

Efecto de la temperatura y de la dieta sobre parámetros biológicos de la polilla de las coles, *Plutella xylostella* (Lepidoptera, Plutellidae)

Fabrina P. Girard, Isabel Bertolaccini, Cristina Arregui, Juan C. Favaro, María C. Curis, Daniel Sánchez
Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral (FCA-U.N.L.). Kreder 2805 (3080) Esperanza, Santa Fe. Argentina.

Resumen

GIRARD FP, BERTOLACCINI I, ARREGUI C, FAVARO JC, CURIS MC, SÁNCHEZ D. 2012. Efecto de la temperatura y de la dieta sobre parámetros biológicos de la polilla de las coles, *Plutella xylostella* (Lepidoptera, Plutellidae). ENTOMOTROPICA 27(3): 103-109.

Plutella xylostella, plaga clave de las brassicas, posee genotipos con diferentes comportamientos según la disponibilidad de alimento, los requerimientos térmicos y las características bioquímicas y físicas de la planta hospedera. El objetivo fue evaluar, en cámara de cría, el efecto de la temperatura (17, 25 y 30 °C) y del alimento (híbridos de repollo “Ruby Perfection” y “Globe Master”) en la duración de los estados inmaduros y de los adultos de poblaciones locales. Los resultados se analizaron mediante ANOVA y las medias se compararon mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0,01$). Se hallaron diferencias significativas en la duración del primer estadio larval, demorando en mudar 0,58 días más de tiempo, cuando las larvas fueron alimentadas con hojas del híbrido Globe Master que con hojas del híbrido Ruby Perfection. La temperatura tuvo efectos significativos en las larvas del cuarto estadio con una menor duración a 25 °C en relación a 17 °C. A 30 °C no hubo desarrollo de las larvas. Entre los machos y las hembras no se encontraron diferencias significativas en ningún parámetro biológico analizado.

Palabras clave adicionales: Ciclo biológico, *Plutella xylostella*, repollo, temperatura.

Abstract

GIRARD FP, BERTOLACCINI I, ARREGUI C, FAVARO JC, CURIS MC, SÁNCHEZ D. 2012. Effects of temperature and diet on the biological parameters of the diamondback moth *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). ENTOMOTROPICA 27(3): 103-109.

Plutella xylostella, key pest of brassicas, has genotypes with different behaviors depending on the availability of food, thermal requirements, biochemical and physical characteristics of the host plant. The objective was to evaluate, in brood chamber, the effect of temperature (17, 25 and 30 °C) and food (hybrids Ruby Perfection and Master Globe) on the duration of the immature and adult stages of local populations. The results were analyzed by ANOVA and the means of the variables studied were compared by Tukey ($p \leq 0.01$). In the hybrid Globe Master was greater the duration of the first instar. The temperature had significant effects in the fourth instar larvae with a shorter duration at 25 °C in relation to 17 °C. At 30 °C there was not development of the larvae stage. Among males and females, there were no significant differences in any biological parameter analyzed.

Additional key words: Biological cycle, cabbage, *Plutella xylostella*, temperature.

Introducción

El repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*) constituye una de las hortalizas de mayor importancia a nivel mundial (Žnidarčič et al. 2008). *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera, Plutellidae), la “polilla de las coles”, es considerada una plaga clave de cultivos de la familia Brassicaceae, incluyendo especies silvestres y cultivadas (Wakisaka et al. 1992, Salinas 1995, Haseeb et al. 2001, Mussury et al. 2002) causando, en éstas últimas, severas pérdidas económicas. Las pérdidas en el rendimiento pueden llegar hasta el 90 %, con un promedio del 75 % (Allam 1990), cuando no se le controla con insecticidas (Jankowska and Wiech 2006), insumos que, a nivel mundial, representan más de un billón de dólares anuales (Talekar and Shelton 1993).

