

FLUCTUACIONES DE LAS POBLACIONES DE *Diuraphis noxia* Y SUS ENEMIGOS NATURALES EN CULTIVOS DE TRIGO EN LA ZONA DE BAHIA BLANCA, ARGENTINA

Population fluctuation of *Diuraphis noxia* and its natural enemies in wheat crops at in the area of Bahía Blanca, Argentina

M.E. Reviriego¹, L.R. Descamps^{1*} y A.A. Ferrero¹

ABSTRACT

The Russian wheat aphid *Diuraphis noxia* Mordvilko (Homoptera:Aphididae) is a dangerous pest of economic importance to the Argentina's wheat growing region, dating from its appearance in 1991. Fluctuations in *D. noxia* population and its natural enemies were evaluated in the area of Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina, during 1994 and 1995. The information was obtained through direct plant sampling, water and soil traps and net catches. The first aphids were found in September during the phenological reed stage and the highest density was found in November during the phenological tassel stage. The age structure of the population was similar and was represented by young juvenile and adult forms. The population fitted an added type of pattern, constituted mainly of small pupa. The winged forms were found at the end of November, starting at that time their migration to natural grass. The alternative hosts were *Hordeum leporinum* Link, *Lolium multiflorum* Lam., *L. perenne* L., *Bromus unioloides* Kunth, and *Bromus brevis* Nees. The most outstanding predators during both years of study were the Coccinellidae, *Eriopis connexa* (Mulsant), *Hippodamia convergens* (Guer.) and *Coccinella ancoralis* (Germ.) which presented together with Hymenoptera: Aphidiidae the peak of the maximum occurrence simultaneous to the aphid's highest maximum population density. The presence of Diptera: Syrphidae and *Nabis* spp. was scarce.

Key words: Russian wheat aphid, predators, parasitoids, population density, alternative plant hosts.

RESUMEN

En Argentina el pulgón ruso del trigo, *Diuraphis noxia* Mordvilko (Homoptera: Aphididae), es una plaga de importancia económica en la región triguera a partir de su aparición en el país en 1991. En la zona de Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina, durante los años 1994 y 1995 se evaluaron las fluctuaciones poblacionales de *D. noxia* y sus enemigos naturales. La información fue obtenida mediante muestreo directo de plantas, trampas de agua y suelo, y golpes de red. Los primeros áfidos se registraron en el mes de septiembre en el estado fenológico de encañado y la mayor densidad se produjo en el mes de noviembre durante el estado fenológico de espigado. La estructura por edad de la población fue similar y estuvo representada por las formas juveniles y adultas. La población se ajustó a un patrón de distribución de tipo agregada, constituida en su mayoría por ninfas pequeñas. Las formas aladas se registraron a fines de noviembre, iniciando en esta época la migración hacia las gramíneas naturales. Los hospederos alternativos fueron cola de zorro, *Hordeum leporinum* Link; rye grass perenne, *Lolium perenne* L.; rye grass criollo, *Lolium multiflorum* Lam.; cebadilla australiana, *Bromus unioloides* Kunth, y cebadilla criolla, *Bromus brevis* Nees. Los depredadores más destacados para ambos años de estudio fueron los coccinélidos *Eriopis connexa* (Mulsant), *Hippodamia convergens* (Guer.) y *Coccinella ancoralis* (Germ.) que presentaron junto a Hymenoptera: Aphidiidae el pico de máxima ocurrencia en forma coincidente con la máxima densidad poblacional de los pulgones. La presencia de Diptera: Syrphidae y de *Nabis* spp. fue escasa.

Palabras clave: pulgón ruso del trigo, depredadores, parasitoides, densidad poblacional, plantas hospederas.

Investigación realizada con fondos otorgados por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional del Sur.

¹ Universidad Nacional del Sur, Departamento de Agronomía, 8000 Bahía Blanca, Argentina.

E-mail: descamps@criba.edu.ar *Autor para correspondencia.

Recibido: 21 de abril de 2005 Aceptado: 29 de diciembre de 2005.

INTRODUCCIÓN

El pulgón ruso del trigo, *Diuraphis noxia* (Mordvilko) (Homoptera: Aphididae), es una especie de origen asiático. El primer registro del pulgón ruso del trigo (PRT) en Sudamérica ocurrió en Chile en 1987 (Zerené *et al.*, 1988).

En Argentina, en 1991, se le detectó en la localidad de Malargüe, provincia de Mendoza, colonizando plantas de centeno, *Secale cereale* L. (Ortego y Delfino, 1992). En 1992 se le observó en la localidad de Algarrobo, provincia de Buenos Aires, en un lote, o potrero, de producción de trigo, *Triticum aestivum* L. (Dughetti y Larreguy, 1993).

El conocimiento de la distribución temporal y espacial de un organismo vivo es de considerable importancia ecológica y fundamental para programar las medidas más adecuadas en el control de la plaga (Nault *et al.*, 2004). También es destacable la importancia que tiene el conocimiento de la dispersión en los estudios de densidad, agregación y dinámica poblacional, ya que mediante ellos es posible definir los sistemas de muestreo más eficientes, establecer los niveles de daño económico de las especies plaga y conocer el funcionamiento del ecosistema (Hurbert, 1990; Nault *et al.*, 2004).

