

ARTÍCULO ORIGINAL

REPRODUCCIÓN DE *RHOPALOSIPHUM PADI* (HEMIPTERA: APHIDIDAE) EN CULTIVARES DE TRIGO EN LA REGIÓN DEL SUDOESTE BONAERENSE DE ARGENTINA

REPRODUCTION OF *RHOPALOSIPHUM PADI* (HEMIPTERA: APHIDIDAE) ON DIFFERENT WHEAT CULTIVARS FROM SOUTHWEST OF BUENOS AIRES, ARGENTINA

CAROLINA SÁNCHEZ CHOPA<sup>1</sup> Y LILIAN RENÉE DESCAMPS<sup>1</sup>.

RESUMEN

El trigo pan *Triticum aestivum* L. es el principal cereal de invierno en la región del sudoeste bonaerense. Dentro de las plagas que atacan a este cultivo, los áfidos constituyen una de las principales limitantes de la producción desde la implantación hasta la cosecha. En los últimos años se ha detectado la presencia recurrente de *Rhopalosiphum padi*, "pulgón de la avena", en lotes de siembra de trigo. El estudio del crecimiento potencial de una población de insectos puede ser usado para la elaboración de estrategias de control. El objetivo del siguiente trabajo fue evaluar los parámetros biológicos y poblacionales de *R. padi* en diferentes cultivares de *T. aestivum*. Semillas de cada cultivar (ACA 303, ACA 302, ACA 223, Klein Gavilán, Klein Capricornio, Klein Tauro, Klein Tigre, Buck Meteoro, Buck 75 Aniversario y Buck Baqueano) fueron sembradas en recipientes de 250cc. En plántulas de 2 a 3 hojas se colocó una hembra reproductiva en una jaulita cilíndrica, tipo clip-on, cubierta en la parte superior con malla antiáfidos. Cuando el adulto comenzó su reproducción, fue retirado y se dejó una ninfa por planta. Diariamente se registraron los cambios de estado, el número de individuos muertos y una vez alcanzado el estado adulto, las ninfas nacidas fueron contabilizadas y retiradas. Se calcularon los periodos ninfal, prereproductivo, reproductivo, postreproductivo y la longevidad total. Se estimaron los parámetros demográficos: supervivencia por edades ( $l_x$ ); fecundidad por edades ( $m_x$ ) y los poblacionales: tasa neta de reproducción ( $R_0$ ); tasa intrínseca de crecimiento natural ( $r_m$ ); valor reproductivo total (VRT); tiempo generacional medio (TG); tasa finita de incremento ( $\lambda$ ); y tiempo de duplicación (D). Los cálculos se realizaron empleando los programas PERIOD y TABLAVI. Los datos fueron analizados mediante ANOVA y DMS ( $p < 0,05$ ). El cultivar Buck 75 Aniversario produjo un período reproductivo corto (4,72 días), una baja tasa intrínseca de crecimiento (0,17 hembras/hembra/día) y un tiempo generacional corto (12,82 días), por lo que el tiempo de duplicación de la población sobre sí misma fue más largo que en el resto de los cultivares (3,82 días). Por lo expuesto anteriormente, este cultivar reúne condiciones promisorias, lo que nos alienta a realizar futuros estudios acerca de la posibilidad de encontrar genes involucrados en la obtención de líneas de trigo resistentes al pulgón de la avena.

PALABRAS CLAVE: *Triticum aestivum*, poblaciones, pulgón de la avena.