P. xylostella es una plaga cosmopolita con capacidad de adaptación a diferentes condiciones climáticas (Martínez-Castillo et al. 2002). Existen genotipos distintos (Wilding 1986) con diferentes comportamientos biológico (Pichon et al. 2006, Golizadeh et al. 2007) según la disponibilidad de los recursos alimenticios (Gilbert and Raworth 1996), los requerimientos térmicos (Lee and Elliott 1998) y los compuestos bioquímicos de la planta huésped (Gould et al. 2005). Los compuestos volátiles de las brasicas, las ceras, la calidad nutritiva de las plantas, la morfología, el color de las hojas, o una combinación de todos estos factores pueden afectar su actividad reproductiva y de alimentación y, consecuentemente la tasa de desarrollo (Sarfraz et al. 2006).

Los umbrales de temperaturas mínimos y máximos pueden presentar variaciones entre poblaciones (Lee and Elliott 1998) y entre los diferentes estados del desarrollo (Honek and Kocourek 1988), siendo además, limitante del consumo y la supervivencia (Koch et al. 2004). Según Goodwin and Danthanaray (1984) el umbral de temperatura inferior de *P. xylostella* es de 7 °C, mientras que el superior

es de 26 °C. Si bien a más de 50 °C mantienen su actividad (Chelliah and Srinivasan 1985), suprimen la oviposición y la cópula (Yanagida and Sakanoshita 1974). La temperatura es de fundamental importancia para predecir el período de desarrollo, de reproducción o de migración (Roy et al. 2002).

Si bien se han realizado estudios de los aspectos biológicos de *P. xylostella* en diferentes regiones del mundo, existen variaciones locales, razón por la cual es necesario realizarlos para las distintas áreas de procedencia de la plaga y así poder caracterizar esas variaciones (García 1991). El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la temperatura (17, 25 y 30 °C) y del alimento, en la duración de los estados inmaduros y los adultos de poblaciones locales de *P. xylostella*, mediante la utilización de los híbridos comerciales “Ruby Perfection” (repollo morado) y “Globe Master” (repollo blanco), en condiciones de laboratorio.

Materiales y Métodos

El trabajo fue realizado durante el año 2010 en la cámara de cría y laboratorios de la Facultad de Ciencias Agrarias (Universidad Nacional del Litoral) en condiciones controladas de temperatura (17, 25 y 30 °C) y fotoperíodo de 16:8 horas de luz: oscuridad.

Durante los meses de verano se recolectaron larvas y pupas de *P. xylostella* presentes en cultivos comerciales de *B. oleracea* var. *capitata* L., del cinturón hortícola de la ciudad de Santa Fe (60° 50' W, 31° 25' S) y fueron llevadas al laboratorio. Las larvas se alimentaron con plantas del híbrido Globe Master trasplantadas en macetas, hasta la obtención de pupas, las que junto a las recolectadas en el campo, se colocaron en jaulas de madera de 30 cm de ancho x 30 cm de largo y 50 cm de altura, cubiertas en la parte superior y en tres de sus lados con tela metálica, para permitir la circulación de aire e impedir el escape de los adultos; piso de madera y el frente

con una puerta de vidrio. Además de las pupas se colocaron trozos de algodón embebido en una solución de sacarosa al 10 %, para alimento de los adultos y hojas de repollo del híbrido mencionado, con el objetivo de que copulen y desoven sobre ellas. Las hojas de repollo y los trozos de algodón se renovaron diariamente. Las hojas con los huevos se colocaron sobre el mismo cultivar trasplantado en macetas, donde se criaron a fin de aumentar la población, y así tener disponibilidad de huevos suficientes para la realización del trabajo. A partir de la generación F3 se iniciaron los ensayos.