Los recuentos exactos en los muestreos del PRT se dificultan debido al tamaño de los áfidos y al elevado número de individuos por planta (Schaalje *et al.*, 1991). Feng y Nowierski (1992) y Butts y Schaalje (1994) demostraron que la distribución espacial de este áfido es de tipo agregada, es decir, que los pulgones se agrupan en aglomerados dejando espacios sin ocupar. Esta distribución se explica en gran medida a través del patrón de parición de las hembras partenogenéticas

Si bien los principales hospederos son trigo; cebada, *Hordeum vulgare* L.; y triticale, x *Triticosecale* Wittmack, los pastos nativos y cultivados son huéspedes alternativos fundamentales para la supervivencia de estos áfidos en los períodos en los que no hay cereales cultivados en el campo (Girma *et al.*, 1992; Kindler *et al.*, 1993; Messina *et al.*, 1993a,b).

En el control natural de este pulgón son numerosos los depredadores y parasitoides citados en la bibliografía mundial (Miller *et al.*, 1992; Noma *et al.*, 2005; Lee *et al.*, 2005). En Argentina el control

natural se lleva a cabo por los parasitoides *Aphidius colemani* y *Diaeretiella rapae* y los depredadores *Adalia bipunctata*, *Coccinella ancoralis* (Germ.), *Coleomegilla maculata*, *Cycloneda sanguinea*, *Eriopis connexa* (Mulsant), *Hippodamia convergens* (Guer.), *Allograpta exotica*, *Baccha clavata* y *Chrysoperla lanata* (Botto *et al.*, 1994).

Para realizar un manejo integrado de una plaga es importante conocer cómo fluctúan las poblaciones de los insectos en el tiempo, así como también los enemigos naturales, a fin de implementar mejores estrategias para su control (Salas-Araiza *et al.*, 1999).

Los objetivos del presente trabajo fueron estudiar las fluctuaciones poblacionales del pulgón ruso del trigo y de sus enemigos naturales en cultivos de trigo en la zona de Bahía Blanca e identificar las posibles plantas hospederas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un potrero (lote) de trigo para pan ubicado en el partido de Bahía Blanca (38°44' lat. Sur, 62°16' long. Oeste, 10,32 m.s.n.m.) provincia de Buenos Aires. La temperatura media anual es de 15,3°C, con una precipitación anual de 645,7 mm, una humedad relativa del 68%. El ensayo se realizó durante los años 1994 y 1995 en una parcela de 50 x 50 m ubicada en una esquina dentro del potrero.

Distribución temporal de *Diuraphis noxia*

Para el estudio de la densidad de los pulgones en plantas de trigo se tomaron 20 muestras al azar, en forma semanal, desde el 1 de septiembre hasta el 30 de noviembre, siendo la unidad de muestreo una planta completa de trigo. Para establecer la actividad de vuelo se empleó una trampa de agua tipo Moericke, de chapa galvanizada, de 60 x 40 x 15 cm, instalada a 80 cm del suelo, en la parte lateral del lote, en dirección a los vientos predominantes y libre de vegetación. La misma se llenó con agua, formol y detergente, actuando estas sustancias como conservantes y tensioactivas.

Estructura de la población según la edad de los pulgones

Se tomaron semanalmente desde el 1 de septiembre hasta el 30 de noviembre, cinco plantas al azar, y en ellas se registró el número total de ninfas y adultos.

Las formas juveniles se diferenciaron en ninfas chicas correspondientes al primero, segundo y tercer estadio, y grandes, representadas por el cuarto y quinto estadio. Los adultos se diferenciaron en ápteros y alados. Se determinaron los valores promedio correspondientes a las diferentes formas de la población y su desviación estándar.

Distribución espacial de *Diuraphis noxia*

El muestreo para la distribución espacial se realizó tomando 20 muestras al azar por semana, desde el 1 de septiembre hasta el 30 de noviembre, dentro de la parcela en estudio. La unidad de muestreo fue una planta completa de trigo y en ella se contó el número total de pulgones vivos. La información se analizó utilizando la ecuación de Taylor (Taylor, 1961), en la cual $s^2 = 6,095 x^{1,483}$. Para el contraste de hipótesis se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman ($r = 0,82$).

Distribución temporal de los enemigos naturales de *Diuraphis noxia*

El estudio de densidad de los enemigos naturales se llevó a cabo mediante muestreos de plantas, trampas de suelo y golpes de red. Los muestreos de plantas se realizaron en forma semanal, desde el 1 de septiembre hasta el 30 de noviembre, tomando 20 muestras al azar. La unidad de muestreo fue una planta entera. Se colocaron 10 trampas de suelo distribuidas al azar, las cuales consistieron en dos envases de plástico superpuestos, enterrados a ras

de suelo. Se llenaron con agua, formol y detergente y se protegieron con un techo de zinc de 10 x 10 cm a fin de evitar el rebalse de las mismas. Utilizando una red entomológica se recorrieron las diagonales de la parcela en estudio.

Identificación de plantas hospederas

En el área de estudio se realizó un listado en forma semanal, desde el 1 de septiembre hasta el 30 de noviembre, de plantas hospederas nativas y cultivadas. Se consideró planta hospedera cuando se encontró un pulgón y su colonia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Distribución temporal de *Diuraphis noxia*

En el año 1994, el primer registro de los áfidos ocurrió a mediados de octubre, en el estado fenológico de hoja bandera, con un promedio de 5,45 ($\pm 10,63$) pulgones por planta. El pico de máxima densidad se observó a mediados de noviembre en el estado fenológico de espigado con un promedio de 36 ($\pm 33,48$) individuos por planta (Figura 1).

En el segundo año, los primeros áfidos se detectaron a comienzo de octubre en el estado fenológico de encañado, con un promedio de 0,35 ($\pm 1,09$) pulgones por planta. El pico de máxima ocurrencia se observó a principios de noviembre, en el estado fenológico de espigado, con un promedio de 239 ($\pm 163,5$) áfidos por planta (Figura 1).