ABSTRACT

*Triticum aestivum* L. is the main winter cereal in the southwestern region of Buenos Aires. Aphids are a major pest from implantation to crop harvest, limiting crop production. In recent years, *Rhopalosiphum padi* "bird cherry-oat aphid" has been detected in wheat. Knowledge of biology and potential population growth is crucial for studying its dynamics and establishing management tactics for pest control. The main objective of this research was to determine the effects of different wheat cultivars on biological and population parameters of *R. padi*. Seeds of each wheat cultivar (ACA 303, ACA 302, ACA 223, Klein Gavilán, Klein Capricornio, Klein Tauro, Klein Tigre, Buck Meteoro, Buck 75 aniversario and Buck Baqueano) were planted individually in 250cc pots. 20 adult aphid were placed on the leaf surface, each confined inside a clip cage to prevent escape and parasitism. They were permitted to produce nymphs for 24 h and then the adult aphids were eliminated from the leaf clip cage. Each plant received one aphid nymph that was confined to the first true leaf. These nymphs were monitored daily. After maturity and the beginning of reproduction, adult mortality and fecundity were recorded daily, and the offspring were removed from each leaf cage until each adult aphid died. Nymphal, pre-reproductive, reproductive and post reproductive periods were calculated using the program PERIOD. The survival rate for adults from birth to age  $x$  ( $l_x$ ) and fecundity ( $m_x$ ) were measured. From these data, the net reproductive rate ( $R_0$ ), intrinsic rate of increase ( $r_m$ ), total reproductive value (VRT), mean generation time (TG), finite rate of increase ( $\lambda$ ), and doubling time (D) were estimated with software program TABLAVI. Data were analyzed by ANOVA and LSD ( $p < 0,05$ ). Results indicated that wheat cv Buck 75 Aniversario had a shorter reproductive period, the lowest  $r_m$  value and a brief mean generation time, therefore the doubling time was longer than in the rest of the wheat cultivars. In conclusion, more studies on this wheat cultivar should be conducted on the possibility of finding genes involved in resistant to *R. padi*.

KEYWORDS: *Triticum aestivum*, population, oat aphid.

<sup>1</sup> Depto de Agronomía, Universidad Nacional del Sur, San Andrés, 800 Altos Patihue, 8000 Bahía Blanca, Argentina. E-mail: eschopa@uns.edu.ar

Fecha de recepción: 22 octubre 2012

Fecha de aceptación: 15 abril 2013

## INTRODUCCIÓN

Los cereales invernales están expuestos al ataque de diferentes plagas desde la siembra a la cosecha, siendo los áfidos uno de los principales problemas en toda la región pampeana (Rabbinger *et al.*, 1981). Una de las especies de pulgones más comúnmente encontradas en el cultivo de trigo y de cereales forrajeros es *Rhopalosiphum padi*, "pulgón de la avena" (Gianoli, 2000; Hansen, 2000; Schotzko y Bosque-Pérez, 2000; Östman *et al.*, 2001; Qureshi y Michaud, 2005; Bailey, 2007; Hill, 2008). Este pulgón no sólo puede producir en trigo daños debido a la extracción de savia, sino que además actúa como vector del virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV) (Riedell *et al.*, 2003; Jiménez-Martínez *et al.*, 2004; Fabre *et al.*, 2006; Borer *et al.*, 2009). Hoy en día, el control de esta plaga se realiza mediante la aplicación de insecticidas sintéticos (Imwinkelried *et al.*, 2009). Sin embargo, existe una creciente preocupación por el uso reiterado de los mismos ya que han ocasionado efectos adversos al medio ambiente, perjudicando la supervivencia y reproducción de los controladores biológicos y de los polinizadores y han generado la selección de poblaciones resistentes de esta plaga. Esta última es una de las principales barreras que reducen la eficiencia de los agroquímicos y constituye una consideración indispensable en todos los programas de control de plagas (Guedes *et al.*, 2006; Santos *et al.*, 2011). El conocimiento creciente de estos efectos adversos y la necesidad de elevar tanto los rendimientos como la calidad fitosanitaria de los cereales y de sus derivados, conduce al desarrollo e implementación de estrategias de control circunscriptas dentro de un manejo integrado de plagas (MIP).

El MIP es un sistema de protección de cultivos que tiene como objetivo proteger al máximo las cosechas, al menor costo y con el mínimo riesgo, mediante el uso de tácticas de control orientadas a mantener a una población de insectos plaga por debajo del umbral económico (Romero, 2004; Speight *et al.*, 2008). Entre estas tácticas se pueden mencionar el uso de variedades resistentes, desarrolladas a través de técnicas de mejoramiento genético que detectan y seleccionan individuos resistentes. La resistencia de las plantas deriva de la acción individual o combinada de tres mecanismos básicos: antibiosis, antixenosis o no preferencia y tolerancia (Koskela *et al.*, 2002; Hesler y Dashiell, 2011).

Uno de los puntos clave de la resistencia de los cultivos reside en el entendimiento de la biología de la plaga, para poder modelar y predecir los crecimientos poblacionales y definir el nivel de daño económico (Stoddard *et al.*, 2010).

