

Recibido 11 de abril de 2017 // Aceptado 22 de julio de 2017 // Publicado online 21 de agosto de 2019

# Caracterización de la resistencia al pulgón verde de los cereales (*Schizaphis graminum*) en cultivares de cebada bajo condiciones controladas

TOCHO, É.<sup>1</sup>; TACALITI, M.S.<sup>2</sup>; MUSA, A.<sup>3</sup>; GONZÁLEZ, G.A.<sup>4</sup>; MOREYRA, F.<sup>4</sup>; GIMÉNEZ, F.<sup>4</sup>.

## RESUMEN

Con el objetivo de identificar fuentes de resistencia a *Schizaphis graminum*, una de las principales plagas que afectan a los cereales de invierno, se evaluaron variedades comerciales y líneas experimentales de cebada en condiciones de laboratorio. La tolerancia de las plantas a la alimentación del pulgón verde de los cereales fue evaluada a través de la medición de la pérdida de peso seco aéreo y del contenido de clorofila en plantas infestadas en comparación con sus respectivos controles sin infestación. Además, fueron clasificadas mediante el daño efectuado por el insecto luego de un período de infestación, según una escala de 1 a 9, donde 1= planta sin daño y 9= planta muerta. Los materiales que presentaron valores de 1 a 3 fueron consideradas plantas resistentes, de 4 a 6 moderadamente resistentes a moderadamente susceptibles y de 7 a 9 susceptibles. Se determinó el efecto de antibiosis que ejercen los distintos genotipos sobre la longevidad y la fecundidad de los insectos confinados en ellos. Los análisis estadísticos evidenciaron diferencias significativas en la resistencia a *S. graminum* entre los germoplasmas evaluados. Entre ellos, las variedades Quilmes Carisma, Sylphide, Sunshine y la línea experimental LE 3 fueron las más tolerantes a la alimentación del áfido y a su vez, Sylphide mostró efectos antibióticos. Sin embargo, estas variedades no son las más representativas de la producción de cebada en Argentina. En tanto, las variedades que ocupan la mayor superficie de producción (Andreia, Shakira y Scarlett) fueron caracterizadas como susceptibles o moderadamente susceptibles. Los resultados destacan la importancia de conocer la resistencia a una determinada plaga, ya que puede ser un factor condicionante en la elección de las variedades en especial en las regiones donde la plaga puede generar daños de importancia. Además, la información obtenida representa un recurso de valor para ser utilizado en los programas de mejoramiento en la búsqueda de cultivares con resistencia genética al pulgón verde de los cereales.

**Palabras clave:** *Hordeum vulgare*, áfidos, resistencia.

<sup>1</sup>CONICET, Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP) CC 31, 1900, La Plata, Buenos Aires. Correo electrónico: ericatocho@yahoo.com.ar

<sup>2</sup>Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, CC 31, 1900, La Plata, Buenos Aires. Correo electrónico: msilviatacaliti@yahoo.com.ar

<sup>3</sup>Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, CC 31, 1900, La Plata, Buenos Aires.

<sup>4</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Bordenave, Mejoramiento y Calidad Vegetal, 36,5, Bordenave. Correo electrónico: moreyra.federico@inta.gov.ar

## ABSTRACT

In order to identify sources of resistance to *Schizaphis graminum*, main pests affecting winter cereals, commercial varieties and experimental lines of barley were evaluated under laboratory conditions. Plant tolerance to greenbug feeding was assessed by measuring dry air weight loss and chlorophyll content in infested plants compared with respective not infested controls. In addition, genotypes were classified by damage insect done after a period of infestation, using a scale of 1 to 9, where 1 = plant without damage and 9 = dead plant. Genotypes with values from 1 to 3 were considered resistant plants, from 4 to 6 moderately resistant to moderately susceptible and from 7 to 9 susceptible. Genotypes antibiotics effect was determined by longevity and fecundity of the insects. Significant differences in resistance to *S. graminum* among evaluated germplasm were found. Among them, Quilmes Carisma, Sylphide, Sunshine and LE 3 (experimental line) were the most tolerant to aphid feed, and Sylphide showed antibiotic effect. However, these varieties are not most representative barley production in Argentina. Meanwhile, Andreia, Shakira and Scarlett were characterized as susceptible or moderately susceptible and these varieties are most representative barley production in Argentina. The results shown the importance of knowing the resistance to a particular pest, due it can be a conditioning factor in choice of varieties especially in regions where the pest can generate important damages. In addition, information obtained represents a valuable resource to be used in breeding programs in the search for cultivars with genetic resistance to green aphid from cereals.

**Keywords:** *Hordeum vulgare*, aphids, resistance.

## INTRODUCCIÓN

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) es el cereal de invierno más importante en Argentina después del trigo pan (*Triticum aestivum* L.). Desde el año 2001 hasta la actualidad la superficie destinada a este cultivo se incrementó a razón de 40.000 ha año<sup>-1</sup> y ha triplicado su producción en esta etapa (Abeledo y Miralles, 2011). Esta expansión fue acompañada por un proceso de ampliación del panorama varietal, en el cual el uso del cultivar Scarlett en un 90% de la superficie (Cattáneo, 2016) fue reemplazado por nuevas variedades con mayor potencial de rendimiento y sanidad (Conti, 2016). La expansión geográfica del cultivo de cebada y la introducción en el mercado de nuevos cultivares evidencian la necesidad de estudiar la respuesta de los recursos genéticos disponibles frente a diferentes estreses bióticos.