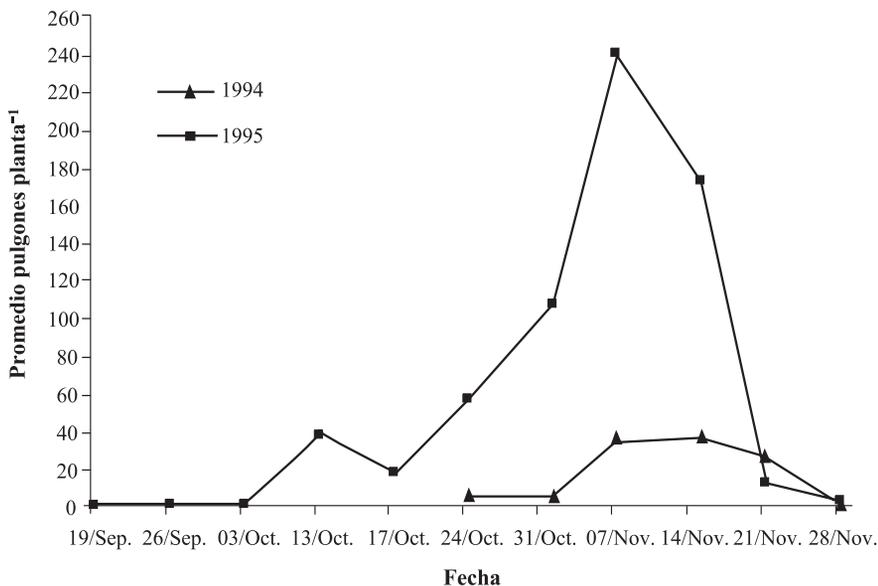


Figura 1. Densidad de la población del pulgón ruso del trigo por planta. 1994-1995.

Figure 1. Russian wheat aphid population density per plant. 1994-1995.

Durante los dos años, la máxima densidad poblacional se produjo en la primera quincena del mes de noviembre en el estado fenológico de espigado. En Sudáfrica, Aalbersberg *et al.* (1989) registraron el inicio del crecimiento poblacional de los pulgones a mediados del mes de octubre en el estado fenológico de macollado y un pico de máxima densidad a principios de noviembre en el estado fenológico de espigado. En estudios realizados en México, Salas-Araiza *et al.* (1999) establecieron que con temperaturas similares, la población de este áfido fue más abundante durante el estado de grano pastoso, contabilizando 22 individuos por planta.

En 1994, las primeras capturas de los individuos alados se registraron a principios de noviembre con 13 áfidos por trampa y la máxima actividad se observó a fines de noviembre con 42 individuos alados por trampa (Figura 2). Al año siguiente, los primeros alados se capturaron a mediados de septiembre con cuatro individuos por trampa, y la mayor captura se registró a mediados de noviembre con 27 alados por trampa (Figura 2).

La similitud entre ambos años de estudio en cuanto a las primeras apariciones y máxima densidad poblacional de los individuos alados, probablemente se deba a que durante esos años el cultivo maduró en la misma fecha. Así, en Sudáfrica la actividad de vuelo registrada en un cultivo de trigo, comienza en los meses de mayo-junio, aunque también puede

ocurrir en el mes de octubre presentando picos de máxima entre fines de septiembre y principios de noviembre (Aalbersberg *et al.*, 1984).

El umbral térmico de vuelo del PRT también es importante en el inicio de la actividad de las formas aladas. Según Aalbersberg *et al.* (1988) en Sudáfrica no se registró actividad de vuelo con temperaturas inferiores a los 14°C. Sin embargo, en la zona de este estudio las temperaturas medias en el mes de septiembre fueron de 12,9 y 12,4°C y en octubre de 14,9 y 15,6°C, respectivamente. Esta situación explicaría que en el área de estudio las formas aladas del áfido presentaran actividad a mediados del mes de septiembre.

En el seguimiento e identificación de los hospederos pudo detectarse la presencia del áfido sobre trigos voluntarios durante el mes de abril, cuando las temperaturas medias fueron de 15,1°C.

Estructura de la población según la edad de los pulgones

En el primer año de estudio, la mayor densidad poblacional de ninfas chicas se presentó a fines de noviembre, con un valor promedio de 35,2 individuos, mientras que el pico de mayor ocurrencia de las ninfas grandes se registró a mediados de noviembre con un valor promedio 6,4 individuos. Los adultos, presentaron el pico de mayor densidad poblacional a mediados de noviembre con

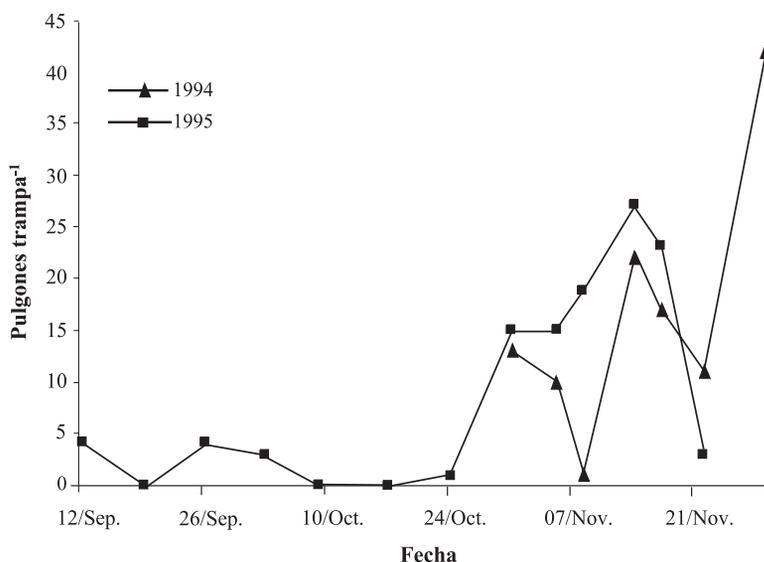


Figura 2. Densidad de la población alada del pulgón ruso del trigo en trampas de agua. 1994-1995.
Figure 2. Winged Russian wheat aphid population density in Moericke water traps. 1994-1995.