En base a los antecedentes, el objetivo del siguiente trabajo fue evaluar los parámetros biológicos y poblacionales de *R. padi* en diferentes cultivares de *T. aestivum*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las colonias madres de *R. padi* provinieron de capturas efectuadas sobre parcelas experimentales. La cría masiva se llevó a cabo en el laboratorio de Zoología Agrícola (UNS) en condiciones controladas de temperatura y humedad ( $20 \pm 1^\circ\text{C}$  y 70- 80 % HR) y fotoperíodo 12L:12O. Los cultivares de *T. aestivum* utilizados fueron: ACA 303, ACA 302, ACA 223, Klein Gavilán, Klein Capricornio, Klein Tauro, Klein Tigre, Buck Meteoro, Buck 75 aniversario y Buck Baqueano.

Para realizar el bioensayo se obtuvieron en primera instancia plántulas de los diferentes cultivares, en macetas de 250cc. con suelo fertilizado a tasas comerciales (Soil Survey Staff, 1999). En plántulas de 2 a 3 hojas se colocó una hembra reproductiva confinada utilizando una jaulita cilíndrica, tipo clip-on (1 cm de alto x 1 cm de diámetro), cubierta en la parte superior con malla antiáfidos para evitar el parasitismo o el escape. Cuando el adulto comenzó a reproducirse, se retiró y se dejó sólo una ninfa por planta. De esta manera se obtuvieron cohortes de la misma edad. Diariamente se registraron los cambios de estado, el número de individuos muertos y una vez alcanzado el estado adulto, las ninfas nacidas fueron registradas y retiradas (Descamps y Sánchez Chopa, 2011). Se evaluaron los siguientes parámetros: periodo ninfal, periodo reproductivo, periodo post reproductivo y longevidad total. A partir de la confección de tablas de vida se estimaron los parámetros demográficos: supervivencia por edades ( $l_x$ ); fecundidad por edades ( $m_x$ ) (Southwood y Henderson, 2000) y los poblacionales: tasa neta de reproducción ( $R_0$ ) (número de hembras recién nacidas por hembra); tasa intrínseca de crecimiento natural ( $r_m$ ) (número de hembras por hembra por unidad de tiempo); valor reproductivo total (VRT) (total de los individuos aportados por la cohorte en la generación siguiente); tiempo generacional medio (TG); tasa finita de incremento

( $\lambda$ ) (número de veces que la población se multiplica sobre sí misma por unidad de tiempo); y tiempo de duplicación (D) (número de unidades de tiempo requerido por la población para duplicarse en número). Los cálculos se realizaron empleando los programas PERIOD y TABLAVI (La Rossa y Kahn, 2003). Este último aplica el método «Jackknife» (Maia *et al.*, 2000) para obtener estimadores de los parámetros demográficos, y los correspondientes errores estándar, con los cuales es posible efectuar comparaciones entre las cohortes. Los resultados fueron analizados mediante ANOVA y test de diferencias mínimas significativas (DMS,  $p < 0,05$ ) (InfoStat, 2006).

### RESULTADOS

En la tabla I se observan la duración media de los períodos de desarrollo y la longevidad total de *R. padi* en distintos cultivares de trigo.

Los períodos prereproductivo y reproductivo no presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ). El período ninfal más corto se observó en el cultivar Meteoro (2,88 días), diferenciándose de los cultivares Tauro, Gavilán, Capricornio, Baqueano, ACA

223, ACA 303 y ACA 302 ( $p < 0,05$ ). El cultivar con mayor período ninfal fue Tauro (5,05 días).

El mayor período posreproductivo ocurrió sobre el cultivar ACA 302 (0,88 días), encontrándose diferencias significativas con el resto de los cultivares ( $p > 0,05$ ).

La mayor longevidad se registró en los cultivares Tauro y ACA 302 con valores de 15,72 y 15,55 días, respectivamente. En el cultivar Meteoro se registró el menor período entre el nacimiento y la reproducción (3,38 días) y en el ACA 302 el mayor (6,44 días).