Dentro de las plagas, los pulgones o áfidos constituyen el principal problema en todas las regiones de producción cerealera del país. Los áfidos ocasionan daños directos e indirectos en los cultivos que atacan. Los primeros son ocasionados por la extracción de la savia de las plantas de las cuales se alimentan y por la inyección de saliva tóxica, produciendo como consecuencia de ello marchitamiento, clorosis, manchas, disminución en el rendimiento e incluso la muerte ante ataques graves. Los daños indirectos se deben principalmente a la acción de los pulgones como transmisores o vectores de virus (Dughetti, 2012). Entre los áfidos el "pulgón verde de los cereales" *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) es una de las plagas que ocasiona daños severos y frecuentes principalmente en el cultivo de trigo y cebada. Los daños mayores son ocasionados durante las primeras dos a tres semanas de emergido el cultivo, al estado de plántula (Dughetti, 2012) en el cual se han registrado pérdidas de rendimiento del 50% en Estados Unidos (Kieckhefer y Kantack, 1986). Por este motivo el

umbral de control en estado vegetativo del cultivo es de 3-5 pulgones/planta y en estados avanzados es de 10-15 pulgones/planta (Dughetti, 2012). Si bien es factible en esta y otras plagas realizar control químico, la herramienta más efectiva y menos nociva, en término medioambientales, es la utilización de cultivares con resistencia genética.

La resistencia genética permite que un determinado genotipo se comporte en forma diferencial respecto de otro frente a la presencia de una plaga. La expresión de la resistencia en la interacción planta-insecto fue definida por Painter (1951) quien la clasificó en tres categorías: anti-xenosis, antibiosis y tolerancia. El conocimiento de esta interacción es básico para el manejo de los insectos y fundamental para el mejoramiento genético. La tolerancia es la capacidad de las plantas de superar el ataque de una plaga sin que sufran una pérdida significativa de la calidad y cantidad de su producción, en comparación con un testigo susceptible. En tanto la antibiosis representa los efectos adversos de la planta que provocan la modificación de la biología del insecto que se alimenta de ella, de esta forma afecta directa o indirectamente el potencial de reproducción de este (Painter, 1951).

Por ello, el objetivo del trabajo ha sido evaluar fenotípicamente el comportamiento de variedades comerciales y líneas experimentales de cebada frente a la infestación con el pulgón verde de los cereales (*Schizaphis graminum*) para identificar las más resistentes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Población de áfidos

Se utilizó una población de pulgón verde de los cereales recolectados en numerosos campos de la provincia de

Buenos Aires y criados sobre una mezcla de cultivares de cebada en macetas de un kg de capacidad, utilizando tierra fértil como sustrato. Las macetas de cría fueron protegidas con jaulas plásticas, ventiladas en uno de sus extremos con una malla de voile para permitir la aireación, mantenidas todas ellas en un insectario bajo condiciones controladas de luz (14:10 luz/oscuridad) y temperatura (20 °C +/- 3 °C).

### Material vegetal

Se evaluaron 20 variedades comerciales de cebada cervecera que representan la totalidad del área sembrada en nuestro país y tres líneas experimentales pertenecientes al programa de mejoramiento de la EEA Bordenave del INTA (tabla 1).

### Ensayo de tolerancia

La tolerancia al pulgón verde de los cereales fue evaluada a través de la medición de diferentes parámetros de crecimiento y cálculos de índices de las plantas siguiendo

el método de Flinn *et al.* (2001). El ensayo fue realizado bajo condiciones controladas de luz (14:10 luz/oscuridad) y temperatura (15 °C +/- 3 °C). Las semillas de todos los genotipos de cebada fueron pregerminadas en cajas de Petri y luego trasplantadas a macetas plásticas de 8 cm de diámetro y 10 cm de altura. Al estado fenológico de segunda hoja expandida, dos plantas de un mismo genotipo fueron dispuestas en parejas según altura y crecimiento similar. Una de las plantas de cada par fue infestada con ocho pulgones adultos colocados en la base del tallo con un pincel de cerdas finas. La otra planta permaneció sin infestación como testigo. Las macetas fueron ubicadas según un diseño en bloques completos al azar, con 10 repeticiones y cada bloque contó con un par de plantas de cada genotipo. Cada maceta (infestadas y controles) fue cubierta, durante el ensayo, con una jaula plástica con ventilación en el extremo superior para permitir la aireación y evitar la fuga y contaminación de los insectos.

A los 21 días aproximadamente, o cuando el genotipo más susceptible presentó el 95% de clorosis en la primera

Variedades evaluadas	Año de inscripción	País de origen	Responsable en Argentina
<b>7302 INTA</b>	2013	Argentina	INTA EEA IBordenave
<b>Andreia</b>	2011	Alemania	Cervecería y Maltería Quilmes
<b>Explorer</b>	2012	Francia	SECOBRA RECHERCHES S.A.
<b>Ivanka INTA</b>	2014	Argentina	INTA EEA Bordenave
<b>Jeniffer</b>	2014	Alemania	Cargill S. A.
<b>Josefina INTA</b>	2007	Argentina	INTA EEA Bordenave
<b>LE 1</b>	--	Argentina	INTA EEA Bordenave
<b>LE 2</b>	--	Argentina	INTA EEA Bordenave
<b>LE 3</b>	--	Argentina	INTA EEA Bordenave
<b>MP1012</b>	2009	Argentina	Maltería Pampa S.A.
<b>MP1109</b>	2007	Argentina	Maltería Pampa S.A.
<b>MP2122</b>	2011	Argentina	Maltería Pampa S.A.
<b>Prestige</b>	2011	Francia	Cargill S. A.
<b>Quilmes Carisma</b>	2009	Argentina	Cervecería y Maltería Quilmes
<b>Sara INTA</b>	2015	Argentina	INTA EEA Bordenave
<b>Scarlett</b>	1999	Alemania	Cargill S. A.
<b>Scrabble</b>	2013	Inglaterra	Maltería Pampa S.A.
<b>Shakira</b>	2007	Alemania	Cervecería y Maltería Quilmes
<b>Silera INTA</b>	2016	Argentina	INTA EEA Bordenave
<b>Sunshine</b>	--	Alemania	Saatzucht Josef Breun GmbH & Co
<b>Sylphide</b>	2010	Francia	Florimond Desprez
<b>Traveler</b>	2014	Francia	SECOBRA RECHERCHES S.A.
<b>Umbrella</b>	2014	Dinamarca	Cargill S. A.

