

Expresión de la antibiosis y de la antixenosis contra el pulgón negro de los cereales (*Sipha maydis*) en cultivares comerciales de trigos

Vilma Luciana SALDÚA ^{1, 2} y Ana María CASTRO ^{1, 2}

¹ INFIVE ² Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP Calle 60 y 119- La Plata (1900) Argentina.

Saldúa, V.L. & A.M. Castro (2011) Expresión de la antibiosis y de la antixenosis contra el pulgón negro de los cereales (*Sipha maydis*) en cultivares comerciales de trigo. Rev.Fac.Agron. Vol 110 (1): 1- 11.

Sipha maydis Passerini es una nueva plaga de cereales de invierno; su primera aparición en la Argentina ocurrió en el año 2002 expandiéndose rápidamente por todo el territorio infestando cereales y pastos. El presente trabajo tiene por objetivo analizar la antixenosis y la antibiosis de 47 cultivares comerciales de trigo frente a *S. maydis*. Se evaluó la antixenosis mediante la prueba de libre selección de hospedero contabilizando el número de áfidos por planta luego de 24 hs de infestación. La antibiosis se determinó evaluando en el insecto la duración del ciclo inmaduro (d), la fertilidad en un período igual a d (md), la fertilidad específica (FT), la longevidad (L), la extensión del período reproductivo (PR) y la tasa intrínseca de incremento poblacional (rm). Se registraron diferencias altamente significativas entre cultivares con distintos niveles de resistencia antixenótica. El 24 % de los cultivares resultaron con valores promedios entre 1 y 3 áfidos por planta, correspondientes a un nivel alto de antixenosis. Se observaron diferencias altamente significativas para los parámetros d, md, FT, L, y Pr; en cambio no hubo diferencias en el rm. Cuatro cultivares presentaron un fuerte efecto antibiótico al impedir que el áfido sobreviviera más allá de 5 días en el estado ninfal. Sólo cuatro cultivares mostraron antixenosis constitutiva y antibiosis contra *Sipha maydis*. El presente trabajo es el primero en analizar estos mecanismos de defensa en cultivares comerciales de trigo argentinos provenientes de diferentes parentales y de distintos criaderos.

Palabras clave: no preferencia, resistencia, defensa, insectos succionadores, cereales

Saldúa, V.L. & A.M. Castro (2011) Antibiosis and antixenosis against the black cereal aphid (*Sipha maydis*) in commercial wheat cultivars. Rev.Fac.Agron. Vol 110 (1): 1- 11.

Sipha maydis Passerini is a new pest of winter cereals in Argentina, detected in 2002. Afterwards, the insect spread out through the country infesting small grains and grasses. In order to determine the antixenosis and antibiosis level to *S. maydis* it was recorded on 47 commercial wheat cultivars. Antixenosis was assessed by host free choice test recording the number of insects per plant after 24 hs of infestation. Antibiosis was assessed by the length of insect immature cycle (d), fertility in a period equal to d (md), specific fertility (FT), longevity (L), reproductive period (PR) and intrinsic rate of population increase (rm). There were significant differences between cultivars in antixenosis, with 24% of them showing a high level of antixenosis (1-3 aphids per plant as average values). There were highly significant differences in d, md, FT, L and Pr among aphids reared in the 47 wheat cultivars. However, no significant differences were found in rm. Four cultivars carried a strong antibiotic effect by preventing aphid survival beyond 5 days in the nymphal stage. Four cultivars showed antixenosis and antibiosis against *Sipha maydis*. This study is the first to analyze these defense mechanisms in Argentinean wheat cultivars derived from different parents and commercial breeders.

Key words: no preference, resistance, defense, sucking insects, cereals

Recibido: 21/12/2010

Aceptado: 23/05/2011

Disponible on line: 16/06/2011

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

INTRODUCCIÓN

Los áfidos son un grupo de pequeños insectos que pertenecen al Orden Hemiptera; son considerados en todo el mundo como uno de los grupos entomológicos más importantes desde el punto de vista agronómico, debido que varias especies causan grandes pérdidas económicas (Dixon, 1987; 1994; Kaloshian & Walling, 2005; Lushai et al., 2003). *Sipha maydis* Passerini, conocido como el “pulgón negro de los cereales” es una nueva plaga de cereales de invierno y gramíneas silvestres en la Argentina. Desde su primera aparición, en el año 2002 (Delfino, 2002; Ortego & Difabio, 2002; Saluso, 2003; 2004), se ha expandido rápidamente por todo el territorio (Corrales et al., 2007). Diversos autores notificaron su presencia sobre gramíneas silvestres y cultivadas, entre ellos trigo, cebada y pasturas naturales e implantadas (Corrales et al., 2007; Kavallieratos et al., 2004; Mahmood et al., 2002; Saluso, 2004;). Éste áfido contribuye a la transmisión de virosis, entre ellas el virus enanizante de la cebada (BYDV) y el virus del mosaico del pepino (CMV) (El-Yaman & Hill, 1991). Algunos autores han evaluado el crecimiento de la población de *Sipha maydis* en algunos cultivares comerciales de trigo y cebada señalándolo como una plaga potencial debido a sus altos valores de fecundidad y supervivencia (Brustle et al. 2008; Ricci & Kahan, 2005).

Algunas investigaciones realizadas sobre el crecimiento y desarrollo individual de los áfidos, han permitido predecir cambios futuros en las tasas de crecimiento poblacional (Awmack & Leather, 2008). La importancia de estudiar el ciclo de vida de estos insectos, radica en el hecho que las altas tasas de crecimiento y desarrollo individual, junto a un tiempo de desarrollo muy corto, les permite colonizar rápidamente los cultivos (Dixon, 1987; Lushai et al., 2003). Sin embargo, es importante tener en cuenta que tanto la supervivencia, como las estrategias reproductivas de estas plagas, varían según la planta hospedera donde se asienten (Mei-Hwa Kuo, et al. 2006).

El trigo es uno de los cultivos más viejos sembrados por el hombre. Se cultivan varias especies, pero el trigo pan moderno, *Triticum aestivum* L. es la especie más extensamente cultivada en el mundo (Evans et al., 1975). Hay varias especies de áfidos asociados a este cultivo que le provocan serios daños y disminuyen su producción. Diversas investigaciones han encontrado fuentes de resistencia y han permitido el desarrollo y uso de variedades resistentes de cebada y trigo contra áfidos principalmente a *Diuraphis noxia* y a *Schizaphis graminum*, mejoramiento genético que ha conseguido controlar pérdidas millonarias en USA, (Porter & Mornhinweg, 2004; Smith et al., 1991; Tyler et al., 1985). En nuestro país los trabajos pioneros del Profesor Arriaga, incluyendo la identificación de genes de resistencia en trigo, cebada y avena, permitieron durante décadas controlar estas plagas con uso mínimo de pesticidas (Arriaga, 1958; Arriaga et al., 1963; Castro et al., 1998; 2001). De hecho un gen de resistencia identificado en centeno y transferido a trigo permitió el manejo de estas plagas en todo el planeta cuando CIMMYT incluyó el gen de trigo ‘amigo’ en todos sus cultivares (Sebesta et al., 1995). Por otro

lado, en nuestro país se ha planteado el uso de genes de especies silvestres en la papa cultivada, otorgando resistencia a los áfidos vectores de virus (Camadro & Mendiburu, 1988). Esta estrategia de control es sustentable para las mayores producciones de nuestro país y existen antecedentes de su uso desde hace más de seis décadas (Castro, 1994).

Los insectos fitófagos al alimentarse en sus plantas hospederas, pueden activar múltiples mecanismos de defensa (Walling, 2000; Howe & Jander, 2008; Wu & Baldwin, 2009). La antixenosis o no-preferencia, permite a las plantas no compatibilizar con el insecto, evitando que éste la utilice para oviposición, alimento o refugio. Dicho mecanismo afecta en forma adversa el comportamiento del insecto no permitiéndole parasitar ciertos genotipos de sus hospedantes (Painter, 1951). Otro tipo de resistencia contra los insectos es el llamado mecanismo de antibiosis, por el cual las plantas afectan el crecimiento, desarrollo o supervivencia del mismo (Painter, 1951).