valores promedio de 1,2 individuos ápteros y 3,4 individuos alados (Figura 3). Al año siguiente, la mayor densidad de ninfas chicas y grandes se registró a principios de noviembre con un promedio de 175,8 y 93,2 individuos, respectivamente. Los adultos presentaron el pico de máxima densidad a principios de noviembre, con valores promedio de 25,8 individuos ápteros y cinco individuos alados (Figura 4).

Si se compara el mes de noviembre de ambos años de estudio, se observa que la estructura por edad del PRT fue similar, y estuvo representada por las formas juveniles y adultas. En este mes también se registraron las primeras hembras aladas debido a la disminución de la calidad del alimento, iniciando la migración hacia los hospederos alternativos a fin de sobrevivir hasta la aparición de los primeros cereales cultivados.

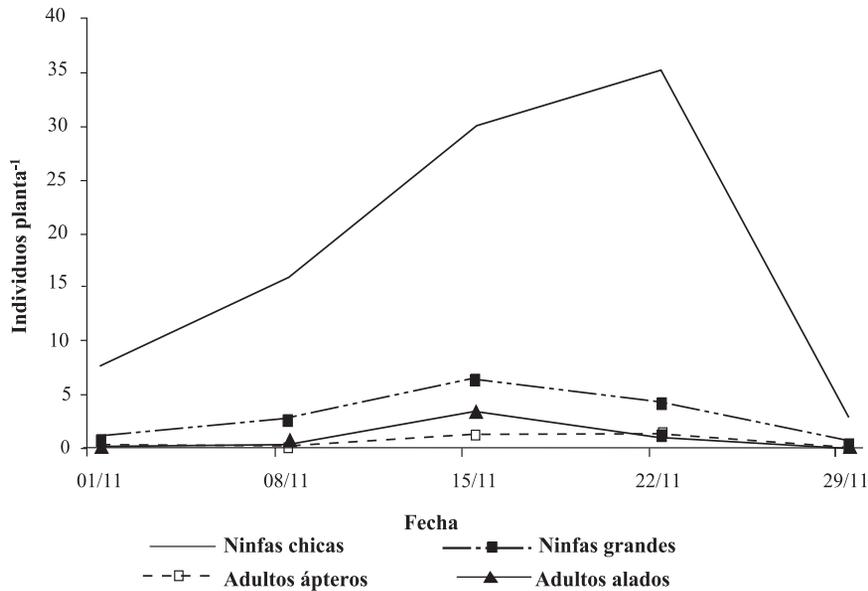


Figura 3. Estructura por edad del pulgón ruso del trigo en función del tiempo. 1994.
 Figure 3. Russian wheat aphid age structure throughout as a function of time. 1994.

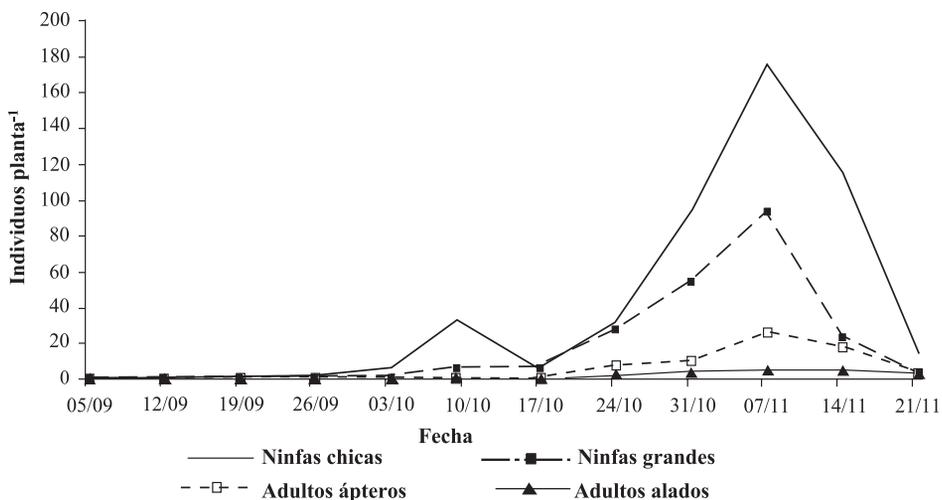


Figura 4. Estructura por edad del pulgón ruso del trigo en función del tiempo. 1995.
 Figure 4. Russian wheat aphid age structure throughout as a function of time. 1995.

Distribución espacial de *Diuraphis noxia*

Los resultados evidencian que la población del PRT se ajustó a un patrón de dispersión agregada, siendo el valor de $b > 1$ ($b = 1,483$).

Distribución temporal de los enemigos naturales

Durante los dos años se observaron en forma aislada Coleoptera: Coccinellidae y Diptera: Syrphidae. En el segundo año también se registraron pulgones parasitados por Hymenoptera: Aphidiidae, evaluándose la densidad poblacional a través del recuento de las momias. Las primeras de ellas se registraron a principios de octubre con un total promedio de 0,3 ($\pm 0,9$) momias por planta, alcanzando el pico de máxima densidad a principios de noviembre con 9,25 ($\pm 6,03$) momias por planta (Figura 5).

