

DETERIORO OCASIONADO EN EL CRECIMIENTO DE PLANTULAS DE CEBADA
SUSCEPTIBLES AL PULGON VERDE DE LOS CEREALES (*Schizaphis graminum*, Rond.),
SOMETIDAS A UN MINIMO NIVEL DE INFESTACION¹ /

A.M. CASTRO*
C.P. RUMI*

Summary

The aim of this paper was to determine the effect of Schizaphis graminum (Rond.) on the growth of susceptible barley seedlings under infestation conditions that do not allow the spreading of the chlorosis that characterizes the attack

Seedlings with a similar growth stage (first leaf expanded) were infested with three adult aphids per seedling. Progeny was eliminated daily. A series of parameters related to seedling growth was determined at 2-day intervals beginning with the day of attack. Two days after infestation, new leaf primordia on the main shoot apex were inhibited. They resumed their production, but at a lower rate than uninfested controls. This inhibition, as well as the shorter length of leaf lamina and sheaths, reduced leaf area and total dry weight. The relation dry weight/leaf area was slightly superior on infested plants. Chlorosis (dotted) covered 4% of the total leaf area at the end of the experiment.

Damage in the aerial biomass production of the seedling is a consequence of the aphid's systemic-inhibitory effect on the apical and intercalary meristems, thus altering the mechanisms that regulate the growth (elongation and/or celular division).

Introducción

La presencia del pulgón verde de los cereales (*S. graminum*, Rond.), en los cultivares de cereales de invierno y en los sorgos, tiene una marcada incidencia económica. Su ataque ocasiona pérdidas que abarcan desde la disminución en el rendimiento en pasto y grano, hasta la muerte de las plantas, dependiendo del grado de susceptibilidad de las mismas, del nivel de infestación y de las condiciones ambientales.

Se han señalado como causas principales de la agresividad de este insecto su alta capacidad reproductiva y el deterioro que provoca en la masa foliar fotosintetizante (8, 9, 13, 19, 20). Esta acción sería ocasionada por el complejo enzimático identificado en la saliva tóxica del áfido (1, 2, 5, 14, 15, 16, 17), que permitiría la llegada del estilete hasta el mesófilo o el floema de la hoja (8, 9, 25). El mecanismo de ataque ha sido extensamente estudiado a nivel citológico en las zonas infestadas (3, 8, 9, 10, 22, 23); a pesar de ello aún no se ha podido explicar por qué en los cultivares tolerantes el áfido sólo provoca un mínimo deterioro del área foliar y las plantas mantienen su capacidad productiva.

Algunos autores han investigado otros factores que se consideran relacionados con el mecanismo de resistencia denominado "tolerancia", indicando que existen diferencias en las relaciones hormonales tanto entre los cultivares que se manifiestan susceptibles y resistentes al pulgón, como en las plantas con y sin ataque del mismo cultivar (21). Otros autores han señalado la presencia de ciertas alteraciones en el crecimiento

¹ Recibido para publicación el 5 de diciembre de 1985

Los autores desean agradecer la valiosa co-dirección del Ing. Agr. Hector O. Arriaga, Prof. Titular de Cerealicultura de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Plata. También agradecemos la eficiente colaboración técnica de la Prof. Olga Peluso del Instituto de Fisiología Vegetal de esta misma Facultad.

* Cátedra de Cereales e Instituto de Fisiología Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Plata C.C. 31; C.P. 1900 La Plata, Buenos Aires, Rep. Argentina

to de plantas de sorgo (12, 18, 26, 27, 28) y de cebada (24, 26) afectados por el insecto; algunos han indicado al biotipo C como el responsable de las mismas (11-24). Castro *et al.* (6) determinaron en plantas de cebada susceptibles infestadas, un número menor de hojas expandidas que en los testigos, a partir de los primeros días de ataque. Castro y Rumi (7) observaron que la diferenciación de nuevos primordios foliares en el ápice de tallo principal de cebada susceptible era inhibida totalmente a partir del cuarto día de iniciada la infestación, al trabajar con un nivel de 20 pulgones por planta; en ese momento los autores determinaron que el área foliar clorótica era mínimo.

Los antecedentes citados permiten identificar modificaciones provocadas por el áfido en la expresión del crecimiento de los cultivares susceptibles, que serían independientes de la clorosis ocasionada por el insecto, por lo menos hasta que ella alcanza una cierta proyección.

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar el grado en que es afectado el crecimiento de plántulas de cebada susceptibles al *Schizaphis graminum* cuando el nivel de infestación es inferior al nivel de daño económico, condiciones éstas que no permiten la extensión de la clorosis característica del ataque.

Materiales y métodos

Se utilizó una variedad comercial susceptible al áfido (Bordenave Ranquelina (MAG). Semillas de igual peso se colocaron en condiciones de germinación en arena dentro de una cámara climatizada, a 17°C y una humedad relativa del 70%. En estado de coleoptilo se seleccionaron todas aquellas plántulas cuya altura no excediera el rango considerado no significativo (Media \pm 2 Errores estándar). Las plantas seleccionadas se trasplantaron a dos bandejas (de 50 x 80 x 15 cm), en un sustrato de tres partes de tierra y una de arena.