**Tabla 1.** Nombre, año de inscripción, país de origen y responsable en Argentina de las variedades comerciales y líneas experimentales utilizadas en el estudio (INASE, 2017).

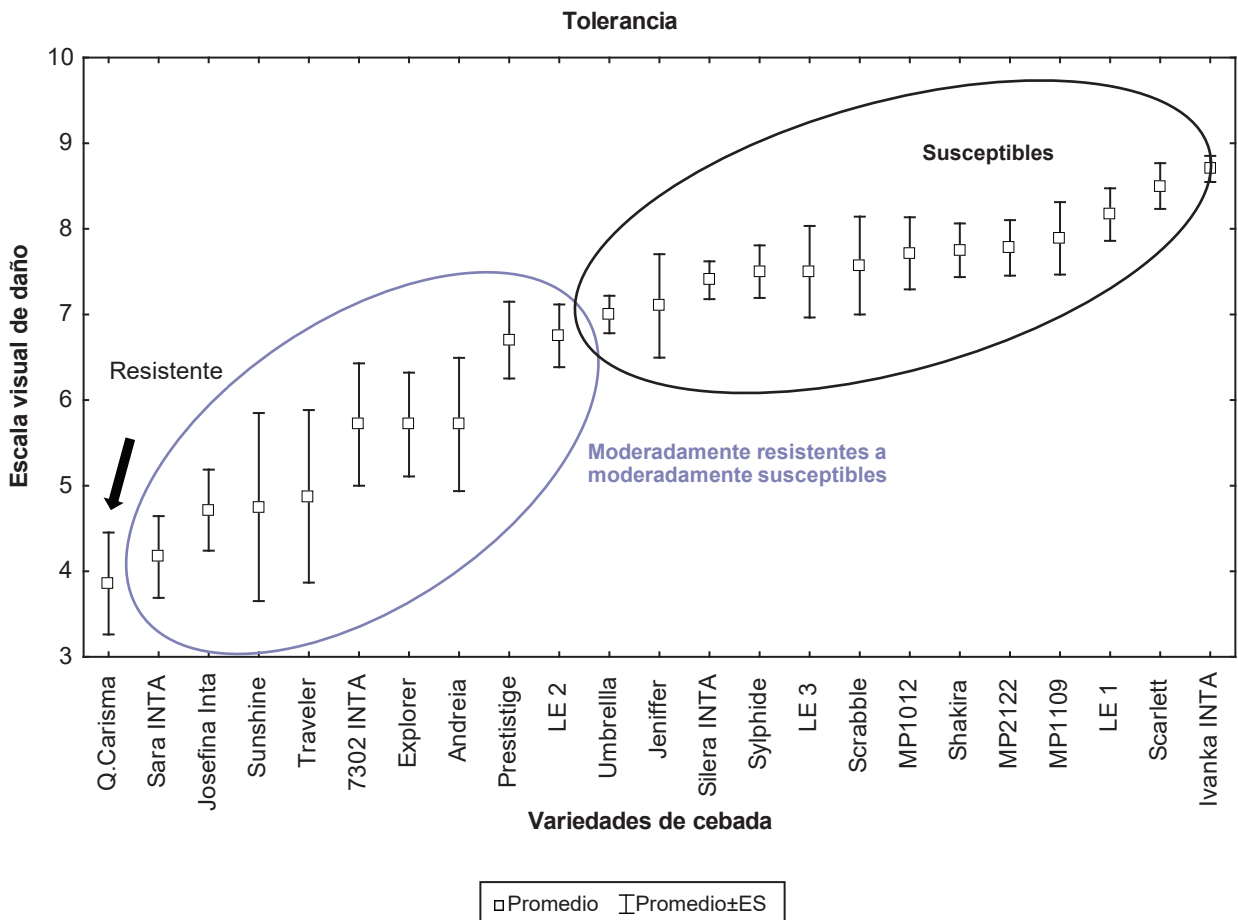
hoja, se dio por finalizado el ensayo. El daño fue evaluado en forma visual en las plantas infestadas y clasificado según la escala propuesta por Webster *et al.* (1991), donde: 1= planta sin daño y 9= planta muerta. Los valores de la escala de 1 a 3 indican planta resistente, de 4 a 6 moderadamente resistente a moderadamente susceptible y de 7 a 9 susceptible (Webster *et al.*, 1991). Se determinó el peso seco aéreo (PS) de cada planta con una balanza de precisión Mettler Toledo, expresado en miligramos (mg), luego de un proceso de secado en una estufa a 65 °C durante 72 horas. Con los valores obtenidos se calculó el índice de peso seco (IPS)  $IPS=PSI/PSC$ , donde PSI es el peso seco de las plantas infestadas y PSC es el peso seco de las plantas control. También se estimó el contenido de clorofila en la primera y segunda hoja utilizando un medidor automático SPAD-502 Minolta (Milton Keynes). Se tomaron 3 medidas en cada una de las hojas (zona apical, media y basal) y se calculó el promedio entre los valores. Con estos resultados se calculó el índice de clorofila (ICL) para cada genotipo:  $ICL= CLI/CLC$ , donde CLI representa al valor de las unidades SPAD de las plantas infestadas con pulgones y CLC de las plantas controles sin infestación. Esto se repitió para la primera y segunda hoja,  $ICL_{H1}$  e  $ICL_{H2}$  respectivamente. Los índices representan una estimación del com-

portamiento de las plantas infestadas con pulgón verde en relación a sus respectivos controles sin infestación.