Si bien la mayor densidad poblacional de los microhimenópteros coincidió con la mayor abundancia de los áfidos, la relación parasitoide-hospedero fue baja. Según Pungerl (1984) la temperatura y el tamaño de la colonia del áfido condicionan la eficiencia de acción de los parasitoides.

Enemigos naturales por trampas de suelo

En el año 1994 los enemigos naturales detectados en las trampas de suelo fueron los coccinélidos, las chinches depredadoras y los araneidos (Figura 6).

Dentro de los coccinélidos, los adultos de la vaquita convergente, *Hippodamia convergens*, presentaron

un pico de máxima ocurrencia a mediados de noviembre con 14 individuos en las 10 trampas de suelo. La vaquita manchada, *Eriopsis connexa*, se halló en tres oportunidades con densidades semejantes, 4 -6 individuos en las 10 trampas de suelo. Las chinches depredadoras, *Nabis* spp. y *Geocoris* sp., se observaron en número reducido sólo al final del ciclo del cultivo.

Al año siguiente, los araneidos y tres especies de coccinélidos fueron encontrados depredando las colonias del PRT. Estas especies estuvieron representadas por: *H. convergens* con un pico de máxima ocurrencia a fines de septiembre con cuatro individuos en 10 trampas de suelo, vaquita del áncora, *Coccinella ancoralis* y *E. connexa* contabilizaron a mediados de octubre cuatro y seis individuos, respectivamente, en las 10 trampas de suelo. También se halló en escaso número a *Nabis* spp. en el mes de septiembre. Durante la primera quincena de octubre se observó la presencia de parasitoides (Figura 7).

Enemigos naturales en golpes de red

En 1994, los enemigos naturales más numerosos colectados en 100 golpes de red fueron los coccinélidos, los cuales se observaron en dos momentos de máxima densidad, a mediados y a fines de noviembre.

En la primera fecha se registraron las siguientes especies: formas adultas de *E. connexa* con 74 individuos por 100 golpes de red, *H. convergens*

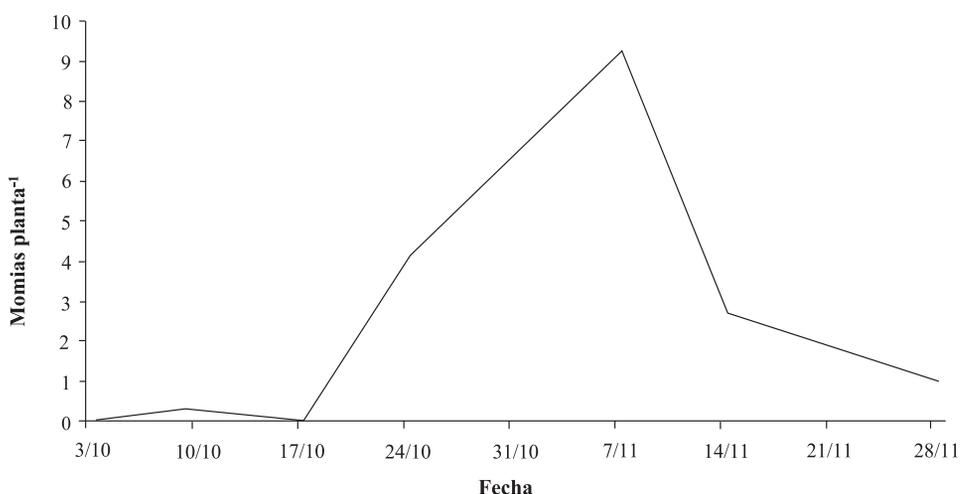


Figura 5. Densidad de la población de parasitoides por planta. 1995.

Figure 5. Population density of parasitoids in per plant. 1995.

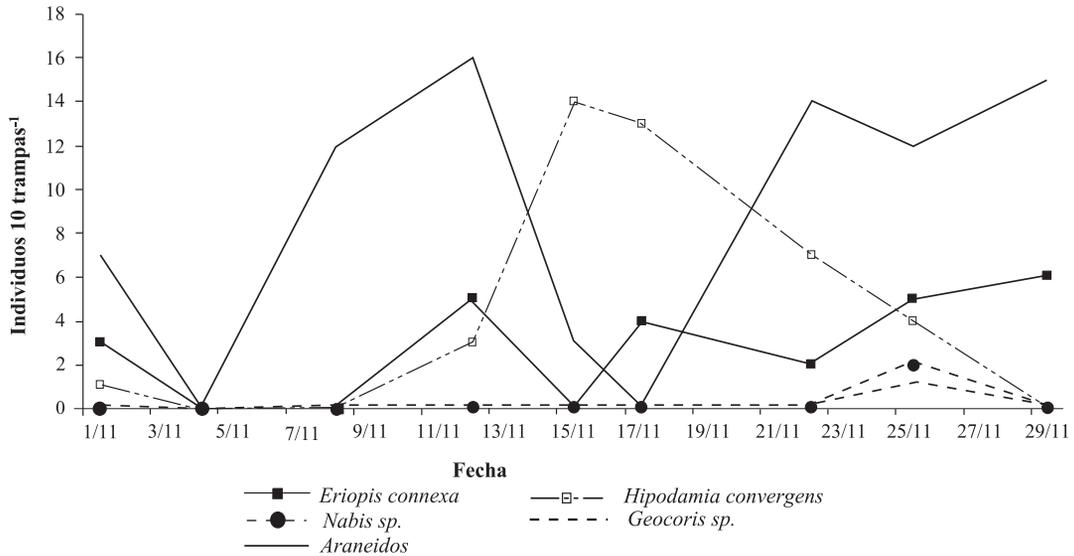


Figura 6. Densidad de la población de predadores en trampas de suelo. 1994.
Figure 6. Population density of predators in soil traps. 1994.