El trabajo comenzó con la extracción diaria de huevos, los que fueron colocados en cajas de Petri de 30 cm de diámetro y llevados a una cámara de cría, a las temperaturas establecidas y con 60 ± 10 % de HR. Las larvas recién nacidas se colocaron individualmente, mediante pincel fino, y bajo lupa binocular de 40x, en cajas de Petri de 5 cm de diámetro, con un papel de filtro en el fondo. Diariamente se les alimentó con trozos de hojas de repollo de 3 cm x 3 cm, del híbrido correspondiente y cada 12 horas se registraron las mudas con ayuda de una lupa estereoscópica de 40x, a fin de determinar el cambio de un instar al otro. Se consideró como prepupa el momento en que la larva comenzó a tejer el capullo y como pupa una vez finalizada la construcción del capullo y con la crisálida visible en su interior. Las pupas obtenidas se mantuvieron identificadas en las mismas cajas de Petri en que se realizó el ensayo, con trozos de hojas de repollo, para mantener la humedad del medio y facilitar la emergencia.

En los análisis estadísticos se consideró aquellos individuos que completaron al menos el estado de pupa, debido a que hubo adultos que no emergieron. Se registró la duración de cada estadio larval, prepupa, pupa y longevidad del adulto, determinándose también el sexo. Para el análisis de los resultados se utilizó ANOVA y las medias se compararon con la prueba de Tukey

($p \leq 0,01$), utilizando el programa estadístico InfoStat (2004).

Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos revelan que los cultivares solo afectan el desarrollo del primer estadio larval (Cuadro 1), siendo la duración mayor cuando el alimento fue el híbrido Globe Master, tardando en mudar 0,58 días más que en el cultivar de hojas moradas Ruby Perfection. En los restantes estadios larvales no se observaron diferencias, ni en la duración total del ciclo larval, el cual fue de 10,86 y 10,51 días para los híbridos Globe Master y Ruby Perfection respectivamente. El tiempo de desarrollo de la prepupa, de la pupa y la longevidad del adulto, no presentaron diferencias significativas. La duración total del ciclo (larva-adulto) fue de 20,72 y 19,37 días para los híbridos Globe Master y Ruby Perfection respectivamente y no presentaron diferencias significativas. Si bien la calidad de las plantas pueden influir en la duración del ciclo de *P. xylostella* (Wakisaka et al. 1992, Hamilton et al. 2005, Golizadeh et al. 2007), en este caso, los híbridos utilizados no tuvieron efectos sobre este parámetro.

Ebrahimi et al. (2008) encontraron variaciones en el desarrollo de *P. xylostella* cuando compararon diferentes cultivares de colza, diferencias que pudieron deberse a cualidades diferenciales en la planta, en cuanto a los nutrientes requeridos por la plaga, o a diferentes niveles de compuestos fagoestimulantes. A similares resultados llegaron Thuler et al. (2007) quienes encontraron que la duración del ciclo larval fue mayor en los híbridos blancos Chato-de-quintal y Midori, con respecto a los morados Roxo precoce y Roxo TPC00682, con diferencias significativas en el primero, con respecto a los restantes, concluyendo sobre las implicancias del alimento en la duración del ciclo y, por ende, en el número de generaciones anuales.

El alimento está íntimamente ligado a las respuestas de resistencias de las plantas a los

Cuadro 1. Duración (días ± Desviación Estándar) de los diferentes estadios de desarrollo y sexo de *P. xylostella*, criados en diferentes híbridos de repollo a diferentes temperaturas.