### Ensayo de antibiosis

La antibiosis se determinó mediante un ensayo con 10 repeticiones de cada genotipo, realizando el seguimiento individual del ciclo de vida de los áfidos desde su nacimiento hasta la muerte.

Se siguió el método de Flinn *et al.* (2001) modificado por Tocho *et al.* (2012). El ensayo fue realizado bajo condiciones controladas de luz (14:10 luz/oscuridad) y temperatura (15 °C +/- 3 °C). Las semillas de cada genotipo, pregerminadas en cajas de Petri, fueron dispuestas en forma individual en el centro de macetas plásticas, ubicadas bajo un diseño completamente al azar. Al estado de primera hoja expandida, las plantas fueron infestadas con dos ninfas neonatas del primer estadio, extraídas de las macetas de cría. Las ninfas fueron observadas cada 48 h hasta que alcanzaron su período reproductivo. En ese momento una de ellas fue retirada y se continuó el ciclo de la ninfa restante hasta su muerte o hasta pasados 3 días del final del ciclo reproductivo. En cada evaluación, la descendencia fue re-



**Figura 1.** Representación de la tolerancia de variedades de cebada frente al daño ocasionado por *Schizaphis graminum*, según una escala de daño clorótico foliar. Resistente (1-3), moderadamente resistente a moderadamente susceptible (4-6) y susceptible (7-9).

gistrada y removida de la planta hasta la finalización del período reproductivo de la hembra adulta. Se evaluó la longevidad (L), período que media entre el día del nacimiento de la ninfa hasta la muerte de la hembra o, en su defecto, hasta 3 días posteriores a la finalización del período reproductivo y el número de ninfas totales producidas por hembra durante todo su ciclo, denominado fecundidad (F).

### Análisis estadísticos

Los datos provenientes de cada ensayo fueron analizados con el programa estadístico Statistica versión 10 (2011), mediante un análisis de la varianza (ANOVA) de una sola vía. Cuando el ANOVA indicó diferencias significativas entre tratamientos se utilizó la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para determinar diferencias entre los valores promedios. Se estudió el comportamiento de los valores residuales para corroborar el cumplimiento de los supuestos del ANOVA. Según los resultados del test de Bartlett, se llevó a cabo una transformación de los datos de algunos parámetros evaluados aplicando la raíz cuadrada, con el fin de normalizar los datos y de homogeneizar la varianza del error. Sin embargo, para la presentación de los resultados en los gráficos se utilizaron los datos sin transformar.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Ensayo de tolerancia

Los análisis estadísticos indicaron diferencias significativas en el nivel de daño entre los genotipos de cebada (F: 6,10; g.l.: 161; p: 0,00003).

La mayor parte de los materiales se comportaron como susceptibles (7-9 en la escala utilizada) luego de 21 días de infestación, presentando la primera y segunda hoja con daño clorótico en su totalidad o casi en su totalidad, entre los que se encuentran los cultivares Scarlett y Shakira (figura 1). Otros 8 genotipos fueron caracterizados con un nivel intermedio de tolerancia (4-6 en la escala), con daño clorótico total en la primera hoja y con menor porcentaje de daño en la segunda, entre los que se encuentra el cultivar Andreia. El cultivar Quilmes carisma (Q. carisma) presentó el menor daño foliar, en tanto Sara INTA y Josefina INTA mostraron un aceptable nivel de tolerancia, aun cuando se ubicaron en el grupo de cultivares con niveles intermedios de resistencia (figura 1).

El ANOVA mostró diferencias significativas para las variables IPS (F: 20,6; g.l.: 22; p: 0,0001) e  $ICL_{H1}$  (F: 9,03; g.l.: 22; p: 0,0001) y  $ICL_{H2}$  (F: 4,21; g.l.: 22; p: 0,0001).

Todos los cultivares infestados con áfidos evidenciaron una pérdida de peso seco que se tradujo en un mayor o menor valor del IPS en relación con sus respectivos controles. Las variedades con mayor IPS son capaces de mantener un peso similar al de sus controles luego del período de infestación, sin que se vea significativamente afectado el crecimiento de las plantas. Los genotipos MP1012, Sylphide, LE 3 y Traveler fueron los más tolerantes en cuanto al IPS, con diferencias estadísticas significativas respec-

to de los materiales más susceptibles: Scrabble, Explorer, 7302 INTA y MP1109. Los genotipos restantes tuvieron valores intermedios del IPS entre 0,6 y 0,8, lo cual equivale a una pérdida de peso seco de las plantas dañadas del 60 al 80%.

La totalidad de las plantas que fueron expuestas a la alimentación del insecto manifestaron daño clorótico en relación con los testigos sin infestación, quienes mantuvieron el verdor de sus hojas sin pérdida de clorofila. Sin embargo, como fue mencionado anteriormente y quedó expresado en la escala visual de daño, la primera hoja fue la más afectada en todas las variedades. En la segunda hoja, el daño fue apreciable, pero menor que en la hoja más vieja.