Al evaluar los parámetros poblacionales (Tabla 2) no se observaron diferencias significativas en el  $R_0$ ,  $\lambda$ ,  $r_m$  y en el D. El VRT fue mayor en el cultivar Tigre con un valor de 156 hembras/hembras totales, no hallándose diferencias significativas con el cultivar Meteoro ni el 75 Aniversario. El cultivar con menor valor reproductivo total fue ACA 302 (88 hembras/hembras totales). El tiempo generacional de la población fue mayor en el cultivar Meteoro y menor en Gavilán (14,22 y 11,70).

Aunque no se hallaron diferencias estadísticas, el  $r_m$  fue mayor en el cultivar Tauro.

TABLA I. DURACIÓN MEDIA DE LOS PERÍODOS DE DESARROLLO Y LA LONGEVIDAD TOTAL, EN DÍAS ( $\pm$ E.S.) DE *R. PADI* EN CULTIVARES DE TRIGO.

Hospedero	Ninfal	Prerep.	Reproductivo	Posrep.	Total
Tigre	4,05 ( $\pm$ 0,43) ab	1 ( $\pm$ 0,24) a	7,38 ( $\pm$ 1,48) a	0,27 ( $\pm$ 0,20) a	12,66 ( $\pm$ 1,55) a
Tauro	5,05 ( $\pm$ 0,16) b	1,05 ( $\pm$ 0,13) a	9,5 ( $\pm$ 0,50) a	0,11 ( $\pm$ 0,09) a	15,72 ( $\pm$ 0,63) a
Meteoro	2,88 ( $\pm$ 0,25) a	0,5 ( $\pm$ 0,34) a	4,88 ( $\pm$ 0,61) a	0,16 ( $\pm$ 0,34) a	8,44 ( $\pm$ 0,76) a
Gavilán	4,16 ( $\pm$ 0,23) b	0,72 ( $\pm$ 0,13) a	5,83 ( $\pm$ 0,88) a	0,27 ( $\pm$ 0,16) a	11 ( $\pm$ 1,01) a
Capricornio	4,72 ( $\pm$ 0,33) b	0,88 ( $\pm$ 0,16) a	6,16 ( $\pm$ 0,9) a	0 ( $\pm$ 0) a	11,77 ( $\pm$ 0,83) a
Baqueano	4,83 ( $\pm$ 0,25) b	0,66 ( $\pm$ 0,13) a	6,61 ( $\pm$ 0,96) a	0,05 ( $\pm$ 0,1) a	12,16 ( $\pm$ 1,12) a
75 Aniversario	4 ( $\pm$ 0,52) ab	0,88 ( $\pm$ 0,36) a	4,72 ( $\pm$ 1,01) a	0,16 ( $\pm$ 0,20) a	9,77 ( $\pm$ 1,02) a
ACA 223	4,33 ( $\pm$ 0,15) b	0,66 ( $\pm$ 0,09) a	6,38 ( $\pm$ 1,41) a	0,11 ( $\pm$ 0,12) a	11,5 ( $\pm$ 1,42) a
ACA 303	4,55 ( $\pm$ 0,38) b	0,77 ( $\pm$ 0,27) a	7,27 ( $\pm$ 1,20) a	0,16 ( $\pm$ 0,14) a	12,77 ( $\pm$ 1,38) a
ACA 302	5 ( $\pm$ 0,26) b	1,44 ( $\pm$ 0,29) a	7,77 ( $\pm$ 1,01) a	0,88 ( $\pm$ 0,43) b	15,55 ( $\pm$ 1,02) a

Referencia: medias seguidas por la misma letra, dentro de las columnas, no difieren significativamente (DMS,  $p > 0,05$ ).

TABLA 2. PARÁMETROS POBLACIONALES ( $\pm$ E.S.) DE *R. padi* EN CULTIVARES DE TRIGO.

