, 2000). Condiciones similares se dan en zonas productoras de estos cultivos, tanto en Andalucía (ALVARADO *et al.*, 1994), como en Italia (VIGGIANI y GUERRIERI, 1989; NICÒTINA y DE FLORIO, 1995; POLLINI y BARISELLI, 1995).

El hecho de que no se capturen formas juveniles hasta los meses de marzo-abril (TORRES *et al.*, 1998 y 2000) en las zonas cálidas de la Comunidad Valenciana (aunque las temperaturas medias durante el período invernal estén por encima de los umbrales in-

feriores de desarrollo) apunta a la falta de sustrato para realizar la puesta por parte de las hembras. También habría que tener en cuenta que el umbral inferior de desarrollo estimado a partir de regresiones lineales normalmente es superior al valor real (LAUDIEN, 1973), y éste ha sido el método utilizado en este estudio.

En cuanto al sexo, las distintas proporciones de machos encontradas en campo durante las diferentes épocas del año (TORRES *et al.*, 1998 y 2000) podrían explicarse por la mayor abundancia de hembras cuando los brotes son tiernos (sustrato de puesta). Al igual que en el presente trabajo, SEGNINI y MONTAGNE (1986) no obtuvieron diferencias en la duración del desarrollo entre machos y hembras para la especie *Empoasca kraemeri* (Ross and Moore). Según TAYLOR *et al.* (1995), la duración del día influye en la reproducción, siendo mayor la puesta en días largos que en días cortos para la especie *Empoasca fabae* (Harris) a temperatura constante, mientras que SHER *et al.* (1991) no observaron diferencias en el desarrollo para diferentes regímenes de temperaturas fluctuantes. VALLE (1987) comprobó que la duración del desarrollo es mayor para fotoperíodos de día corto que para fotoperíodos de día largo en diferentes especies del género *Nephotettix* (Homoptera: Cicadellidae), datos opuestos a los obtenidos en este trabajo, aunque en el citado estudio estos resultados variaron entre especies.

CONCLUSIONES

A temperatura constante, *Asymmetrasca decedens* completa el ciclo biológico (neonato-adulto) a temperaturas comprendidas entre 12 (56,4 días) y 27°C (10,9 días) para el fotoperíodo de día largo (16:8). Además, la duración del ciclo depende del fotoperíodo, siendo mayor para el fotoperíodo de día corto (8:16) que para los otros dos fotoperíodos estudiados.

En el rango de 20 y 25°C con temperaturas constantes y fluctuantes no hubo diferen-

cias significativas para la duración del desarrollo entre machos y hembras, ni tampoco entre temperaturas constantes y fluctuantes. Sí que hubo diferencias entre el fotoperíodo (8:16 f 12:12 > 16:8) y entre las temperaturas (25°C < 20°C).

Por lo tanto, al encontrar pautas diferentes de respuesta al fotoperíodo y a la temperatura entre los dos grupos de ensayo estudiados, cabe suponer la existencia de interacciones entre ellos. *A. decedens* parece capaz de ajustar su velocidad de desarrollo en respuesta a las condiciones ambientales de luz y temperatura. A la hora de

utilizar estos datos en campo, habría que tener en cuenta no sólo la temperatura, sino también el fotoperíodo, ya que la diferencia en grados día entre fotoperíodos extremos es mayor al 25%.

AGRADECIMIENTOS

A V. Mañes, L. Montoliu y J. M^a Chornet por las facilidades dadas para coger las muestras de sus parcelas y especialmente a A. Urbaneja por la ayuda en el análisis de datos.

ABSTRACT

TORRES J., A. HERMOSO DE MENDOZA, J. JACAS, 2002. Influence of temperature and photoperiod on development of *Asymmetrasca decedens* (Paoli) (Homoptera: Cicadellidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **28**: 263-272.

The influence of temperature and photoperiod on development of *Asymmetrasca decedens* (Paoli) (Homoptera: Cicadellidae) has been studied. This species causes important damage in *Prunus* spp., especially on growing plants during the summer, in Spain, as well as in other Mediterranean countries.

Temperatures between 9 and 35°C and photoperiods of long day (16:8; L:D), medium day (12:12) and short day (8:16) were studied. Further, constant and fluctuant temperatures were compared at 20 and 25°C. *A. decedens* successfully completed its development at temperatures between 12° (56,4 days) and 27°C (10,9 days). Time of development was longer at 8:16, and did not change at 12:12 and 16:8. When constant and fluctuant temperatures were compared, no differences in the development were observed for sex and temperature fluctuation, but differences appeared when comparing photoperiods (16:8 < 12:12 = 8:16) and temperatures (20°C > 25°C).

Key words: Cicadellidae, *Asymmetrasca decedens*, temperature, photoperiod, development time, developmental thresholds.