Existen ciertos compuestos químicos que sirven al insecto para ubicar y reconocer a la planta como hospedera adecuada, pudiendo actuar como inhibitorios o estimulantes de la alimentación (Campbell et al. 1986; Smith & Boyko, 2006). Otros compuestos pueden interferir con la eficiencia en la alimentación, actuando como antialimentarios y participar como deterrente ocasionando antixenosis (Baldwin & Preston, 1999; Berenbaum, 1995; Givovich & Niemeier, 1994; Givovich et al., 1992), incluso algunas proteínas pueden inhibir el crecimiento y desarrollo de los áfidos, produciendo antibiosis (Rahbé & Febvay, 1993; Rahbé et al., 1995).

El presente trabajo tiene por objetivo caracterizar el comportamiento de 47 cultivares comerciales de trigo frente a *S. maydis*, evaluando los niveles de antixenosis y de antibiosis al áfido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ensayo de antixenosis

Se empleó un total de 47 cultivares comerciales de trigo obtenidos de los respectivos criaderos (Tabla 1). Se germinaron las semillas durante 24 h en cajas de Petri y luego se trasplantó a envases de plásticos (viales) de 5 cm x 1,5 cm de diámetro con un sustrato de vermiculita. La antixenosis (no preferencia) se evaluó por la prueba de libre selección de hospedero, siguiendo la metodología de Castro et al. (1994; 1998; 2001). Para ello, al estado de segunda hoja expandida, se ubicó una planta de cada uno de los cultivares formando un círculo, permitiendo al insecto la libre elección del hospedante (Fig. 1). En el centro de ese círculo, se colocó una cantidad de insectos equivalente a 7 hembras adultas ápteras por planta, mediante la ayuda de un pincel fino, para no dañar a los áfidos. Todo el sistema se tapó con un recipiente de plástico redondo (PET) y se lo cubrió con una tela negra para eliminar la influencia de la luz en la elección. A las 24 h se contó el número de insectos presentes por planta. Se realizaron 10 repeticiones con una planta nueva de cada uno de los cultivares, en cada repetición sorteando en cada caso su ubicación en el círculo.

Tabla 1. Valores promedios de antixenosis (N° de áfidos/planta) y de antibiosis a *Sipha maydis* de 47 cultivares comerciales de trigo. d =duración del ciclo inmaduro; md = fertilidad en un periodo igual a d ; FT = fertilidad específica; L = longevidad; PR = período reproductivo; rm = tasa intrínseca de incremento poblacional.

Table 1. Mean values of antixenosis (N° of aphids/plant) and antibiosis against *Sipha maydis* in 47 commercial wheat cultivars. d = length of insect immature cycle; md = fertility in a period equal to d ; FT = specific fertility; L = longevity; PR = reproductive period and rm = intrinsic rate of population increase.

Criaderos	Cultivares	Antixenosis	d	md	FT	L	PR	rm
ACA	ACA 201	2,1	10,3	25,4	73,5	50,3	40	0,23
ACA	ACA 801	5,6	9	25,2	73,4	45,1	36,3	0,27
ACA	ACA 901	4,1	9,8	29,1	87,3	50,5	40,5	0,25
ACA	ACA 601	7,4	9,8	18,6	36,2	36,2	26	0,21
ACA	ACA 315	6,3	10,1	14,4	36,2	31,8	21,8	0,21
ACA	ACA 303	7,5	9,5	14,2	32,8	33,1	22,6	0,21
ACA	ACA 302	6,3	11,3	20,8	53,8	38,7	27,7	0,22
ACA	ACA 304	9,3	9,4	23,5	47,3	31,2	21,3	0,24
Buck	Arriero	7	9,8	22,7	66,6	40	30,1	0,23
Buck	Guatimozín	7,3	9,8	24,4	47	31,2	21,1	0,25
Buck	Norteño	5,5	10	15	30,6	26	16	0,22
Buck	Mataco	5,6	9,4	24	40,9	24,4	14,8	0,25
Buck	Glutino	6,6	9,4	10,2	21,4	20,8	11,4	0,25
Buck	Biguá	8,1	8,3	20,6	58,3	34,8	26,5	0,27
Buck	Taita	5,3	8,8	21,8	58,6	35,1	26,2	0,25
Buck	Meteoro	7,5	8,7	21,1	60,9	37,2	28,4	0,26
Buck	Huanchen	6,6	8,7	20,5	50,4	34,4	27,4	0,26
Buck	Puelche	4,4	9,4	25	49,6	30,8	21,4	0,26
Buck	75 Aniversario	3,2	8,5	24,3	66,5	37,1	28,6	0,28
Buck	Baqueano	6,4	8,8	23	46,8	30	21,1	0,26
Buck	Guapo	3,1	9,2	24,2	46,5	29,1	19,8	0,25
Buck	Ranquel	5,1	8,7	21,1	45,3	30,1	21,3	0,26
Nidera	Baguette13	3,5	9,8	12	26,8	22,2	12,3	0,22
Nidera	Baguette19	3,5	9,6	19,6	33,8	23,1	13,5	0,29
Nidera	Baguette 21	5,5	10	22,4	34,8	23,6	13,4	0,24
Nidera	Baguette10	1	0	0	0	2,7	0	0
Nidera	Baguette 11	4	0	0	0	7	0	0
Biointa	Biointa3000	2,1	0	0	0	8,1	0	0
Biointa	Biointa2002	1,1	0	0	0	9	0	0
Don Mario	Onix	5,4	9,5	27,5	56,4	34,6	25	0,26
Relmó	Condor	4,1	9,4	21,2	39	28,9	19,4	0,25
Relmó	INIA Tijereta	2,4	10	19	43,1	30,7	20,7	0,23
Relmó	Sirirí	4	10,2	20,6	40,7	28,2	18	0,23
Relmó	Churrinche	4,9	8,8	17	47	34,6	25,7	0,24
Relmó	Torcaza	3,4	10	25,5	67,2	42,2	32,5	0,24
Relmó	Centinela	7,2	9,5	24,1	32,2	22,2	12,7	0,26
Klein	Sagitario	5,7	10,3	27,6	75,8	49,7	39,4	0,24
Klein	Chajá	4,3	9,7	23,8	74,1	48	38,2	0,24
Klein	Tauro	6,6	8,8	19,1	34,7	26,4	17,7	0,25
Klein	Jabalí	9	9,5	18,1	34,2	25,4	16,4	0,24
Klein	Flecha	7,9	9	20	34,2	26,5	17,5	0,26
Klein	Castor	4,4	9,6	26,4	70,3	48,4	38,8	0,25
Klein	Escorpión	3,1	10,1	19,3	36,3	26,2	16,2	0,23
Klein	Capricornio	5,1	9,5	16,1	34,1	24,8	15,2	0,24
Klein	Gavilán	7,2	10,1	22,2	43,8	32,4	22,4	0,23
Klein	Proteo	5,3	8,6	11,3	30,6	26,3	17,4	0,24
Klein	Zorro	5,3	8,9	14,4	26,8	21,8	12,8	0,24



Figura 1. Prueba de libre selección de hospedero para evaluar la antixenosis (no preferencia) a *Sipha maydis* en 47 cultivares comerciales de trigo.

Figure 1. Free choice test to assess the antixenosis (no preference) to *Sipha maydis* in 47 commercial cultivars of wheat

Ensayo de antibiosis

El mecanismo de antibiosis se analizó en 47 variedades comerciales de trigo (Tabla 1). Las semillas germinaron en cajas de Petri, transplantándose a las 24 h en forma individual a envases de plásticos (PET) de 15 cm x 9 cm de diámetro, conteniendo tierra comercial como sustrato.