Hospedero	$R_0$	$\lambda$	VRT	TG	$r_m$	D
Tigre	19,23 ( $\pm$ 4,61) a	1,24 ( $\pm$ 0,02) a	156,92 ( $\pm$ 17,4) d	13,42 ( $\pm$ 0,67) bc	0,22 a	3,09 ( $\pm$ 0,30) a
Tauro	17,45 ( $\pm$ 2,71) a	1,27 ( $\pm$ 0,02) a	102,07 ( $\pm$ 5,97) ab	11,87 ( $\pm$ 0,4) a	0,24 a	2,85 ( $\pm$ 0,2) a
Meteoro	13,89 ( $\pm$ 4,21) a	1,20 ( $\pm$ 0,03) a	139,02 ( $\pm$ 13,07) cd	14,22 ( $\pm$ 0,96) c	0,18 a	3,62 ( $\pm$ 0,56) a
Gavilán	11,56 ( $\pm$ 2,66) a	1,23 ( $\pm$ 0,03) a	97,50 ( $\pm$ 8,21) ab	11,70 ( $\pm$ 0,59) a	0,21 a	3,24 ( $\pm$ 0,40) a
Capricornio	9,67 ( $\pm$ 2,21) a	1,19 ( $\pm$ 0,02) a	94,52 ( $\pm$ 6,26) ab	12,64 ( $\pm$ 0,33) ab	0,18 a	3,77 ( $\pm$ 0,43) a
Baqueano	12,10 ( $\pm$ 3,07) a	1,21 ( $\pm$ 0,02) a	118,36 ( $\pm$ 13,61) abc	13,16 ( $\pm$ 0,37) abc	0,19 a	3,57 ( $\pm$ 0,39) a
75 Aniversario	9,12 ( $\pm$ 2,81) a	1,19 ( $\pm$ 0,03) a	137,71 ( $\pm$ 15,03) cd	12,82 ( $\pm$ 0,57) abc	0,17 a	3,82 ( $\pm$ 0,66) a
ACA 223	13,47 ( $\pm$ 3,14) a	1,24 ( $\pm$ 0,02) a	123,82 ( $\pm$ 7,61) bc	11,83 ( $\pm$ 0,57) abc	0,22 a	3,09 ( $\pm$ 0,28) a
ACA 303	12,58 ( $\pm$ 2,83) a	1,22 ( $\pm$ 0,02) a	119,73 ( $\pm$ 7,61) bc	12,81 ( $\pm$ 0,57) abc	0,19 a	3,44 ( $\pm$ 0,35) a
ACA 302	13,13 ( $\pm$ 2,10) a	1,22 ( $\pm$ 0,01) a	88,30 ( $\pm$ 7,08) a	12,57 ( $\pm$ 0,36) a	0,20 a	3,35 ( $\pm$ 0,19) a

Referencia:  $R_0$ : tasa neta de reproducción;  $r_m$ : tasa intrínseca de crecimiento natural; VRT: valor reproductivo total; TG: tiempo generacional medio;  $\lambda$ : tasa finita de incremento; D: tiempo de duplicación. Medias seguidas por la misma letra, dentro de las columnas, no difieren significativamente (DMS,  $p > 0,05$ ).

## DISCUSIÓN

La performance de los áfidos en diferentes cultivares puede estar influida por numerosos factores entre los que se encuentran los valores nutricionales, la composición química del floema, los cambios bioquímicos y las características morfológicas de la planta hospedera (Goundoudaki *et al.*, 2003).

En nuestro trabajo, el corto periodo reproductivo de Buck 75 Aniversario, asociado a una baja tasa intrínseca de crecimiento y a un largo tiempo de duplicación podrían ser el reflejo de una deficiencia en la nutrición de *R. padi*. Esta deficiencia nutricional podría estar ocasionada por las características morfológicas propias del cultivar que impidan la toma del alimento (barreras físicas), por la ausencia de algunos nutrientes esenciales o por la presencia de ciertos aleloquímicos que actúan como deterrentes de la alimentación y/o tóxicos (Castañeda *et al.*, 2010).

En cuanto a las barreras físicas de las plantas, varios autores han demostrado que la presencia de tricomas puede ocasionar un efecto negativo sobre la reproducción de los áfidos (Severson *et al.*, 1992; Papp y Mesterházy, 1993) al igual que el grosor de las ceras epicuticulares, ya que impedirían el acceso del mismo al alimento (Wang *et al.*, 2008).

Por otra parte, la baja performance de *R. padi* en este cultivar podría deberse a la presencia de diversas sustancias químicas. Varios tipos de metabolitos secundarios han sido implicados en la resistencia natural de plantas a pulgones. Entre ellos se pueden destacar a los alcaloides, a los compuestos fenólicos y a los ácidos hidroxámicos (Niemeyer, 2009). En diversos estudios se ha demostrado que cultivares de trigo con alto contenido en compuestos fenólicos poseían menores niveles de infestación de *R. padi* y de *Sitobion avenae* (Leszczynski *et al.*, 1989). Los efectos negativos sobre el crecimiento de *R. padi* no sólo podría deberse a la presencia de las sustancias anteriormente citadas sino que podría ser causada por bajos niveles de ciertos aminoácidos esenciales para la reproducción de este áfido (Weibull, 1987).