Estadios	Tratamientos					
	Híbridos		Temperatura		Sexo	
	Globe Master	Ruby Perfection	17 °C	25 °C	Hembras	Machos
Larva 1	3,11±0,15 a**	2,53±0,10 b	2,72±0,07 b	2,06±0,00 a	4,02± 0,23 a	3,14 ±0,39 a
Larva 2	2,88±0,25 a	3,21±0,23 a	2,41±0,16 a	1,94±0,11 a	4,98± 0,36 a	4,21± 0,48 a
Larva 3	2,47±0,13 a	2,43±0,12 a	2,36±0,16 a	2,23±0,10 a	2,89 ±0,23 a	2,21± 0,26 a
Larva 4	2,40±0,11a	2,34±0,15a	2,32±0,13a	1,89±0,11a	2,82± 0,21 a	3,64± 0,50 a
Total larva	10,86±0,37 a	10,51±0,39 a	9,37±0,21 a	8,54 0,16 a	14,68± 0,53 a	13,21± 0,79 a
Prepupa	3,17±0,21 a	2,76±0,16 a	2,65±0,17 a	2,34±0,17 a	3,77± 0,29 a	4,21± 0,54 a
Pupa	1,16±0,05 a	1,13±0,05 a	1,11±0,005 a	1,11±0,04 a	1,25± 0,09 a	1,00± 0,54 a
Adulto	5,02±0,29 a	4,55±0,19 a	4,43±0,14 b	3,31±0,35 a	6,98±0,37 a	5,79±0,69 a
Total ciclo	20,72±0,19 a	19,37±0,50 a	17,12±0,43 a	16,73±0,25 a	27,20± 0,73a	24,67± 1,14 a
N*	87	89	67	36	41	12

* Número de observaciones

** Letras diferentes en las filas, indican diferencias significativas. Test de Tukey, (P < 0,01)

insectos plagas. Sarfraz et al. (2006) mencionan que una combinación de factores físicos y bioquímicos de las plantas hospederas pueden afectar la tasa de desarrollo de *P. xylostella*. Eigenbrode et al. (1990) indican que los compuestos químicos activos, metabolizados por las plantas se convierten en toxinas fisiológicas, responsables de la antibiosis o en sustancias deterrentes. Bertolaccini et al. (2011) encontraron que el híbrido de tipo morado YR Super Red produjo efecto de “no preferencia” (antixenosis) en la plaga, mientras que en el híbrido blanco Gloria, fue el de antibiosis, ya que en el cultivar morado hubo menor cantidad de huevos que en los de hojas blancas (Izalco, Gloria, YR-Park y Globe Master), así como menor viabilidad de los estados inmaduros de la plaga. Sin embargo, los resultados, en cuanto a la resistencia de los híbridos, difieren según los autores (Barros 1998, Torres 2004, Thuler et al. 2007) siendo, por lo tanto, una característica relativa (Thuler et al. 2007) que depende además, de las condiciones abióticas y de las diferentes

regiones donde se realizaron los estudios (Lara 1991).

En relación a la temperatura, podemos observar en el Cuadro 1 que hubo diferencias significativas en el primer estadio larval, con una duración en 0,66 días mayor a 17 °C con respecto a 25 °C. En los estadios larvales 2, 3 y 4 y en la duración total del ciclo larval no se hallaron diferencias significativas, siendo este último de 9,37 y 8,54 días para las temperaturas de 17 y 25 °C respectivamente. En pre-pupa, pupa y en el ciclo total, el cual fue de 17,12 y 16,73 días para 17 y 25 °C respectivamente, no se registraron diferencias significativas. La longevidad del adulto fue mayor a 17 °C (4,43 días) en relación a 25 °C (3,31 días).

A la temperatura de 30 °C, se produjo la mortalidad del 100 % de las larvas, lo que indica que esta temperatura es limitante para el desarrollo de esta fase de *P. xylostella*. Marchioro and Foerster (2011) encontraron que esta temperatura extrema era de 32,5 °C, lo que indicaría diferentes requerimientos térmicos

entre las poblaciones locales y las presentes en Brasil.

El clima de la región centro de la provincia de Santa Fe, corresponde al tipo templado húmedo, según la clasificación de Copen (Conde 2000). La temperatura media anual es de 18,3 °C, siendo julio (11,5 °C) y enero (24,8 °C) los meses más fríos y más cálidos, respectivamente (Cáceres 1980), razón por la cual las poblaciones locales de *P. xylostella* están adaptadas a estas condiciones climáticas.