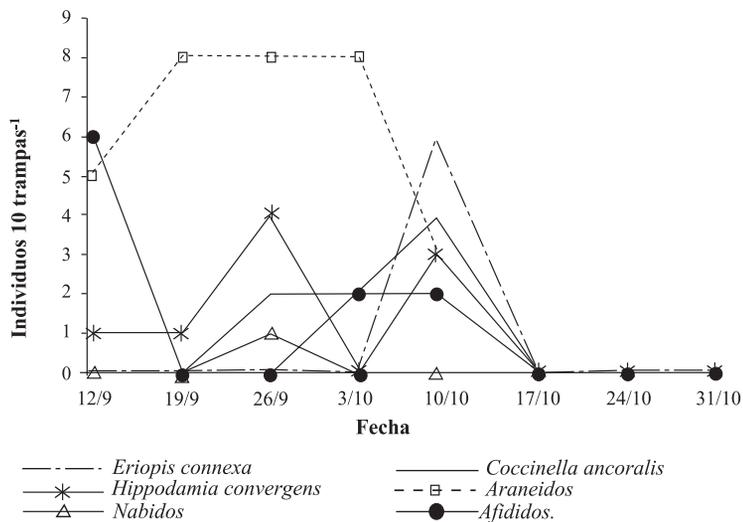


Figura 7. Densidad de la población de predadores y parasitoides en trampas de suelo. 1995.
Figure 7. Population density of predators and parasitoids in soil traps. 1995.

con 29 y *C. ancoralis* con 16. En el segundo registro se observaron los siguientes coccinélidos, *E. connexa* con 150 ejemplares por 100 golpes de red, *H. convergens* con 42 y *C. ancoralis* con tres individuos. También se observaron larvas, las que alcanzaron el mayor número de individuos a mediados de noviembre, con 87 por 100 golpes de red. El pico de

máxima presencia de *Nabis* spp. se registró a mediados de noviembre con 23 individuos (Figura 8). Al año siguiente, los enemigos naturales más abundantes fueron los depredadores *E. connexa* (Mulsant) con 93 individuos por 100 golpes de red, *H. convergens* (Guer.) con 57 y *C. ancoralis* (Germ.) con 26, registrados a mediados de noviembre. Las mos-

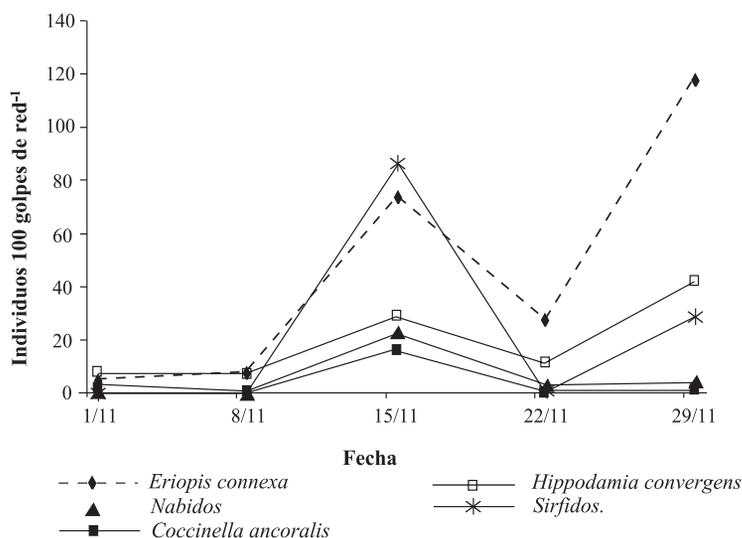


Figura 8. Densidad de la población de predadores en 100 golpes de red. 1994.

Figure 8. Population density of predators in 100 net catches. 1994.

cas sírfidas presentaron su máxima densidad a principios de noviembre, con cuatro individuos por 100 golpes de red. Los araneidos y *Nabis* spp. se hallaron en muy bajas densidades (Figura 9).

En resumen, durante los dos años de estudio, los enemigos naturales más destacados durante el ciclo de desarrollo del cultivo de trigo fueron *H. convergens*, *E. connexa* y *C. ancoralis*. Éstos han sido mencionados por otros investigadores como promisorios en el control natural del PRT (Pike, 1992; Botto *et al.*, 1994). En EE.UU., *Coccinella septempunctata* e *H. convergens* se alimentan del pulgón

ruso. El tamaño de sus cuerpos y el enrollamiento de las hojas les impide ingresar y encontrar la colonia de los pulgones para alimentarse (Formusoh y Wilde, 1993). Franzmann (2002), en Australia halló que *Hippodamia variegata* (Goeze) es un depredador eficiente en el control del PRT. En Chile, estas especies son consideradas dentro del complejo de los enemigos naturales que controlan áfidos en los cereales, aunque hasta el momento se desconoce su eficiencia (Gerding y Norambuena, 1991; Gerding, 1992). En Argentina, se encontró que *A. bipunctata*, *E. connexa* e *H. convergens* son importantes reguladores de las poblaciones de este áfido. También se

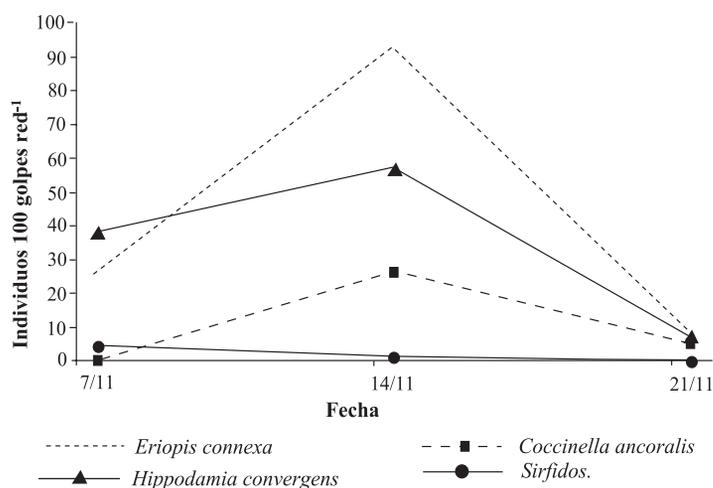


Figura 9. Densidad de la población de predadores en 100 golpes de red. 1995.