## CONCLUSIONES

Debido a lo hallado en nuestro trabajo, el cultivar Buck 75 Aniversario reúne condiciones promisorias, lo que nos alienta a realizar futuros estudios acerca de la posibilidad de encontrar genes involucrados en la obtención de líneas de trigo resistentes al pulgón de la avena.

## REFERENCIAS

- BAILEY, P. 2007. Pests of field crops and pastures identification and control. CSIRO Publishing, Oxford, UK, 520 pp.
- BORRÉ, E.T., V.T. ADAMS, G.A. ENGLER, A.L. ADAMS, C.B. SCHUMANN Y E.W. SEABLOOM. 2009. Aphid fecundity and grassland invasion: Invader life history is the key. *Ecological Applications* 19: 1187-1196.
- CASANEDA, L.E., C.C. FIGUEROA, E. FUENTES-CONTRERAS, H.M. NIEMEYER Y R.F. NESPOLO. 2010. Physiological approach to explain the ecological success of 'superclones' in aphids: Interplay between detoxification enzymes, metabolism and fitness. *Journal of Insect Physiology* 5(69): 1058-1064.
- DESCAMPS, L.R. Y C. SÁNCHEZ CHOPA. 2011. Population Growth of *Rhopalosiphum padi* L. (Homoptera: Aphididae) on Different Cereal Crops from the Semiarid Pampas of Argentina under Laboratory Conditions. *Chilean Journal of Agricultural Research* 71(3): 390-394.
- FABRE, F., J.S. PIERRE, C.A. DEDRYVER Y M. PLANTEGENEST. 2006. Barley Yellow Dwarf Disease risk assessment based on Bayesian modelling of aphid population dynamics. *Ecological Modelling* 193: 457-466.
- GIANOLI, E. 2000. Competition in cereal aphids (Homoptera: Aphididae) on wheat plants. *Environmental Entomology* 29: 213-219.
- GOUNDOUDAKI, S., J.A. TSITSIPIS, J.T. MARGARITOPOULOS, K.D. ZARPAS Y S. DIVANIDIS. 2003. Performance of the tobacco aphid *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) on Oriental and Virginia tobacco varieties. *Agricultural and Forest Entomology* 5: 285-291.
- GUEDES, R.N., E.E. OLIVEIRA, N.M.P. GUEDES, B. RIBEIRO Y J.E. SERRAO. 2006. Cost and mitigation of insecticide resistance in the maize weevil, *Sitophilus zeamais*. *Physiological Entomology* 31: 30-38.
- HANSEN, L.M. 2000. Establishing control threshold for bird cherry-ooat aphid (*Rhopalosiphum padi* L.) in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) by aphid-days. *Crop Protection* 19: 191-194.
- HESLER, L.S. Y K.E. DASHIELL. 2011. Antixenosis to the Soybean Aphid in Soybean Lines. *The Open Entomology Journal* 5: 39-44.
- HILL, D.S. 2008. Pests of crops in warmer climates and their control. Springer Science + Business Media, UK, 708 pp.
- IMWINKELRIED J.M., F. FAVA Y E. TRUMPER. 2009. Distintas Especies de Pulgones en Trigo y su Control. INFOINTA, Boletín Electrónico N° 4. 2 pp.
- INFOSTAT. 2006. InfoStat versión 2006. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- JIMÉNEZ-MARTÍNEZ, E.S., N.A. BOSQUE-PÉREZ, P.H. BERGER, R.S. ZEMETRA, H. DING Y S.D. EIGENBRODE. 2004. Volatile cues influence the response of *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) to *Barley yellow dwarf virus*-infected transgenic and untransformed wheat. *Environmental Entomology* 33: 1207-1216.
- KOSKELA, T., S. PUUSTINEN, V. SALONEN Y P. MUTIKAINEN. 2002. Resistance and tolerance in host plant holoparasitic plant interaction: genetic variation and costs. *Evolution* 56(5): 899-908.