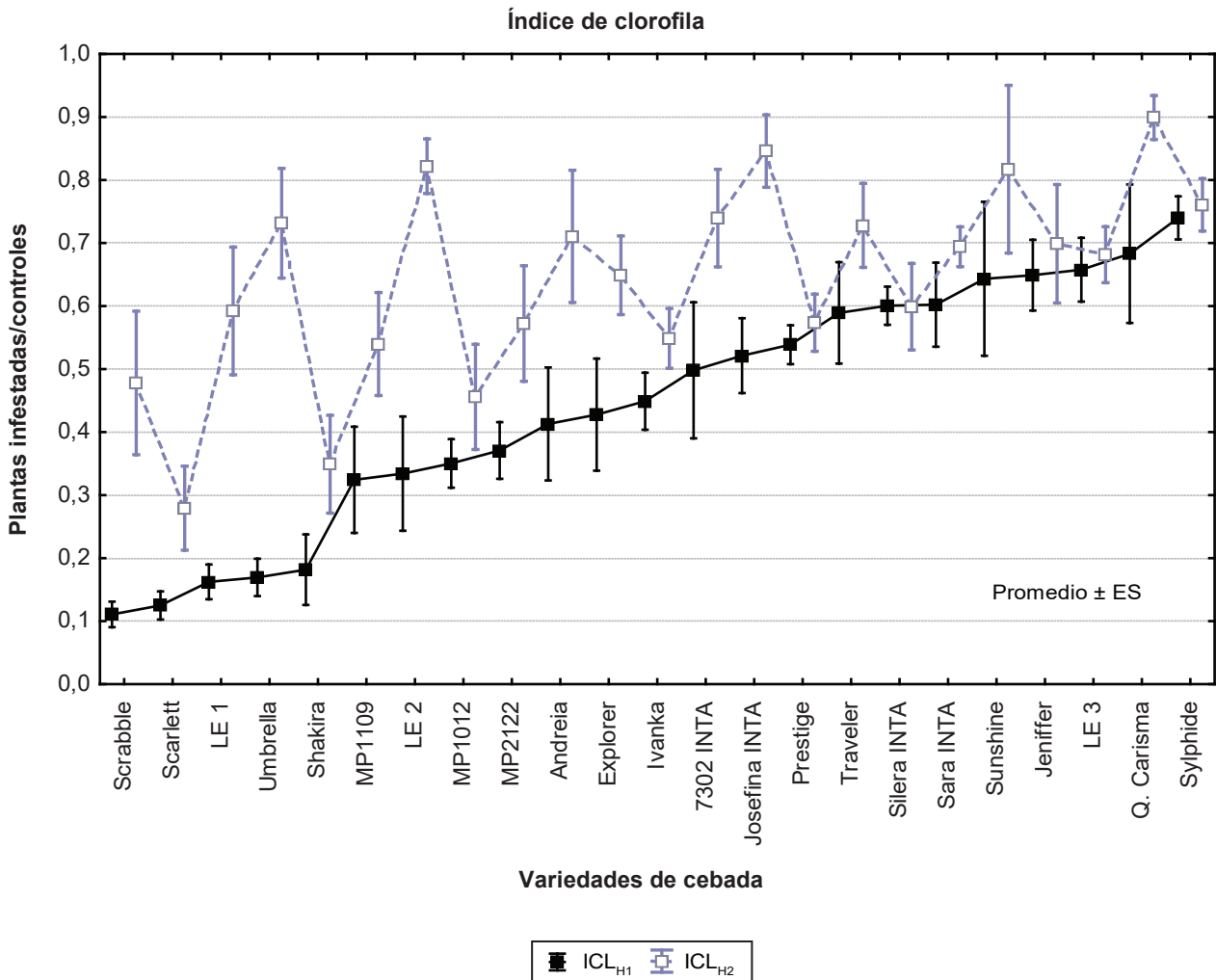
Esto responde a un patrón de alimentación espacial y temporal (Weng *et al.*, 2002) de esta especie de áfidos que difiere de otras especies tales como el "pulgón ruso del trigo" (*Diuraphis noxia* M.). El pulgón verde comienza a alimentarse por el tallo de las plántulas y continúa hacia la primera hoja. Una vez que dicha hoja está en su gran mayoría dañada con pérdida de clorofila y de turgencia, el insecto se desplaza hacia los tejidos foliares más nuevos. Pudo observarse en el ensayo el movimiento acrópeto de los insectos y su consecuente daño.

Hubo una amplia variabilidad en el ICL en la primera hoja con diferencias significativas entre ellas. Scrabble, Scarlett, LE 1 y Umbrella fueron los genotipos más susceptibles, diferenciándose de Prestige, Traveler, Silera INTA, Sara INTA, Sunshine, Jennifer, LE 3, Q. carisma y Sylphide, que tuvieron un ICL superior al 50% (figura 2). Las variedades restantes tuvieron ICL con valores intermedios a las situaciones mencionadas previamente.

En cuanto al ICL en la segunda hoja, Sunshine, Q. carisma, LE 2, Sylphide y Josefina INTA fueron las más tolerantes con diferencias estadísticas significativas con Scrabble, Scarlett, Shakira, MP1012 y MP1109.

Hay muchos factores que afectan las respuestas de la planta al daño provocado por los áfidos, entre ellos, el tiempo de infestación (estación o estado de crecimiento de la planta), la duración de la infestación, el estrés ambiental (especialmente sequía) y el estado nutricional del hospedante (Burd *et al.*, 1998). En los cereales atacados con áfidos una de las principales respuestas implica un desbalance hídrico y reducción del crecimiento. Las plantas que presentan resistencia pueden recuperar las tasas de crecimiento y continuar su desarrollo normal cuando los áfidos son removidos de estas (Burd y Burton, 1992), situación comúnmente observada en el campo.