Inicialmente, se ubicó una hembra adulta áptera por planta, al reproducirse se eligieron 2 ninfas neonatas por cada planta y se eliminó el adulto. Cuando estas ninfas alcanzaron el estado reproductivo, se seleccionó al azar una de ellas, eliminando el resto de los insectos. Se utilizó la segunda generación para evitar la influencia que tiene el hospedero previo (Castro et al., 1994; 1998). Al estado de segunda hoja expandida, se ubicó sobre la planta la ninfa seleccionada y se registraron los siguientes parámetros de crecimiento y desarrollo del insecto: d es la duración del ciclo inmaduro, período entre el nacimiento y el estado reproductivo (llamado también período prereproductivo); md es la fertilidad en un período igual a d ; FT o fertilidad específica, equivale al número de ninfas nacidas por hembra, desde el comienzo de la etapa reproductiva hasta finalizar esta etapa; L es la longevidad, se extiende desde el nacimiento hasta su muerte; PR es el período reproductivo, se extiende desde el inicio del estado adulto reproductivo hasta que cesa la producción de ninfas; rm es la tasa intrínseca de incremento poblacional definida como la capacidad de crecimiento a partir de la descendencia de una sola hembra, [$rm = 0,738(\log Md)/d$, donde la constante 0,738 es media de la pendiente de la regresión de Md sobre d para 4 especies de áfidos] (Wyatt & White, 1977; Castro et al., 1994; 2001). Las plantas fueron cambiadas a medida que se deterioraban o al llegar a

cuarta hoja expandida. Para evitar la migración de los pulgones entre plantas, las mismas se cubrieron con un capuchón transparente de plástico (PET), con ventilación superior cubierta con una malla de red fina (voile) (Fig. 2). Se realizaron 10 a 12 repeticiones para cada uno de los cultivares.

Ambos experimentos se llevaron a cabo en condiciones controladas de 12 h: 12 h (L:O) de fotoperíodo y 20 °C (± 1 °C) de temperatura.

Los datos de ambos experimentos se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) usando PROC GLM (SAS Institute, 1998) y las medias de los distintos cultivares se compararon usando la diferencia mínima significativa (DMS).



Figura 2. Ensayo de antibiosis, los insectos fueron confinados en macetas cubiertas con un capuchón transparente.

Figure 2. Antibiosis test, the insects were confined in pots covered with a transparent cap.

RESULTADOS

Ensayo de antixenosis

Se observaron diferencias altamente significativas en el número de insectos por planta entre cultivares, ($F = 1,83$; $gl = 46$, $P = 0,0013$). Se registraron niveles de

resistencia antixenótica significativamente diferentes entre los cultivares comerciales de trigo, luego de 24 hs de infestación con el áfido (Fig. 3).

Once cultivares (24 %) presentaron un número medio entre 1 a 3 insectos por planta, correspondiente a un alto nivel de antixenosis, que condicionó la no selección de esos cultivares como hospedantes. Un total de diecinueve cultivares (23%) tuvieron un nivel intermedio

de resistencia, presentando un número promedio de 4 a 5 áfidos por planta (Fig. 3). Por último, un grupo constituido por diecisiete cultivares (32 %) presentaron en promedio entre 6 a 9 áfidos por planta, debido a la ausencia de resistencia antixenótica, considerados como muy preferidos (Fig.3).

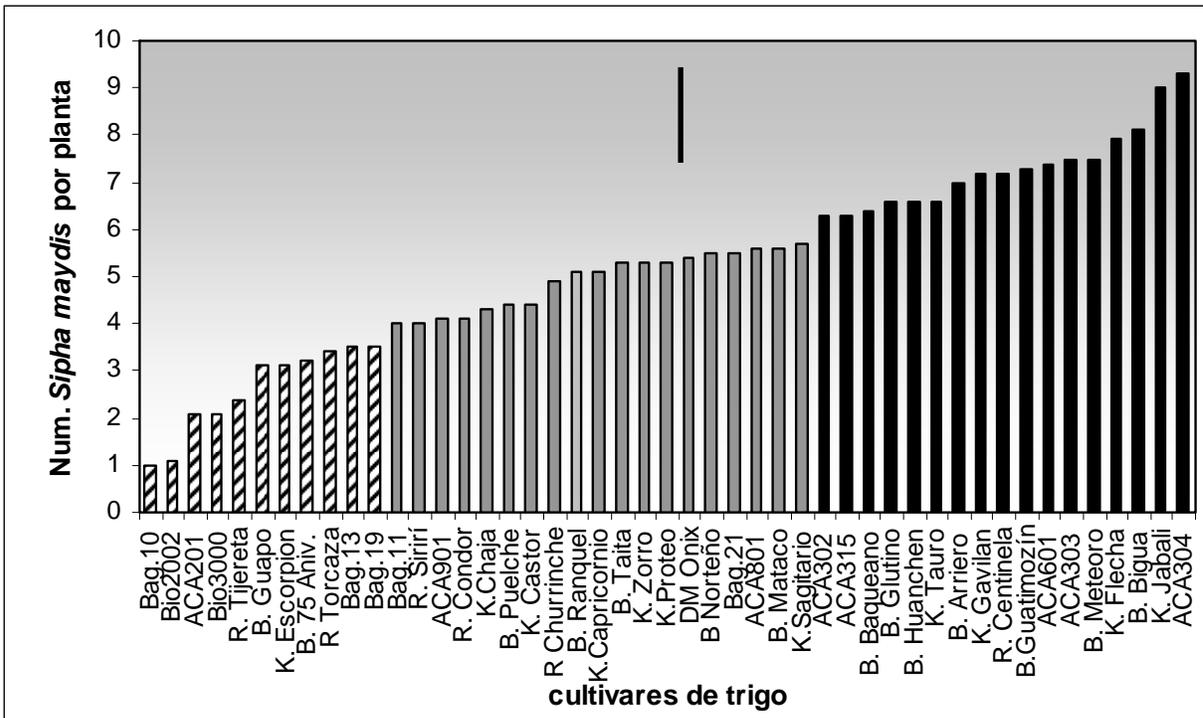


Figura 3. Valores medios del número de *Siphia maydis* por planta en los 47 cultivares comerciales de trigo, mediante la prueba de libre selección de hospedero. DMS: 4,1 áfidos, representada por la barra vertical. Los colores de las columnas representan los grupos diferenciados según su nivel de resistencia antixenóticas: once cultivares presentaron alto nivel de antixenosis; diecinueve cultivares tuvieron nivel intermedio de resistencia; diecisiete cultivares fueron muy preferidos

Figure 3. Mean values of the number of *Siphia maydis* per plant in 47 commercial cultivars of wheat, by free choice test. LSD: 4.1 aphids, represented by the vertical bars. The colors of the columns represent the different groups according to their level of antixenotic resistance: eleven cultivars showed a high level of antixenosis, nineteen cultivars had intermediate level, seventeen cultivars were highly preferred.

Tabla 2. Análisis de varianza de los parámetros de antibiosis a *Siphia maydis* determinados en 47 cultivares comerciales de trigo. d=duración del ciclo inmaduro (periodo prereproductivo); md= fertilidad en un periodo igual a d; FT= fertilidad específica; L= longevidad; PR= período reproductivo; rm= tasa intrínseca de incremento poblacional. (***) indica diferencias altamente significativas, con P>0,0001.