El rango de temperaturas para que *P. xylostella* complete el ciclo desde huevo a adulto es variable según los diferentes estudios realizados. Así, para Marchioro y Foerster (2011) el umbral de temperatura superior es de 32,5 °C, mientras que el inferior es de 10 °C, para poblaciones de la plaga presentes en zonas tropicales y subtropicales de Brasil, mientras que para Goodwin and Danthanarayana (1984), el umbral inferior y superior se encuentran entre 7 y 26 °C respectivamente, para poblaciones presentes en Melbourne, Australia.

Golizadeh et al. (2007) estudiaron el efecto de un amplio rango de temperaturas en el desarrollo de *P. xylostella*, concluyendo que el ciclo total a 20 °C se completa en 21,34 días y a 25 °C en 14,12 días con un fotoperíodo de 16:8 horas de luz:oscuridad. En nuestros resultados la duración del ciclo fue a 25 °C de 17,12 días (Cuadro 1).

También es necesario considerar la adaptación a las condiciones ambientales de diferentes regiones geográficas. Los resultados son contradictorios según los diferentes autores, así Umeya and Yamada (1973) informaron diferencias en la tasa de desarrollo entre tres poblaciones geográficamente aisladas de *P. xylostella* en Japón. Sin embargo Sarntoy et al. (1989) no registraron diferencias significativas en el tiempo de desarrollo, cuando compararon poblaciones de Japón y de Tailandia, conclusión a la que también arribó Shirai (2000) comparando

poblaciones provenientes de zonas tropicales y templadas. La tasa de desarrollo en relación con la temperatura puede utilizarse eficazmente para predecir el desarrollo de la población en condiciones de campo (Liu et al. 1995) ya que según Marchioro and Foerster (2011) el número de generaciones aumenta, cuando disminuye la latitud.

Con respecto al sexo, no se hallaron diferencias significativas en la duración de los parámetros estudiados, sin embargo las hembras emplearon casi tres días más que los machos en completar el desarrollo.

En conclusión, ni los híbridos evaluados (Globe Master y Ruby Perfection), ni las temperaturas de 17 y 25 °C afectaron el tiempo de desarrollo de *P. xylostella* y a la temperatura de 30°C, la fase de larva no se desarrolló.

Debido a que las características térmicas y los recursos alimenticios influyen sobre los parámetros biológicos de diferentes poblaciones de *P. xylostella*, es necesario realizar estudios adicionales que contemplen un rango mayor de temperatura, así como distintas fuentes de alimento provenientes de plantas silvestres y otros cultivos, para poder predecir el desarrollo poblacional de esta plaga en el campo.

Agradecimientos

El soporte financiero para este estudio ha sido provisto por la Universidad Nacional del Litoral (Argentina).

Referencias

- ALLAM M. 1990. *Diamondback moth and its natural enemies in Jamaica and some other Caribbean Islands*. In: Proceedings of the 2nd International Workshop on Diamondback Moth Management, Tainan, Taiwan 26: p. 233-243.