La pérdida de peso seco es considerada la medición óptima para estimar la tolerancia bajo la presencia de *Schizaphis graminum*. Sin embargo, la determinación del contenido de clorofila provee una estimación de la habilidad de la planta de sobrevivir al ataque de áfidos, dado que los vegetales necesitan de este pigmento para producir biomasa. Si la planta no sufre una pérdida excesiva de clorofila como resultado de la alimentación del áfido, podría considerarse tolerante (Lage *et al.*, 2003).



**Figura 2.** Índice de Clorofila calculado para la primera (ICL<sub>H1</sub>) y segunda hoja (ICL<sub>H2</sub>) de variedades de cebada, luego de un período de infestación con *Schizaphis graminum*.

En resumen, (Q. carisma) y Sunshine podrían clasificarse como tolerantes al pulgón verde según la escala visual, que tuvieron escasa pérdida de peso seco en relación con sus testigos, pero que además, mantuvieron la clorofila en la primera y segunda hoja. En tanto Sylphide y LE 3 fueron susceptibles según la escala visual de daño, pero al compararlas con sus respectivos controles sin infestación evidenciaron signos de tolerancia, con bajas diferencias en el contenido de clorofila en ambas hojas y en la pérdida de peso seco. Josefina INTA, Jennifer y Traveler también estuvieron entre las variedades medianamente tolerantes.

Dentro de los cultivares más susceptibles se ubican Scrabble, Scarlett, Shakira y MP1109 entre otros, con mayores pérdidas de peso seco y clorofila.

**Ensayo de antibiosis**

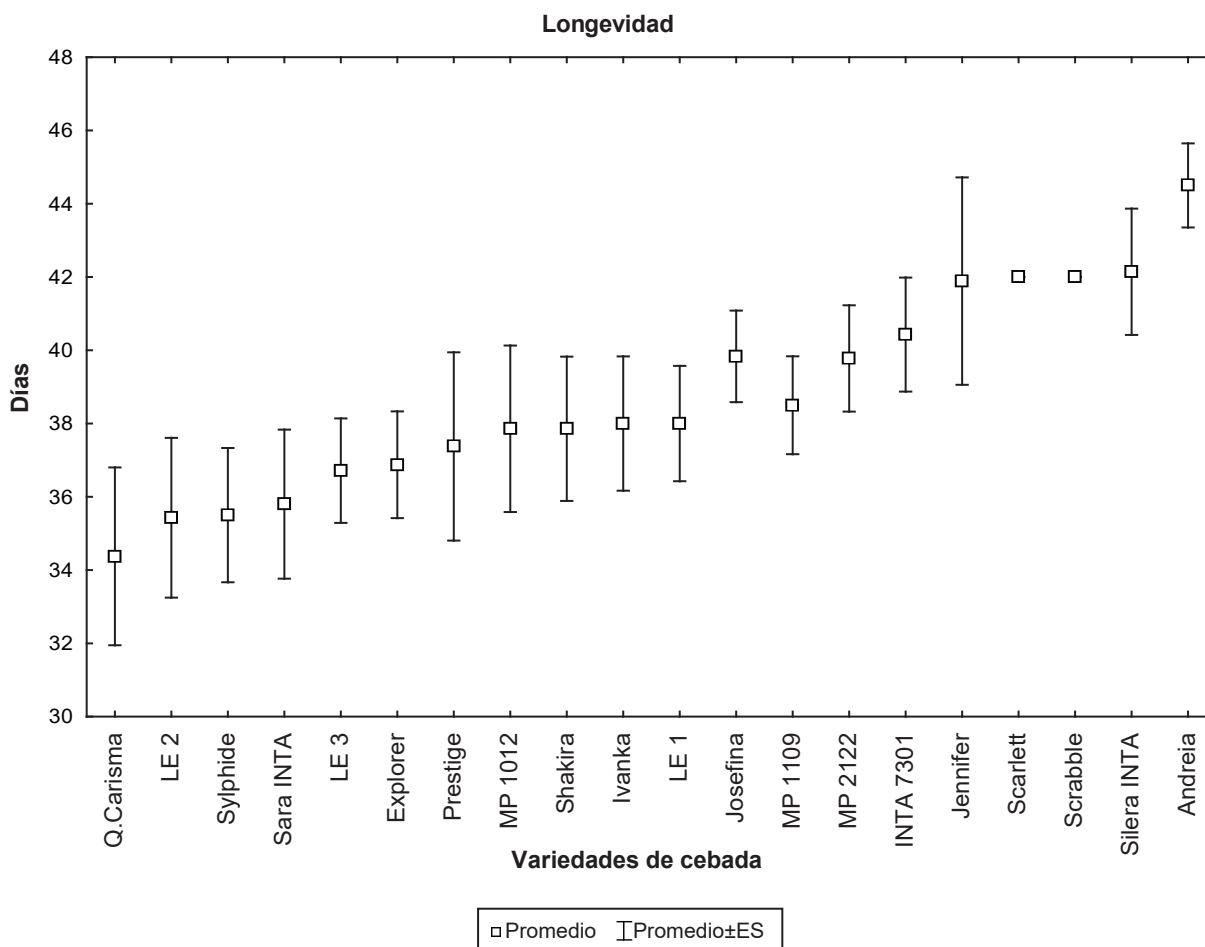
Se encontraron diferencias estadísticas significativas en la longevidad (L) (F: 2,40; g.l.: 138; p: 0,0018) y en la fe-

cundidad (F) (F=2,324; g.l.=138; p=0,0027) de los áfidos que fueron criados sobre diferentes variedades de cebada.