Table 2. ANOVA of the antibiosis against *Siphia maydis* in 47 commercial cultivars of wheat. d= length of insect immature cycle (prereproductive period); md= the fertility in a period equal to d; FT= specific fertility; L= longevity; PR= reproductive period and rm= the intrinsic rate of population increase. (***) indicates high level of significance.

	gl	d	Md	FT	L	PR	rm
Genotipos	46						
Cuadrado medio		30,67***	353,06***	2830,70***	921,79***	706,07***	0,732
Error	310	1,93	54,67	227,457	67,89	69,4781	0,743

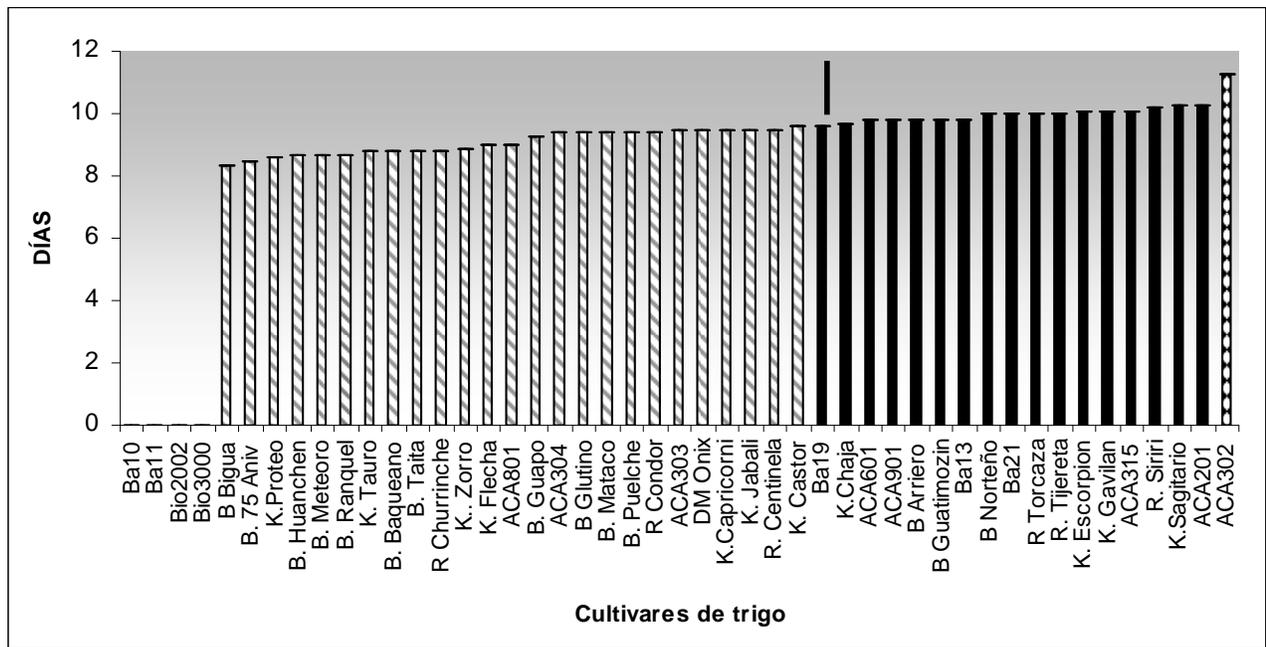


Figura 4. Valores medios de d = duración del ciclo inmaduro de los áfidos, criados en 47 cultivares comerciales de trigo. DMS = 1,4 días, representada por la barra vertical.

Figure 4. Mean values of the d = length of immature cycle of the insects reared on 47 commercial cultivars of wheat LSD= 1.4 days, represented by the vertical bars.

Ensayo de antibiosis

Se observaron diferencias altamente significativas para los parámetros d ($F = 15,86$; $gl = 46$; $P = 0,0001$), md ($F = 6,46$; $gl = 46$; $P = 0,0001$), FT ($F = 12,44$; $gl = 46$; $P = 0,0001$), L ($F = 13,58$; $gl = 46$; $P = 0,0001$) y PR ($F = 10,16$; $gl = 46$; $P = 0,0001$) registrados para el áfido *Sipha maydis* (Tabla 2). En tanto para la rm las diferencias entre los áfidos criados en los diferentes cultivares comerciales de trigo, resultaron no significativas (Tabla 2).

Fueron consideradas como plantas antibióticas aquellas donde los parámetros de crecimiento del insecto fueron disminuidos, a excepción del d . Por el contrario, plantas no antibióticas fueron aquellas que permitieron al insecto alcanzar el estado adulto (d) rápidamente, tener valores altos de fertilidad específica (FT) y una extensa longevidad (L). Algunos cultivares, ocasionaron detrimentos significativos en varios de los parámetros evaluados en los insectos. Otros sin embargo, sólo afectaron a uno de éstos (d , md , fertilidad específica o longevidad).

En cuarenta y tres cultivares comerciales de trigo, el áfido alcanzó el estado reproductivo (d) entre 8 y 11 días (Fig. 4). Los restantes cuatro cultivares (Biointa3000, Biointa2000, Baguette11, Baguette10) provocaron un fuerte efecto antibiótico, impidiendo que el áfido sobreviviera más allá de 5 días en el estado ninfal. Por otro lado, el único cultivar que alargó significativamente el ciclo prereproductivo fue ACA302. Este cultivar se diferenció significativamente de otros 27, que condicionaron valores de d inferiores a 9.57

días, dado que los áfidos criados en ACA302 tuvieron un valor medio de 11 días de d (Fig. 4).

Con respecto al parámetro md , un grupo de nueve cultivares presentó un efecto antibiótico medio, condicionando un promedio entre 10-17 ninfas por hembras. Por el contrario, existieron 19 cultivares que no afectaron el md , en los que el promedio de ninfas por hembra osciló entre 22 y 29 (Fig. 5).

La fertilidad específica del insecto fue significativamente reducida en dieciséis cultivares, los que condicionaron una descendencia total de 21 a 36 ninfas por hembra (Fig. 6). Por otro lado, en cinco cultivares se determinó la ausencia de antibiosis sobre la fertilidad total del insecto. Los insectos criados sobre ellos presentaron valores medios entre 73 a 87 ninfas nacidas por hembra. En el resto de los cultivares la fertilidad específica de los áfidos mostró valores intermedios (de 39 a 70 ninfas por hembra) (Fig. 6).

En relación a la longevidad de las hembras adultas éstas lograron sobrevivir entre 20 y 29 días en un grupo de 17 cultivares que presentaron un nivel medio de antibiosis (Fig. 7). El resto de los cultivares no afectó este parámetro.

Un conjunto de 16 cultivares antibióticos acortaron el período reproductivo en forma significativa, con promedios de 11 a 19,4 días (Fig. 8). Por otro lado, siete cultivares no presentaron antibiosis, los áfidos criados sobre ellos presentaron períodos de 32 a 40 días. El resto de los cultivares condicionó tiempos intermedios (Fig. 8).