Figure 9. Population density of predators in 100 pitfall trapsnet catches. 1995.

observaron larvas de moscas sírfidas en el interior de las hojas acartuchadas, aunque en bajas densidades. Esta información es coincidente con la hallada por Norambuena y Gerding (1990) y Botto *et al.* (1995), quienes citan a *Allograpta exotica* y a *Baccha clavata* como importantes agentes de biocontrol del PRT.

En los muestreos realizados en la zona en estudio se observaron hemípteros depredadores pertenecientes a los géneros *Nabis* y *Orius*, aunque su presencia fue escasa. También se hallaron microhimenópteros, especialmente durante el segundo año, aunque en bajas densidades.

Identificación de plantas hospederas

Las principales hospederas fueron el trigo para pan; el trigo candeal, *T. durum* L.; la cebada, y el triticale. En ambos tipos de trigos; cebadas y avenas voluntarias se observó el desarrollo de colonias incipientes de este áfido.

Las especies silvestres preferidas por el PRT fueron: cola de zorro, *Hordeum leporinum* Link; rye grass criollo, *Lolium multiflorum* Lam.; rye grass perenne, *L. perenne* L.; cebadilla australiana, *Bromus unioloides* Kunth y cebadilla criolla, *Bromus brevis* Nees.

Si bien *D. noxia* prefiere cereales como trigo y cebada, suele también alimentarse de gramíneas naturales pertenecientes a los géneros *Lolium*, *Hordeum* y *Bromus* (Pike y Allison, 1991). A pesar que en las especies silvestres el PRT no logra un buen desarrollo, estos hospederos alternativos son fun-

damentales para su supervivencia durante la época en que no hay cereales cultivados en el campo (Kindler *et al.*, 1993).

CONCLUSIONES

Diuraphis noxia inició la colonización en el mes de septiembre en el estado fenológico de encañado. La mayor densidad de los áfidos se produjo en el mes de noviembre durante el estado fenológico de espigado. La estructura por edad de la población estuvo representada por todas las formas: juveniles y adultas. La población del pulgón ruso del trigo se ajustó a un patrón de distribución de tipo agregada constituida en su mayoría por ninfas chicas. Las formas aladas se registraron a fines de noviembre iniciando en esta época la migración hacia los hospederos alternativos, tales como cola de zorro (*Hordeum leporinum* Link), rye grass perenne (*Lolium perenne* L.), rye grass criollo (*Lolium multiflorum* Lam.), cebadilla australiana *Bromus unioloides* (Kunth) y cebadilla criolla (*Bromus brevis* Nees).

Los enemigos naturales más destacados fueron los parasitoides (Hymenoptera: Aphidiidae), los depredadores *Eriopis connexa* (Mulsant), *Hippodamia convergens* (Guer.) y *Coccinella ancoralis* (Germ.) (Coleoptera: Coccinellidae), larvas de moscas sírfidas (Diptera: Syrphidae) y chinches depredadoras (Hemiptera: Nabidae). Ambos enemigos naturales, depredadores y parasitoides, presentaron la mayor densidad poblacional en coincidencia con el pico de máxima ocurrencia de los áfidos. En ninguno de los años de estudio se observaron hongos entomopatógenos.

LITERATURA CITADA

- Aalbersberg, Y.K., F. Du Toit, M.C. Van der Westhuizen, and P.H. Hewitt. 1988. Natural enemies and their impact on *Diuraphis noxia* (Mordvilko) (Hemiptera: Aphididae) populations. Bull. Entomol. Res. 78:11-120.
- Aalbersberg, Y.K., M.C. Van der Westhuizen, and P.H. Hewitt. 1989. Characteristics of the population build up of the Russian wheat aphid *Diuraphis noxia* and the effect on wheat yield in the eastern Orange Free State. Ann. Appl. Biol. 114:231-242.
- Aalbersberg, Y.K., M.C., Walters, and N.J. Van Rensburg. 1984. The status and potential of biological control studies on *Diuraphis noxia* (Aphididae). p. 44-46. In Walters, M.C. (ed.). Progress in Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia* Mordv.) research in the Republic of South Africa. Proc. Meeting of the Russian Aphid Task Team, Bloemfontein. 5-6 May 1982. Univ. of the Orange Free States. Tech. Commun. N° 191. 78 p. Department of Agriculture, Bloemfontein, Republic of South Africa.
- Botto, E.N., C. Monetti, J. Ortego, and A.C. Dughetti. 1994. Natural enemies of cereal aphids and their potential rol in natural biological control of Russian wheat aphid *Diuraphis noxia* (Mordvilko) in Argentina. Sixth Russian Wheat Aphid Workshop, 23-25 January. USDA, Fort Collins, Colorado, USA.
- Botto, E.N., C. Monetti, J. Ortego, and A.C. Dughetti. 1995. Natural enemies of cereal aphids and their potential against the Russian wheat aphid *Diuraphis noxia* (Mordvilko) (Homoptera: Aphididae) in Argentina. Vedalia 2:39-40.