El ciclo de vida (longevidad) del pulgón confinado sobre las distintas variedades de cebada, varió entre un promedio mínimo de 34 días en Q. carisma y máximo de 44 días en Andrea. El resto de las variedades no mostraron diferencias significativas entre sí (figura 3).

El número de ninfas producido por hembra durante su ciclo de vida (F) fue variable entre los materiales de cebada evaluados, con un mínimo de 48 y un máximo de 130 insectos. En todos los genotipos se observó una elevada fecundidad, pero solo Jennifer permitió el desarrollo del mayor número de áfidos, con diferencias estadísticas significativas con otras 7 variedades que condicionaron una menor fecundidad (figura 4).

Es importante destacar que la mayoría de las variedades consideradas más antibióticas por condicionar ciclos cortos



**Figura 3.** Longevidad (días) de *Schizaphis graminum* en variedades de cebada.

de los áfidos no fueron las mismas que condicionaron menor fecundidad, a excepción de Sylphide y Sara INTA que podrían ser clasificadas como antibióticas (figuras 3 y 4).

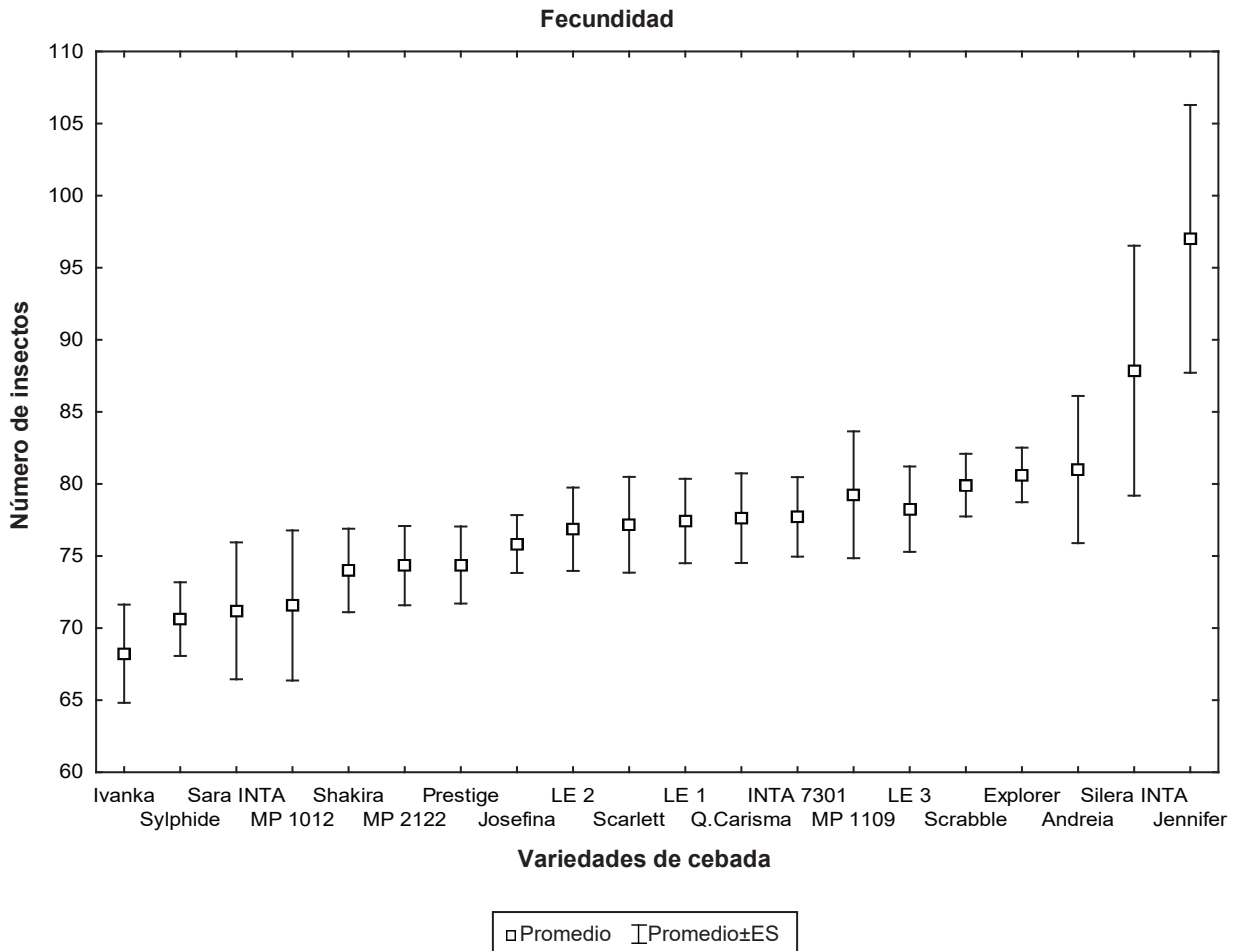
La variedad Sylphide, además de ser antibiótica, fue clasificada como tolerante con valores de índice de peso seco e índice de clorofila superior a otros cultivares.