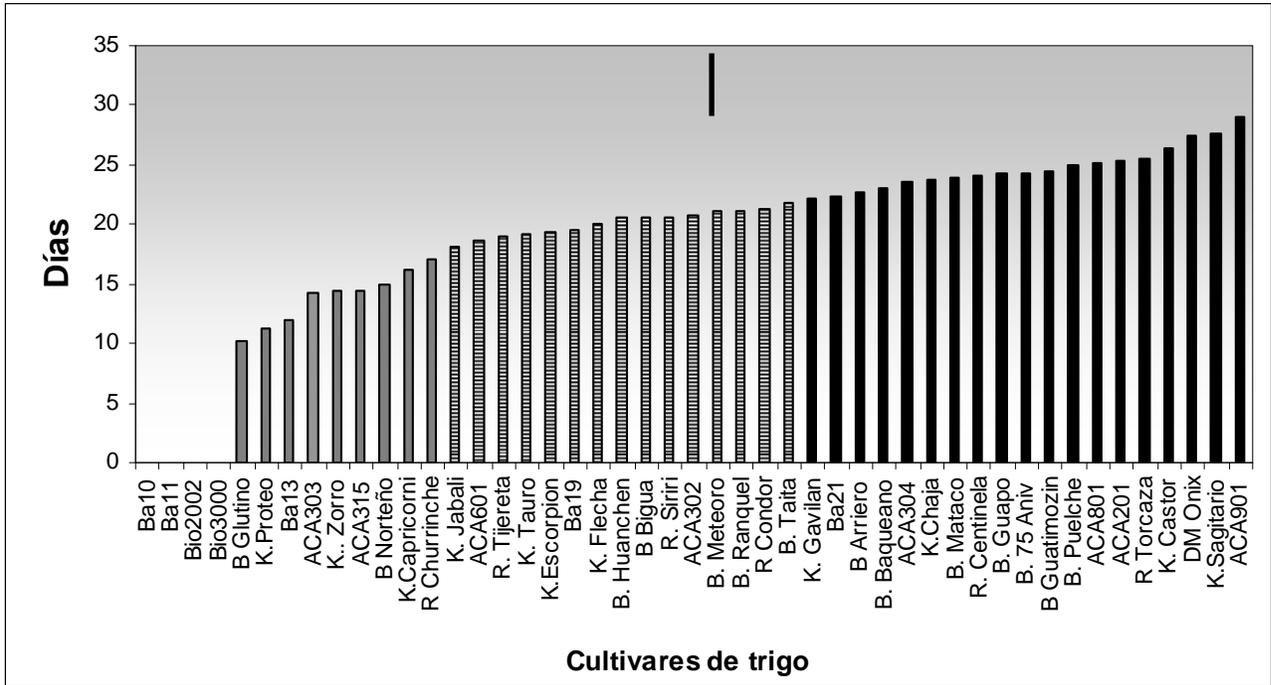


Figura 5. Valores medios de md (fertilidad en un periodo igual a d) de *Siphia maydis*, criados en 47 cultivares comerciales de trigo. DMS = 7,5 días, representada por la barra vertical

Figura 5. Mean values of the fertility in a period equal to d (md) of *Siphia maydis* reared on 47 commercial cultivars of wheat. LSD= 7.5 days, represented by the vertical bars.

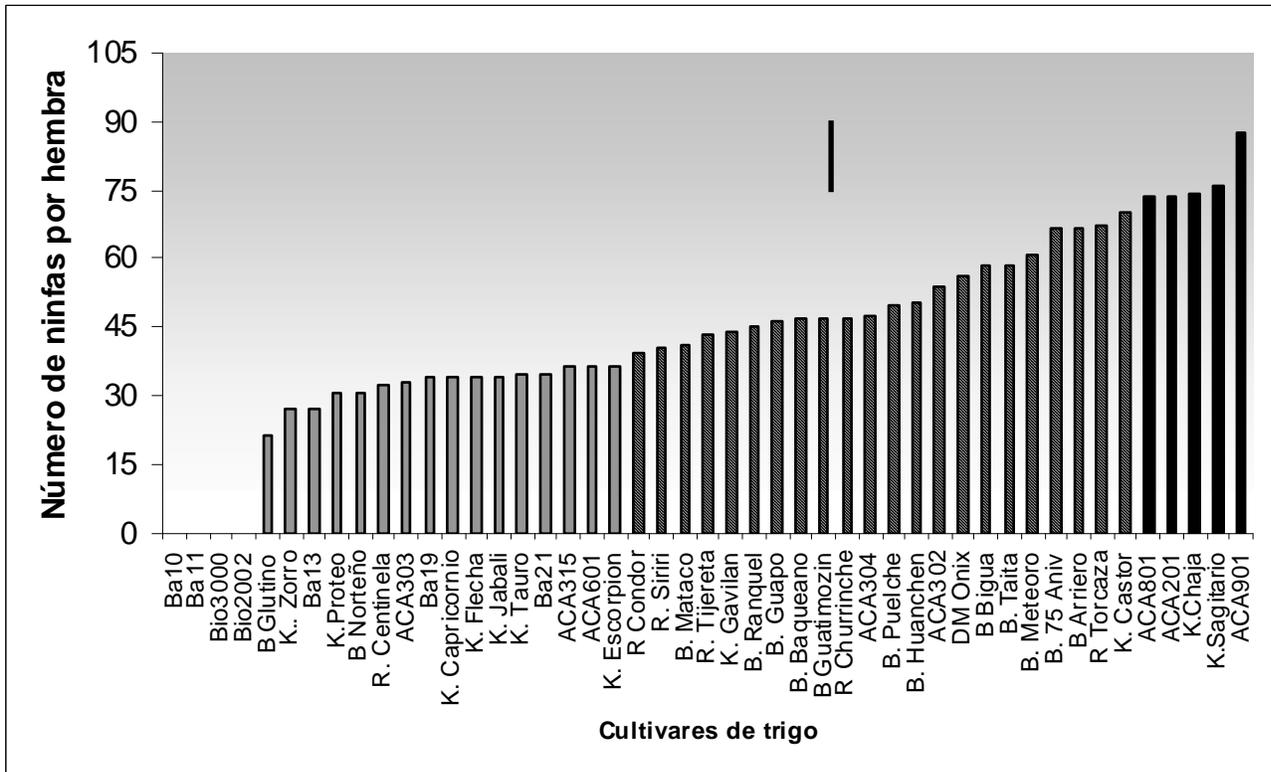


Figura 6. Valores medios de la fertilidad total de *Siphia maydis*, criados en 47 cultivares comerciales de trigo. DMS = 15,4 ninfas, representada por la barra vertical.

Figura 6. Mean values of the total fertility of *Siphia maydis* reared on 47 commercial cultivars of wheat. LSD= 15.4 nymphs, represented by the vertical bars.

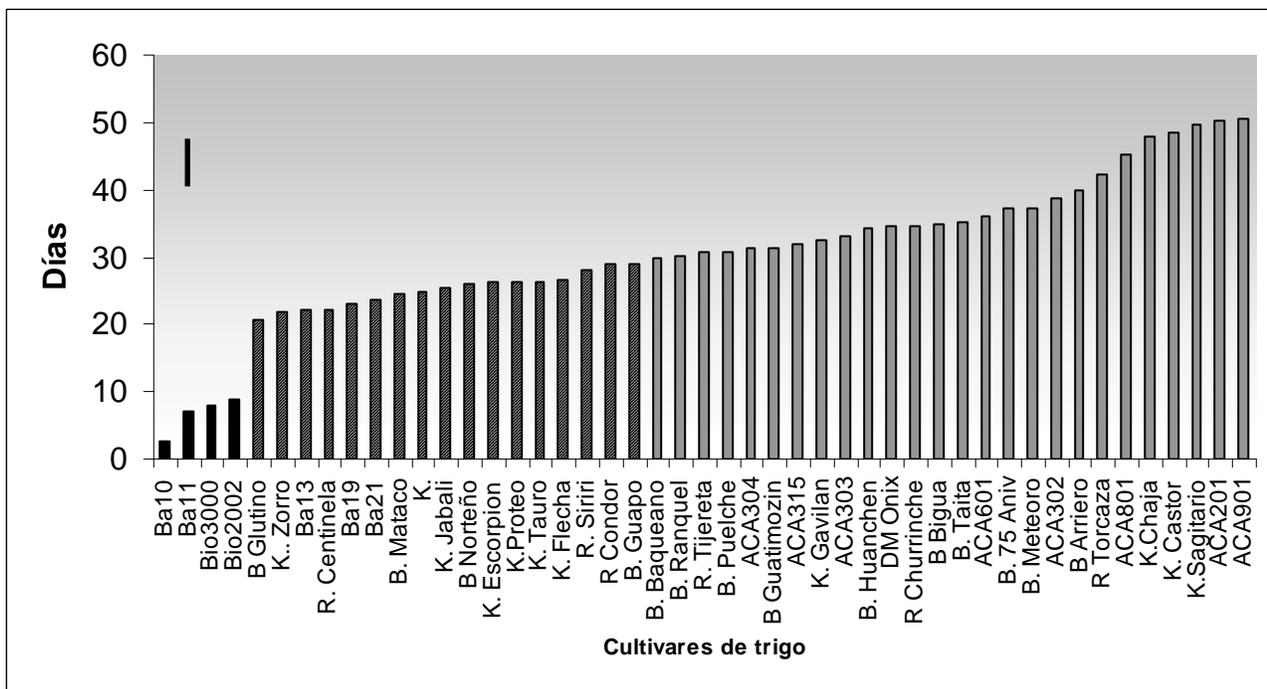


Figura 7. Valores medios de la longevidad de *Sipha maydis* criados en 47 cultivares comerciales de trigo. DMS= 8,4 días, representada por la barra vertical.