- BARROS R. 1998. Efeito de cultivares de repolho *Brassica oleracea* var. *capitata* (L.) na biologia da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L., 1758) e do parasitóide *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879. [Tesis de Grado]. Universidade de São Paulo, Piracicaba. 98 p.
- BERTOLACCINI I, SÁNCHEZ D, ARREGUI MC, FAVARO, JC Y THEILER N. 2011. Supervivencia de *Plutella xylostella* (Lepidoptera, Plutellidae) en diferentes híbridos de *Brassica oleracea* var. *capitata*. *Revista FAVE-Ciencias Agrárias* 10(1-2): 53-59.
- CÁCERES LM. 1980. Caracterización climática de la provincia de Santa Fe. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección general de suelos y agua. Departamento de Aguas. 55158. C 14.
- CHELLIAH S, SRINIVASAN K. 1985. *Bioecology in India and management diamondback. Diamondback moth management*. In: Proceedings of the 1st International Workshop on Diamondback Moth Management, Tainan, Taiwan 7: p. 63-76.
- CONDE J. 2000. Mapa climático de Köppen. Editoriales y opinión prensa internacional traducidos al castellano [Internet]. Mayo 2011. Disponible en: <http://www.terra.es/personal/jesusconde>, consulta on line.
- EBRAHIMI N, TALEBI AA, FATHIPOUR Y, ZAMANI AA. 2008. Host plants effect on preference, development and reproduction of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) under laboratory conditions. *Advances in Environmental Biology* 2(3): 108-114.
- EIGENBRODE SD, SHELTON AM, DICKSON MH. 1990. Two types of resistance to the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in cabbage. *Environmental Entomology* 19: 1086-1090.
- GARCÍA JL. 1991. Variaciones estacionales de la "polilla del repollo" (*Plutella xylostella* (L.)) (Lep.: Yponomeutidae) y del parasito *Diadegma insulare* Cresson (Hym.: Ichneumonidae), en la estación experimental Cataurito, Edo Aragua. *Boletín de Entomología Venezolana* 6(1): 27-35.
- GILBERT N, RAWORTH DA. 1996. Insect and temperature, a general theory. *Canadian Entomology* 128: 1-13.
- GOLIZADEH A, KAMALI K, FATHIPOUR Y, ABBASPOUR H. 2007. Temperature-dependent development of diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) on two brassicaceous host plants. *Insect Science* 14: 309-316.
- GOODWIN S, DANTHANARAYANA W. 1984. Flight activity of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Journal of Australian Entomology Society* 23: 235-240.
- GOULD J, VENETTE R, WINOGRAD D. 2005. Effect of temperature on development and population parameters of *Copitarsia decolora* (Lepidoptera: Noctuidae). *Environmental Entomology* 34: 548-556.
- HAMILTON AJ, ENDERSBY NM, RIDLAND PM, ZHANG J, NEAL M. 2005. Effects of cultivar on oviposition preference, larval feeding and development time of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), on some *Brassica oleracea* vegetables in Victoria. *Australian Journal of Entomology Society* 44: 284-287.
- HASSEB M, KOBORI Y, AMANO H, NEMOTO H. 2001. Population dynamics of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and its parasitoid *Cotesia plutellae* (Hymenoptera: Braconidae) on two varieties of cabbage in an urban environment. *Applied Entomology and Zoology* 36: 353-360.
- HONEK A, KOCOUREK F. 1988. Thermal requirements for development of aphidophagous Coccinellidae (Coleoptera). Chrysopidae, Hemerobiidae (Neuroptera), and Syrphidae (Diptera): some general trends. *Oecologia* 76: 455-460.
- INFOSTAT. 2004. Manual del usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera edición, Editorial Brujas, Argentina.
- JANKOWSKA B, WIECH K. 2006. The composition and role of parasitoids in reducing population densities of diamondback moth *Plutella xylostella* L. on different cabbage vegetables. *Journal of Plant Protection Research* 46: 275-284.
- KOCH RL, CARRILLO MA, VENETTE RC, CANNON CA, HUTCHISON, WD. 2004. Cold hardiness of the multicolored Asian lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology* 33(4): 815-822.
- LARA FM. 1991. Princípios de resistência de plantas a insetos. São Paulo: Ícone, 336 p.
- LEE JH, ELLIOTT NC. 1998. Comparison of developmental responses to temperature in *Aphelinus asychis* (Walker) from two different geographic regions. *Southwest Entomologist* 23: 77-82.