## CONCLUSIONES

Entre las variedades comerciales y líneas experimentales de cebada cervecera evaluadas existe variabilidad en la respuesta al ataque del pulgón verde de los cereales. Dicha variabilidad permite identificar genotipos con niveles aceptables de resistencia. Entre ellos (Q. carisma), Sunshine, Sylphide y LE 3 fueron las que manifestaron mayor tolerancia a la alimentación del áfido y a su vez, Sylphide presentó características de antibiosis. Sin embargo, en la actualidad el panorama varietal se encuentra dominado por cultivares con alto potencial de rendimiento y calidad como son Andrea (40%), Shakira (35%) y Scarlett (10%),

las cuales han sido caracterizadas como susceptibles o moderadamente susceptibles. Por lo tanto, de presentarse condiciones favorables para el avance de esta plaga, casi la totalidad de la superficie sembrada con cebada podría ser afectada. Esto pone de manifiesto la importancia de conocer la resistencia de un genotipo a una determinada plaga ya que puede condicionar la elección de las variedades para sembrar, especialmente en aquellas regiones en las cuales esa plaga genera pérdidas o puede ser un potencial problema. En consecuencia, la información generada en este estudio representa un insumo directo para implementar en los programas de mejoramiento de cebada, a través de cruzamientos específicos en la futura búsqueda de cultivares competitivos con resistencia al pulgón verde de los cereales.

Además, cabe destacar que los resultados obtenidos en el presente trabajo representan la primera aproximación a nivel fenotípico de la respuesta de genotipos de cebada registrados en Argentina frente al ataque del pulgón verde de los cereales, que representan la totalidad del área sembrada con dicho cultivo.



**Figura 4.** Fecundidad (número de ninfas producidas por hembra) de *Schizaphis graminum* en variedades de cebada.

## BIBLIOGRAFÍA

ABELED, L.G.; MIRALLES, D.J. 2011. ¿Qué cambios presentaron en los últimos años los sistemas de producción de trigo y cebada en Argentina? En: VALLE, S.; LIZANA, C.; CALDERINI, D.F. (Eds.). *Sistemas de Producción de Trigo y Cebada*. Editorial Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 39-54 pp.

BURD, J.D.; BURTON, R.L. 1992. Characterization of plant damage caused by Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology* 85 (5) 2017-2022.

BURD, J.D.; BUTTS, R.A.; ELLIOTT, N.C.; SHUFRAN, K.A. 1998. Seasonal development, overwintering biology, and host plant interactions of Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) in North America. En: QUISENBERRY, S.S.; PEAIRS, F.B. (Eds.). *A response model for an introduced pest-the Russian wheat aphid*. Thomas Say Proceedings: Publications in Entomology. Entomological Society of America, Lanham, MD. 65-69.

CATTANEO, M. 2016. Evolución del cultivo de cebada en Argentina. VIII Congreso Nacional de Trigo. VI Simposio de Cereales de Siembra Otoño-Invernal. II Reunión del Mercosur. Pergamino (Disponible: <http://www.congresodetrigo.com.ar/presentaciones/dia1auditorio/CATTANEO-CN.pdf> verificado: 17 de marzo de 2017).

CONTI, V.A.; MOREYRA F.; GONZALEZ, G.A.; VALLATI, A.R.; GIMENEZ, F.J. 2016. Red nacional de cebada cervecera, campaña 2015. (Disponible: <http://inta.gob.ar/documentos/red-nacional-de-cebada-cervecera-%E2%80%93-campana-2015-verificado>: 17 de marzo de 2017).

DUGHETTI, A. 2012. Pulgones: Clave para identificar las formas ápteras que atacan a los cereales. RIAN, Red de información agropecuaria nacional. INTA y Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 44 pp.

FLINN, M.; SMITH, C.M.; REESE, J.C.; GILL, B.S. 2001. Categories of resistance to greenbug (Homoptera: *Aphididae*) biotype I in *Aegilops tauschii* germplasm. *Journal of Economic Entomology* 94: 558-563.

INASE. 2017. Listado de Cultivares - Registro Nacional de Cultivares del Instituto Nacional de Semillas. (Disponible: <http://www.inase.gov.ar/consultaGestion/gestiones/index/page:3> verificado: 17 de marzo de 2017).

KIECKHEFER, R.W.; KANTACK, B.H. 1986. Yield losses in spring barley caused by cereal aphids (Homoptera: Aphididae) in South Dakota. *Journal of Economic Entomology*, 79, 749-752.

KOGAN, M.; ORTMAN, E.F. 1978. Antixenosis. A new term proposed to define Painter's "Non-preference" modality of resistance. *Bulletin of the Entomological Society of America*, 24: 175-176.



LAGE, J.; SKOVMAND, B.; ANDERSEN, S.B. 2003. 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: 202-206.

PAINTER, R.H. 1951. *Insect Resistance in Crop Plants*. The McMillan Co. Nueva York. 151.

TOCHO, E.; MARINO DE REMES LENICOV, A.; CASTRO A.M. 2012. Evaluación de la resistencia a *Schizaphis graminum* (Homoptera: Aphididae) en cebada. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 71 (1-2): 01-10.

RONDANI, C. 1852. Sulla Specie d'insetto volante in gran quantità nella città di Parma. *Gazzetta de Parma, Appendice* (Dispo-

nibile: <http://www.itg-rondani.it/> verificado: 17 de marzo de 2017).

STATSOFT INC. 2011. *Statistica* (data analysis software system), version 10. (Disponible: [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com) verificado: 17 de marzo de 2017).

WEBSTER, J.A.; KENKEL, P. 1991 Benefits of managing small-grain pests with plant resistance. En: WISEMAN, B.R.; WEBSTER, J.A. (Eds.). *Proceedings, Thomas Say Publications in entomology*. Entomological Society of America. Lanham, MD, 87-114 pp.

WENG, Y.; LAZAR, M.D. 2002. Amplified fragment length polymorphism and simple sequence repeat-based molecular tagging and mapping of greenbug resistance gene Gb3 in wheat. *Plant Breeding* 121:218-223.