Figura 7. Mean values of the longevity of *Sipha maydis*, reared on 47 commercial cultivars of wheat. DMS= 8.4 days, represented by the vertical bars.

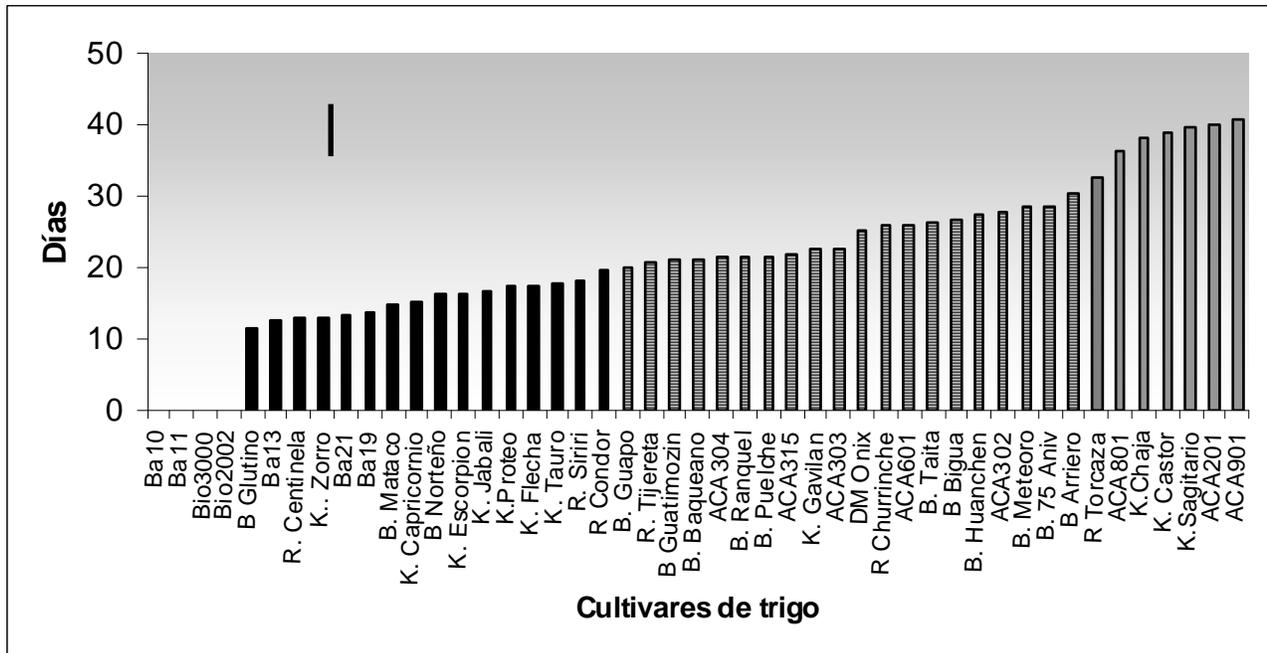


Figura 8. Valores medios del período reproductivo de *Sipha maydis* criados en 47 cultivares comerciales de trigo DMS = 8,5 días, representada por la barra vertical.

Figura 8. Mean values of *Sipha maydis* reproductive period reared on 47 commercial cultivars of wheat. LSD= 8.5 days, represented by the vertical bars.

DISCUSIÓN

En el presente trabajo, se encontraron diferentes niveles de antixenosis y antibiosis contra *S. maydis* en los cultivares comerciales de trigo provenientes de diferentes parentales y de distintos criaderos. Si bien existen antecedentes que indican que el trigo presenta ambos mecanismos de resistencia contra el pulgón ruso (*Diuraphis noxia*) y el pulgón verde (*Schizaphis graminum*), dichos estudios se realizaron en poblaciones experimentales de trigo, derivadas de padres contrastantes por su nivel de resistencia (Assad & Dorry, 2001; Boina et al., 2005; Castro et al., 1998; 2001; Hawley et al., 2003; Lage et al., 2003 a; 2003 b; 2004; Miller et al., 2003). Estas líneas experimentales, mostraron diferentes niveles de defensa que resultó transgresiva (menor o mayor) en relación a sus progenitores. A pesar de que estos mecanismos de resistencia están muy influidos por el ambiente, su expresión está condicionada por el genotipo de trigo (Castro et al., 2001; 2004; Lage et al., 2003a; 2003b). En nuestros ensayos no pudo observarse que un origen (criadero) fuera condicionante de alguno de los mecanismos, dado que se identificaron materiales antixenóticos y/o antibióticos de diferentes orígenes y progenitores.

Algunos autores han considerado que un nivel de preferencia de 1-3 áfidos por planta indicaría alta antixenosis en trigo (Castro et al., 1998; 2001), el 23,4 % de los cultivares evaluados en el presente trabajo presentó ese comportamiento y éstos simultáneamente afectaron antibióticamente algunos de los parámetros vitales del insecto. Por otro lado, la falta de resistencia antixenótica ha sido identificada en los materiales ensayados y también ha sido registrada por otros autores, en los cultivares susceptibles "Chinese Spring", "Serim82" y "TAM 107", caracterizados por atraer más de 7 áfidos por planta (Castro et al., 2001; Lage et al., 2003 b; Miller et al., 2003). En los cultivares argentinos carentes de antixenosis se ha determinado que son portadores de un importante nivel de antibiosis, que afectó a los parámetros reproductivos o a aquellos relacionados al ciclo de *Sipha maydis*. Se sabe que la preferencia del insecto por el sitio de alimentación está determinada por las variadas características fitoquímicas y anatómicas de la planta como ser la pilosidad y la cutícula (Reina-Pinto & Yephremov, 2009). La presencia de toxinas o inhibidores de la alimentación y la ausencia de estimulantes podrían actuar como factores limitantes para la alimentación (Niemeyer, 1990). Por esta causa resulta de interés que aquellos cultivares que no fueron antixenóticos, deprimieron el crecimiento o la viabilidad del insecto.

El ciclo de vida de *S. maydis* se vio modificado en algunos cultivares donde fueron criados, esto se atribuyó al efecto que provocaron los distintos hospederos donde fueron confinados. Se sabe que las plantas ponen de manifiesto distintos mecanismos de defensas a fin de protegerse del insecto, afectando la fertilidad, longevidad, crecimiento u oviposición de estos (Walling, 2000). La resistencia antibiótica ha sido previamente identificada en líneas experimentales de trigo contra el pulgón ruso (*D. noxia*) y el pulgón verde (*S. graminum*) (Boina et al., 2005; Castro et al., 2001; 2004; Hawley et al. 2003; Lage et al. 2004; Miller et al.