- LA ROSSA, R. Y N. KAHN. 2003. Dos programas de computadora para confeccionar tablas de vida de fertilidad y calcular parámetros biológicos y demográficos en áfidos (Homoptera: Aphidoidea). *Revista de Investigaciones Agropecuarias (INTA)* 32: 127-142.
- LESZCZYNSKI, B., L.C. WRIGHT Y T. BAKOWSKI. 1989. Effect of secondary plant substances on winter wheat resistance to grain aphid. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 52(2): 135-139.
- MAIA, A.H.N., A.J.B. LUIZ Y C. CAMPANHOLA. 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. *Journal of Economic Entomology* 93: 511-518.
- NIEMEYER, H.M. 2009. Hydroxamic Acids derived from 2-Hydroxy-2H-1,4-Benzoxazin-3(4H)-one: Key defense chemicals of cereals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(5): 1677-1696.
- ÖSTMAN, Ö., B. EKBOM Y J. BENGSSON. 2001. Heterogeneity and farming practice influence biological control. *Basic and Applied Ecology* 2: 365-371.
- PAPP M. Y Á. MESTERHÁZY. 1993. Resistance to bird cherry-ooat aphid (*Rhopalosiphum padi* L.) in winter wheat varieties. *Euphytica* 67(1-2) 49-57.
- QURESHI, J.A. Y J.P. MICHAUD. 2005. Interactions among three species of cereal aphids simultaneously infesting wheat. *Journal of Insect Science* 5: 13-16.
- RABBINGER, R., E.M. DREES, M. VAN DER GRAAF, F.C.M. VERBERNE Y A. WESSELO. 1981. Damage effects of cereal aphids in wheat. *European Journal of Plant Pathology* 87: 217-232.
- RIEDEL, W.E., R.W. KIECKHEFER, M.A.C. LANGHAM Y L.S. HESLER. 2003. Root and shoot responses to bird cherry-ooat aphids and *Barley yellow dwarf virus* in spring wheat. *Crop Science* 43: 1380-1386.
- ROMERO, F. 2004. Manejo integrado de plagas: las bases, los conceptos, su mercantilización. México. 96 pp.
- SANTOS, J.C., L.R.A. FARONI, A.H. SOUSA Y R.N.C. GUEDES. 2011. Fumigant toxicity of allyl isothiocyanate to populations of the red flour beetle *Tribolium castaneum*. *Journal of Stored Products Research* 47(3): 238-243.
- SCHOTZKO, D.J. Y N.A. BOSQUE-PÉREZ. 2000. Seasonal dynamics of cereal aphids on Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) susceptible and resistant wheats. *Journal of Economic Entomology* 93: 975-981.
- SEVERSON, R., D.M. JACKSON, A.W. JOHNSON, R.V.W. ECKEL Y M.G. STEPHENSON. 1992. The cuticular chemistry of aphid resistant tobaccos. *Information Bulletin Coresta Congress*. Jerez de la Frontera, España, 144 pp.
- SOIL SURVEY STAFF. 1999. Soil taxonomy. 2nd ed. USDA Agriculture Handbook N° 436. 869 pp.
- SOUTHWOOD, T.R.E. Y P.A. HENDERSON. 2000. Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations. 3rd ed. Blackwell Science, Oxford, UK, 575 pp.
- SPEIGHT, M.R., M.D. HUNTER Y A.D. WATT. 2008. Ecology of insects. Concepts and applications. Wiley-Blackwell, Estados Unidos. 628 pp.
- STODDARD, F.L., A.H. NICHOLAS, D. RUBIALES, J. THOMAS Y A.M. VILLEGAS-FERNÁNDEZ. 2010. Integrated pest management in faba bean. *Field Crops Research* 115(3): 308-318.
- WANG, M., J. CHEN, D. CHENG Y G. YUAN. 2008. Epicuticular Wax on Wheat Leaves and Its Relationship with Cultivars Resistance to Wheat Aphids. *Chinese Journal of Applied & Environmental Biology* 14(3): 341-346.
- WEIBULL, J. 1987. Seasonal-changes in the free amino acids of oat and barley phloem sap in relation to plant growth stage and growth of *Rhopalosiphum padi*. *Annals of Applied Biology* 111: 729-737.