- Butts, R.A., and G.B. Schaalje. 1994. Spatial distribution of fall populations of Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) on winter wheat. *J. Econ. Entomol.* 87:1230-1236.
- Dughetti, A.C., y V.E. Larreguy. 1993. El pulgón ruso del trigo *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae). Boletín Técnico N° 2. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Ascasubi, Buenos Aires, Argentina.
- Feng, M.G., and R.M. Nowierski. 1992. Variation in spatial patterns of the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) among small grains in the northwestern United States. *Environ. Entomol.* 21:1029-1034.
- Formusoh, E.S., and G.E. Wilde. 1993. Preference and development of two species of predatory coccinellids on the Russian wheat aphid and greenbug biotype E (Homoptera: Aphididae). *J. Agric. Entomol.* 10:65-70.
- Franzmann, B. 2002. *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera:Coccinellidae), a predacious lady bird new in Australia. *Aust. J. Entomol.* 41:375.
- Gerding, M. 1992. Control biológico de áfidos en cereales. Serie Quilamapu N° 36. p. 29-73. In Gerding, M. (ed.). Taller Internacional de Control Biológico del Áfido Ruso del Trigo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Quilamapu, Chillán, Chile.
- Gerding, M., y H. Norambuena. 1991. Posible rol de los enemigos naturales de áfidos presentes en Chile sobre el áfido ruso del trigo (*Diuraphis noxia* Mordvilko) (Homoptera: Aphididae). *Agric. Téc. (Chile)* 51:69-71.
- Girma, M., G.E. Wilde, and J.C. Reese. 1992. Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) feeding behaviour on host and nonhost plants. *J. Econ. Entomol.* 85:395-401.
- Hurbert, S.H. 1990. Spatial distribution of the montane unicorn. *Oikos* 58:257-271.
- Kindler, S.D., K.B. Jensen, and T.L. Springer. 1993. An overview: resistance to the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) within the perennial Triticaceae. *J. Econ. Entomol.* 86:1609-1618.
- Lee, J.H., H.C. Elliott., S.D. Kindler, B.W. French., C.B. Walker, and R.D. Eikenbary. 2005. Natural enemy impact on the Russian wheat aphid in southeastern Colorado. *Environ. Entomol.* 34:115-123.
- Messina, F.J., T.A. Jones, and D.C. Nielson. 1993a. Seasonal variation in performance of the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) on alternate hosts. *Environ. Entomol.* 22:1022-1030.
- Messina, F.J., T.A. Jones, and D.C. Nielson. 1993b. Performance of the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) on perennial range grasses effects of previous defoliation. *Environ. Entomol.* 22:1349-1354.
- Miller, R.H., K.S. Pike, L.K. Tanigoshi, and L.L. Buschman. 1992. The Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* Mordvilko (Homoptera: Aphididae) and its natural enemies in Morocco, Jordan, Syria and Turkey. p. 61-68. Proc. 2nd Turkish Congr. Entomol., Adana, Turkey. 28-31 Oct. 1992. Adana, Turkey
- Nault, B.A., D.A. Shah, H.R. Dillard, and A.C. Mc Faul. 2004. Seasonal and spatial dynamics of alate dispersal in snap bean fields in proximity to alfalfa and implications for virus management. *Environ. Entomol.* 33:1563-1601.
- Noma, T., M.J. Brewer, K.S. Pike, and S.D. Galmari. 2005. Hymenopteran parasitoids and dipteran predators on *Diuraphis noxia* in the west-central Great Plains of North America: species records and geographic range. *BioControl.* 50:97-111.
- Norambuena, M.H., y M.P. Gerding. 1990. El pulgón ruso del trigo. Investigación y Progreso Agropecuario La Platina N° 59. p. 48-52.
- Ortego, J., y M.A. Delfino. 1992. Presencia de *Diuraphis noxia* (Mordvilko) (Homoptera: Aphididae) en la Argentina. VIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas, Paraná., Entre Ríos, Argentina. Septiembre 1992. UNER, Paraná, Entre Ríos
- Pike, K.S. 1992. Russian wheat aphid (RWA) biological control. RWA natural enemy collections, rearing, release, and field evaluation. RWA damage, injury, and management. Serie Quilamapu N° 36. p. 69-85. In Gerding, M. (ed.) Taller Internacional de Control Biológico del Áfido Ruso del Trigo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Quilamapu, Chillán, Chile.
- Pike, K.S., and D. Allison. 1991. Russian wheat aphid. Biology, damage and management. 23 p. Pacific Northwest Research Bull. 371. Washington State University, Pullman, Washington, USA.
- Pungerl, N.B. 1984. Host preferences of *Aphidius* (Hymenoptera:Aphidiidae). Populations parasitising pea and cereal (Hemiptera: Aphididae). *Bull. Entomol. Res.* 74:153-161
- Salas-Araiza, M.D., E. Salazar Solís, y M. Martínez Salinas. 1999. Fluctuación poblacional de los áfidos del trigo y sus enemigos naturales en El Bajío, México. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 52:58-64.
- Schaalje, G.B., R.A. Butts, and T.J. Lysyk. 1991. Simulation studies of binomial sampling: a new variance estimator and density predictor, with special reference to the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae). *J. Econ. Entomol.* 84:140-147.
- Taylor, L.R. 1961. Aggregation, variance, and the mean. *Nature (London)* 189:732-735.
- Zerené, M., M. Caglevic, e I. Ramírez. 1988. Un nuevo áfido de los cereales detectado en Chile. *Agric. Téc. (Chile)* 48:60-61.