- LIU SS, ZHANG GM, ZHU J. 1995. Influence of temperature variations on rate of development in insects: analysis of case studies from entomological literature. *Annals of the Entomological Society of America* 88: 107-119.
- MARCHIORO CA, FOERSTER LA. 2011. Development and survival of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) as a function of temperature: Effect on the number of generations in tropical and subtropical regions. *Neotropical Entomology* 40(5): 533-541.
- MARTINEZ-CASTILLO M, LEYRA JL, CIBRIAN-TOVAR J, BUJANOS-MUÑIZ R. 2002. Parasitoid diversity and impact on populations of the diamondback moth *Plutella xylostella* (L.) on *Brassica* crops in central México. *BioControl* 47: 23-31.
- MUSSURY RM, FERNÁNDEZ WD, DE PAULA QUINTÃO SCALON S. 2002. População de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) e *Plutella xylostella* Linnaeus, 1758, associada a *Brassica napus* L. em função de dois métodos de captura. *Ciência y Agrotecnología* 26(5): 993-998.
- PICHON A, ARVANITAKIS L, ROUX O, KIRK AA, ALAUZET C, BORDAT D, LEGAL L. 2006. Genetic differentiation among various populations of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Bulletin of Entomological Research* 96: 137-144.
- ROY M, BRODEUR J, CLOUTIER C. 2002. Relationship between temperature and development rate of *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and its prey *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae). *Environmental Entomology* 31: 177-187.
- SALINAS PJ. 1995. *Studies on diamondback moth in Venezuela with reference to other latinamerican countries*. In: Proc. 1st Int. Workshop on Diamondback Moth Management, Tainan, Taiwan 2: 17- 24.
- SARFRAZ M, DOSDALL LM, KEDDIE BA. 2006. Diamondback moth-host plant interactions: implications for pest management. *Crop Protection* 25 (7): 625-639.
- SARNTHOY O, KEINMEESUKE P, SINCHAISRI N, NAKASUJI F. 1989. Development and reproductive rate of diamondback moth *Plutella xylostella* from Thailand. *Applied Entomology and Zoology* 24: 202-208.
- SHIRAI Y. 2000. Temperature tolerance of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) in tropical and temperate regions of Asia. *Bulletin of Entomological Research* 90: 357-364.
- TALEKAR NS, SHELTON AM. 1993. Biology, ecology, and management of the diamondback moth. *Annual Review of Entomology* 38: 275-301.
- THULER RT, DE BORTOLI SA, HOFFMANN-CAMPO CB. 2007. Classificação de cultivares de brássicas com relação à resistência à traça-das-crucíferas e à presença de glucosinolatos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42(4): 467-474.
- TORRES AL. 2004. Efeito de cultivares de repolho e extratos aquosos vegetais na biologia de *Plutella xylostella* (L.) e no parasitóide *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov). [Tese], Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 109 p.
- UMEYA K, YAMADA H. 1973. Threshold temperature and thermal constants for development of the diamondback moth, *Plutella xylostella* L., with references to their local differences. *Japanese Society of Applied Entomology and Zoology* 17:19-24.
- WAKISAKA S, TSUKUDA R, NAKASUJI F. 1992. *Effects of natural enemies, rainfall, temperature host plants on survival and reproduction of diamondback moth. Diamondback moth and other crucifer pest*. In: Proc. 2nd Inter. Workshop on Diamondback Moth Management, Tainan, Taiwan 1: p. 16-36.
- WILDING, N. 1986. *The pathogens of diamondback moth and their potential for its control—a review. Diamondback moth management*. In: Proc. 1st Int. Workshop on Diamondback Moth Management, Tainan, Taiwan 86: p. 219-232.
- YANAGIDA Y, SAKANOSHITA A. 1974. Fundamental studies on the reproduction of the diamondback moth *Plutella maculipennis* Curt. III. Effects of temperature and light on the reproductive behavior of female moth. *Proceeding of the Association for Plant Protection of Kyushu* 20: 23-25.
- ŽNIDARCIC D, VALIC N, TRDAN S. 2008. Epicuticular wax content in the leaves of cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) as a mechanical barrier against three insect pests. *Acta Agriculturae Slovenica* 91(2): 361-370.