2003; Qureshi et al., 2006). Si bien no hay antecedentes sobre el ciclo de *S. maydis*, se puede comparar los parámetros analizados en el presente trabajo con los obtenidos para los ciclos de vida de otros pulgones considerados plagas del cultivo de trigo. El período ninfal para los pulgones verde y ruso, oscilan entre 5-7 días y 7-9 días, respectivamente (Castro et al., 2001; 2004), mientras en *S. maydis* se extendió entre 8-10 días. La fertilidad total de *S. maydis* criado en seis cultivares de trigo fue entre 70 y 87 ninfas por hembra. *S. maydis* criado sobre *Hordeum vulgare* alcanzó valores de FT cercanos a 73 ninfas por hembra (Ricci & Kahan, 2005), esto indicaría que este cereal y los cultivares comerciales de trigo ensayados ofrecen condiciones óptimas para la fertilidad del insecto. Lage et al. (2003 b), encontraron que en el cultivar de trigo Serim82, considerado como susceptible al pulgón verde, este insecto tuvo una longevidad de 37 días por hembra. Se identificó en algunos de nuestros cultivares no antibióticos, la longevidad de *S. maydis*, que presentó un periodo similar, no mayor a 38 días por hembra. Se deduce que entre los materiales comerciales ensayados hay varios cultivares que fueron considerados como susceptibles al ataque del insecto, resultando de gran utilidad a tener en cuenta por la necesidad de producir esos cultivares con protección química.

Es necesario destacar que ambos tipos de resistencias no se expresaron en forma conjunta en un mismo cultivar a excepción de cuatro cultivares: Bio.3000, Bio.2000, Bag.11, Bag.10 fueron considerados como no hospederos del pulgón negro, resultaron ser antibióticos y al mismo tiempo presentaron alto nivel de antixenosis. Cuatro cultivares no antixenóticos: K. Jabalí, K. Tauro, B. Glutino y R. Centinela, que sin embargo afectaron el md, la fertilidad total, la longevidad y el período reproductivo del insecto. Por el contrario, se halló que algunos cultivares que presentaron alta resistencia antixenótica (ACA 201, B. 75 Aniv., R. Torcaza) no mostraron ser antibióticos. Cuando al insecto fue criado sobre el cultivar antixenótico ACA 201, el período prereproductivo resultó mayor a 10 días, sin afectarse la fertilidad total (73.5 ninfas por hembra) y la longevidad (50.3 días). Similar registro se encontró en los cultivares B.75 aniversario y R. Torcaza.

El hecho de haber identificado cultivares antibióticos carentes de antixenosis ponen de manifiesto la independencia de ambos mecanismos que pueden ser seleccionados separadamente. El mecanismo de antixenosis, debido frecuentemente a barreras físicas o compuestos volátiles (Niemeyer, 1990) que involucran a unos pocos genes, ejercen una fuerte presión selectiva sobre la población de los insectos; si bien la presencia de este mecanismo asegura un control amplio, la estabilidad de la resistencia es de corto plazo (Smith 1989; 2004; Porter et al. 1997; Shufran et al., 2007). En cambio la antibiosis, basada en principios antinutritivos que ocasionan detrimentos en múltiples procesos metabólicos del insecto, actuaría sobre la actividad de gran número de genes, y consecuentemente ejerce una presión selectiva muy baja (Migui & Lamb, 2003). Si bien los resultados presentes surgen de ensayos bajo condiciones controladas se considera que son de utilidad para el manejo de esta plaga a campo.

BIBLIOGRAFÍA

- Arriaga H.O.** 1958. El centeno Insave FA híbrido sintético resistente a la toxemia del pulgón verde de los cereales. Revista de la Facultad de Agronomía La Plata 32 (2): 191-209.
- Arriaga H.O. & R.Re.** 1963. Comportamiento hereditario de la resistencia a la toxemia del pulgón verde en centeno, cebada y trigo. Revista de la Facultad de Agronomía La Plata 39: 35-50.
- Assad M.T. & H.R. Dorry.** 2001. Inheritance and allelic relationships of resistances to the Russian wheat aphid in two Iranian wheat lines. Euphytica 117: 229-232.
- Awmack C.S. & S.R. Leather.** 2008. Growth and development. In: Aphids as Crop Pests, Editor(s): Harrington, Wallingford, CABI, 2007, pp: 135-151
- Baldwin I. T. & C. A. Preston.** 1999. The eco-physiological complexity of plant responses to insect herbivores. Review. Planta 208: 137-145.
- Berenbaum M.R.** 1995. Turnabout is fair play secondary roles for primary compounds. Journal of Chemical Ecology 21: 925-940.
- Boina D., S. Prabhakar, C.M. Smith, S. Starkey, L. Zhu, E. Boyko & J.C. Reese.** 2005. Categories of Resistance to biotype I greenbug (Homoptera: Aphididae) in wheat lines containing the greenbug resistance genes *Gbx* and *Gby*. Journal of The Kansas Entomological Society. 78 (3): 252-260.
- Brustle C., C. Sanchez Chopa & C. Descamps.** 2008. Parámetros reproductivos de *Sipha maydis* (Passerini) (Homoptera: Aphididae) en cereales de invierno. VII Congreso Nacional de trigo, Simposio Nacional de cereales de Siembre Otoño-Invernal, Encuentro del MERCOSUR, pp:PV 46.
- Camadro E.L. & A.O. Mendiburu.** 1988. Utilización de germoplasma en el mejoramiento de la papa. Revista Latinoamericana de la Papa 1: 35-43.
- Campbell B.C., C. K. Jones & D.L. Dreyer.** 1986. Discriminative behavioral responses by aphids to various plant matrix polysaccharides. Entomologia Experimentalis et Applicata 41: 17-24.
- Castro A.M.** 1994. The use of *Hordeum chilense* in breeding cereal resistance against aphids. PhD Thesis, Univ. of Córdoba, Spain.
- Castro A.M., L. M. Martín, A. Martín, H.O. Arriaga, N. Tobes & L.B. Almaraz.** 1994. Screening for greenbug resistance in *Hordeum chilense* Roem et Schult. Plant Breeding 112: 151-159.
- Castro A.M., A. Vasicek, S. Ramos, A.Martín, L. M Martín & A. F. G. Dixon.** 1998. Resistance against greenbug, *Schizaphis graminum* Rond. and Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* Mordvilko, in tritordeum amphiploids. Plant Breeding 117: 515-522.
- Castro A.M., S. Ramos, A. Vasicek, A. Worland, D. Giménez, A.A. Clúa & E. Suárez.** 2001. Identification of wheat chromosomes involved with different types of resistance against greenbug (*Schizaphis graminum*, Rond.) and the Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia*, Mordvilko). Euphytica 118: 321-330.
- Castro A.M., A. Vasicek, C. Ellerbrook, D. Giménez, E. Tocho, M.S. Tacaliti, A. Clúa & J.W. Snape.** 2004. Mapping quantitative trait loci in wheat for resistance against greenbug and Russian wheat aphid. Plant Breeding 123: 361-365.
- Corrales C. E., A.M. Castro, M. Ricci & A.F.G. Dixon.** 2007. *Sipha maydis*: distribution and host range of a new pest of winter cereals in Argentina. Journal of Economic Entomology 100 (6): 1781-1788.
- Delfino M.A.** 2002. Dos especies de pulgones de interés fitosanitario nuevos para la afidofauna argentina (Hemiptera: Aphididae). En: Resúmenes XI Jornadas Fitosanitarias Argentinas. 26-28 de Junio. Fac. Agronomía y Veterinaria, UNRC, Córdoba, pp. 123.
- Dixon A.F.G.** 1987. The way of .life of Aphids: Host specificity, speciation and distribution. In: Aphids: Their Biology Natural Enemies and Control. Eds. Minks A.M. & P. Harrewijn. World Crop Pest 2 a, Elsevier, Amsterdam. pp 197-204.
- Dixon A. & R Kundu.** 1994. Ecology of host alternation in aphids. European Journal of Entomology 91: 63-70.
- El-Yaman & Hill & J.H. Hill.** 1991. Aphid vectors of barley yellow dwarf virus in West-Central Morocco. Journal of Phytopathology 133: 105-111.
- Evans L.T., I.F. Wardlaw & R.A. Fisher.** 1975. Trigo. En: Fisiología de los cultivos. Evans L.T. Cambridge University Press, Londres, Inglaterra. Ed. Hemisferio Sur S.A. pp 113-164.
- Givovich A. & H.M. Niemeyer.** 1994. Effect of hydroxamic acids on feeding behaviour and performance of cereal aphids (Hemiptera: Aphididae) on wheat. European Journal of Entomology. 91: 371-374.
- Givovich A., S. Morse, H. Cerda, H.M. Niemeyer, S.D. Wratten & J.P. Edwards.** 1992. Hidroxamic acids glucosides in honeydew of aphids feeding on wheat. Journal of Chemical Ecology 18 (6): 841-846.
- Hawley C.J., F.B. Peairs & T.L. Randolph.** 2003. Categories of Resistance at Different Growth Stages in Halt, a Winter Wheat Resistant to the Russian Wheat Aphid (Homoptera: Aphididae). Journal of Economic Entomology 96(1): 214-219.
- Howe G. & G. Jander.** 2008. Plant Immunity to Insect Herbivores. Annu. Rev. Plant Biol. 59: 41-66.
- Kaloshian I. & L. Walling.** 2005. Hemipterans as plant pathogens. Annual Review of Phytopathology 43: 491-521.
- Kavallieratos N.G., Z. Tomanovic, P. Starý, C.G. Athanassiou, G.P.Sarlis, O. Petrovic, M. Niketic & M.A. Veroniki.** 2004. A survey of aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) of Southeastern Europe and their aphid-plant associations. Applied Entomology and Zoology 39 (3): 527-563.
- Lage J., B. Skovmand & S.B. Andersen.** 2003 a. Expression and suppression of resistance to greenbug (Homoptera: Aphididae) in Synthetic Hexaploid wheats derived from *Triticum dicoccum* x *Aegilops tauschii* Crosses. Journal of Economic Entomology 96 (1): 202-206.
- Lage J., B. Skovmand & S.B. Andersen.** 2003 b. Characterization of greenbug (Homoptera:Aphididae) resistance in Synthetic Hexaploid wheats. Journal of Economic Entomology (6): 1922-1928.
- Lage J., B. Skovmand & S.B. Andersen.** 2004. Resistance categories of synthetic hexaploid wheats resistant to the Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia*). Euphytica 136: 291-296.
- Lushai G., H.D. Loxdale & J.A. Allen.** 2003 The dynamic clonal genome and its adaptative potential. Biological Journal of the Linnean Society 79: 193-208.
- Mahmood R., M. A. Poswal & A. Shehzad.** 2002. Distribution, host range and seasonal abundance of