REFERENCIAS

- ALVARADO, M., E. VILLALGORDO, M. BERLANGA, E. GONZÁLEZ, A. SERRANO y A. DE LA ROSA, 1994. Contribución al conocimiento del mosquito verde (*Empoasca decedens* Paoli) en melocotonero en el Valle del Guadalquivir. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, **20**(3): 771-783.
- CRAVEDI, P., F. GUARINO y A. TOCCI, 1995. Phytosanitary situation of peach tree in Calabria (South Italy). *IOBC/WPRS Bulletin*, **18**(2): 51-54.
- JACAS, J., A. HERMOSO DE MENDOZA, M. CAMBRA y R. BALDUQUE, 1997. *Asymmetrasca decedens* (Homoptera: Cicadellidae), a new pest of almond trees in Spain. *EPPO Bull./Bull. OEPP*, **27**(4): 523-524.
- LARSEN, K. J., L.V. MADDEN y L. R. NAULT, 1990. Effect of temperature and host plant on the development of the blackfaced leafhopper. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **55**(3): 285-294.
- LAUDIEN, H., 1973. Changing reaction systems, pp 355-399. En: H. Precht, J. Christophersen, H. Hensel y W. Larcher (Eds.), *Temperature and life*. Springer, Berlín.
- LOUKAS, M. y S. DROSOPOULOS, 1992. Population genetic studies of leafhopper (*Empoasca*) species. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **63**: 71-79.
- MARAIS, E., 1989. Biology of the leafhopper, *Acia lineatifrons* (Naude) (Homoptera: Cicadellidae), on gra-

- pevines in the Western Cape. *South African Journal for Entology and Viticulture*, **10(1)**: 3-7.
- NESTEL, D. y M. KLEIN, 1995. Geostatistical analysis of leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) colonization and spread in deciduous orchards. *Environmental Entomology* **24(5)**: 1032-1039.
- NICÒTINA, M. y N. DE FLORIO, 1995. Presenza e diffusione di cicaline in zone peschicole della Campania. *L'Informatore Agrario* **30**: 65-68.
- OLSEN, K. N., W. W. CONE y L. C. WRIGHT, 1998. Influence of temperature on grape leafhoppers in south central Washington. *Environmental Entomology*, **27(2)**: 401-405.
- POLLINI, A. y M. BARISELLI, 1995. Diffuse infestazioni di cicaline sul pesco e orientamenti di difesa. *Informatore Fitopatologico* **1**: 15-18.
- RIGO, G. y N. MORI, 1997. Il contenimento delle popolazioni di cicalina verde del pesco. *Supplemento a l'Informatore Agrario*, **11**: 21-23.
- SEGNINI, M y A. MONTAGNE, 1986. Biología y ecología poblacional de *Empoasca kraemeri* Ross y Moore (Homoptera: Cicadellidae) en caraota (*Phaseolus vulgaris* L.). II. Ciclo de vida, longevidad, fecundidad y sobrevivencia de *E. kraemeri* bajo condiciones de laboratorio. *Agronomía Tropical*, **36(4-6)**: 15-27.
- SHER, R. B., E. J. SHIELDS y D. B. HOGG, 1991. Potato leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) oviposition and development under cool fluctuating temperatures. *Environmental Entomology*, **20(4)**: 1113-1120.
- TAYLOR, P. S., E. J. SHIELDS, M. J. TAUBER y C. A. TAUBER, 1995. Induction of reproductive diapause in *Empoasca fabae* (Homoptera: Cicadellidae) and its implications regarding southward migration. *Environmental Entomology*, **24(5)**: 1086-1095.
- TORRES, J., A. HERMOSO DE MENDOZA, A. GARRIDO y J. JACAS, 1998. Dinámica de las poblaciones de cicadélidos (Homoptera: Cicadellidae) en almendros en el Alto Palancia (Prov. Castellón). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, **24(2)**: 279-292.
- TORRES, J., A. HERMOSO DE MENDOZA, A. GARRIDO y J. JACAS, 1999. Problemas de cicadélidos en almendro en la comarca del Alto Palancia (prov. Castellón). *Agrícola Vergel*, **210**: 392-397.
- TORRES, J., A. HERMOSO DE MENDOZA, A. GARRIDO y J. JACAS, 2000. Estudio de los cicadélidos (Homoptera: Cicadellidae) que afectan a diferentes especies de árboles del género *Prunus*. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, **26(4)** Adenda: 645-656.
- VALLE, R. R., 1987. Daylength effect on development of four green leafhopper *Nephotettix* spp. *International Rice Research Newsletter*, **12(1)**: 20-21.
- VIGGIANI, G. y E. GUERRIERI, 1989. Infestazioni da cicaline al pesco in Campania. *L'Informatore Agrario*, **30**: 62-64.

(Recepción: 14 enero 2002)

(Aceptación: 28 febrero 2002)