- Sipha* sp. (Homoptera: Aphididae) and their natural enemies in Pakistan. Pakistan Journal of Biological Sciences 5 (1): 47-50.
- Mei-Hwa Kuo, wei-Nong Lu, Ming Chih Chiu, Ya-Hui Kuo & Shaw-hi Hwang.** 2006. Temperature-Dependent Development and Population Growth of *Tetraneura nigriabdominalis* (Homoptera: Pemphigidae) on Three Host Plants. Journal of Economic Entomology. 99(4): 1209-1213.
- Migui, S.M & R.J. Lamb.** 2003. Patterns of resistance to three cereal aphids among wheats in the genes Triticum (Poaceae). Bull. Entomol. Research 93: 323-333.
- Miller H.R., T.L. Randolph & F.B. Peairs.** 2003. Categories of Resistance at four growth stages in three wheats resistant to the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae). Journal of Economic Entomology 96 (3): 673-679.
- Niemeyer H.M.** 1990. The role of secondary plant compounds in aphid-host interactions. In: Aphid-Plant Genotype Interactions. Ed R.K. Campbell & R.D. Eikenbary. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam
- Ortego J. & M. E. Difabio.** 2002. Primer registro de *Sipha* (Rungia) *maydis* Passerini 1860 (Homoptera: Aphididae) potencial plaga de cereales en la Argentina. En: resúmenes XI Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Fac. Agronomía y Veterinaria. UNRC. Córdoba, pp 126.
- Painter R. H.** 1951. Insect resistance to crop plants. The Mc Millan Co., New York, pp 151.
- Porter, D.R., J.D. Burd, K.A. Shufran, J.A. Webster & G.L. Teetes.** 1997. Greenbug (Homoptera: aphididae) biotypes: selected by resistant cultivars or preadapted opportunists?. Journal of Economic Entomology 90: 1055-1065.
- Porter D.R. & D.W. Mornhinweg.** 2004. New sources of resistance to greenbug in barley. Crop Science 44: 1245-1247.
- Qureshi, J.A., J.P. Michaud & T.J. Martin.** 2006. Resistance to biotype 2 Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) in two wheat lines. Journal of Economic Entomology. 99 (2): 544-550.
- Rahbé Y., N.Sauvion, G. Febvay, W.J. Peumans & A.M.R. Gatehouse.** 1995. Toxicity of lectins and processing of ingested proteins in the pea aphids *Acythosiphon pisum*. Entomologia Experimentalis et Applicata 76: 143-155.
- Rahbé Y. & G. Febvay.** 1993. Protein toxicity to aphids: an *in vitro* test on *Acythosiphon pisum*. Entomologia Experimentalis et Applicata 67: 149-160.
- Reina-Pinto J.J. & A. Yephremov.** 2009. Surface lipids and plant defenses. Plant Physiology and Biochemistry 47: 540-549.
- Ricci M. & A. Kahan.** 2005. Biological and population aspects of *Sipha maydis* (Passerini) and *Schizaphis graminum* (Rondani) in barley. Rev. FCA UNCuyo 38: 25-32.
- Saluso, A.** 2003. Nuevo pulgón en trigo. Actualización Técnica Trigo. INTA-EEA Paraná. Serie Extensión N° 24: 39-41.
- Saluso, A.** 2004. Estado actual de la afidofauna y de sus controladores biológicos en el cultivo de Trigo en Paraná (Entre Ríos). IV Congreso Nacional de Trigo. IV Simposio Nacional de cultivos de siembra otoño-invernal. Pp 269-270.
- SAS Institute.** 1998. SAS/STAT Guide for Personal Computers, Versión 6.03. SAS Institute, Cary.
- Sebesta E.E, E.A. Wood, D.A. Porter, J.A. Webster & E.L. Smith.** 1995. Registration of Amigo wheat germoplasm resistant to greenbug. Crop Sci.35-293.
- Shufran K., D. Mornhinweg, C. Baker & D. Porter.** 2007. Variation to cause host injury between Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) clones virulent to DN₄ wheat. Journal of Economic Entomology . 100: 1685-1691.
- Smith C.M. & El.V. Boyko.** 2006. The molecular bases of plant resistance and defense responses to aphid feeding: current status. Mini Review. Entomologia Experimentalis et Applicata 122: 1-16.
- Smith C.M., H. Halvická, S. Starkey, B.S. Gill & V. Holubec.** 2004. Identification of *Aegilops* germoplasm with multiple aphid resistance. Euphytica 135: 265-273.
- Smith C.M., D.Schotzko, R.S. Zemetra, E.J. Souza & S. Schroeder-Teeter.** 1991. Identification of Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) resistance in wheat. Journal of Economic Entomology 84: 328-332.
- Smith C.M.** 1989. Plant resistance to insects: a fundamental approach. Wiley, New York, pp286.
- Tyler J.M., J.A. Webster & E.L. Smith.** 1985. Biotype E resistance in wheat streak mosaic virus-resistance wheat germoplasm lines. Crop Science 25: 686-688.
- Walling, L.** 2000. The myriad plant responses to herbivores. Journal of Plant Growth Regulation.19: 195-216.
- Wyatt I.J. & P.F. White.** 1977. Simple estimation of intrinsic increase rates for aphids and tetranychid mites. Journal of Applied Ecology. 14: 757-766.
- Wu J. & I.T. Baldwin.** 2009. Herbivory-induced signaling in plants: perception and action. Plant, Cell and Environment 1-14.