El ensayo se inició en el mes de julio, en un solarium con la finalidad de proporcionar a las plantas condiciones ambientales similares a las naturales, evitando el efecto del viento que provoca una migración constante de los áfidos. La permanencia del material en este ambiente facilitó el control del nivel de ataque. La temperatura y humedad se determinaron con un termohigrógrafo, la temperatura diurna promedio fue de 8°C, la media nocturna de 6°C, la media máxima de 10°C y la media mínima de 4°C. La humedad relativa osciló entre 50 y 70%. El máximo nivel de luminosidad se alcanzó al mediodía con 35 000 lx registrado a la altura de las plantas. El fotoperíodo fue aproximadamente de 9 horas diarias. Los riegos se realizaron periódicamente, manteniendo el suelo a capacidad de campo.

Al producirse la expansión de la primer hoja (estado 1-Escala de Feekes) se determinó la longitud de la primera vaina, individualizando las plantas que se encontraban dentro del rango no significativo para este parámetro. Con el fin de mantener una densidad de siembra similar en ambas bandejas se conservaron en ellas las plantas no seleccionadas para la experiencia. El ensayo se inició con un total de 280 plántulas. El día 0 de ataque se extrajo al azar la primer muestra de 10 plantas entre las ya seleccionadas en cada bandeja y se realizaron las observaciones correspondientes. Al mismo tiempo se infestó individualmente las plantas de una de las bandejas, ubicando sobre la primera lámina tres pulgones adultos con la ayuda de un pincel. Los áfidos pertenecían al ecotipo verde claro que reúne algunas de las características del biotipo C, pero presenta otras que las diferencian de él (4).

Desde ese momento y cada dos días se continuó la extracción de muestras (de 10 plantas por bandeja) hasta el 10° día de infestación, despreciando las cabezas y bordes del ensayo. Diariamente se eliminó la progenie para mantener un grado constante de ataque. En los casos en que se produjo la muerte de los adultos éstos fueron reemplazados por otros.

En las muestras extraídas correspondientes a las plantas testigos (sin ataque) e infestadas (con ataque) se cuantificó la producción del ápice del tallo principal. Para ello se clasificó arbitrariamente esta producción, en función del desarrollo morfológico en cuatro estadios: a) hojas expandidas (con la ligula expuesta); b) hojas no expandidas (la ligula diferenciada pero no expuesta); c) primordios foliares que superan el domo apical (se consideró sólo aquellos primordios que no habían diferenciado la ligula); y d) primordios foliares diferenciados en el ápice (desde el primero que no llega a superar el domo apical hasta el último morfológicamente diferenciado).

Las determinaciones realizadas fueron las siguientes:

- 1 Longitud de láminas y vainas foliares de las hojas expandidas y no expandidas y de los primordios foliares que superaron el domo apical.
- 2 Longitud del ápice (considerado desde la base del primer primordio que no superó el domo hasta el extremo de éste).
- 3 Número de: hojas expandidas y no expandidas, primordios foliares que superaron el domo apical y primordios diferenciados en el ápice; todo este conjunto se consideró como la producción vegetativa total del ápice.

4. Área foliar total (integrada por las láminas de las hojas expandidas y los segmentos de las hojas no expandidas que excedían la vaina precedente). Área foliar fotosintetizante (área foliar verde). Área foliar clorótica (debido a que no superó el estado de manchas puntiformes se estimó visualmente en porcentaje del área foliar total afectada).
5. Peso seco de la parte aérea (se eliminaron las raíces, llevando cada planta a 60°C hasta peso constante)

Las determinaciones en el ápice se realizaron con un microscopio estereoscópico Wild M 5 con vernier ocular. Las áreas foliares se determinaron con medidor Li-cor (LI-3000)

El diseño experimental aplicado fue enteramente al azar. Se realizó el análisis de la varianza para cada parámetro, aplicando el test de Duncan. Con los promedios obtenidos en cada día de observación se hicieron los respectivos gráficos. Se indica en todos los casos el error estándar.

Resultados

Crecimiento de las láminas y vainas foliares de las hojas expandidas, no expandidas y de los primordios foliares que superaron el ápice.

El crecimiento de las hojas y primordios foliares fue afectado en distinto grado por la infestación, en relación al estado de desarrollo en que se encontraban al iniciar la infestación (Fig. 1)

En la primer hoja así como en la segunda lámina no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las plantas infestadas y testigos (A1, B1 y A2) como consecuencia del avanzado estado de desarrollo que exhibían éstas al iniciar el ataque. En cuanto a la segunda vaina y en las láminas y vainas siguientes se observaron diferencias significativas desde los primeros días de ataque ($P = 0.05$). Estas diferencias fueron mayores en aquellos primordios foliares que presentaban un estado de desarrollo muy temprano al comenzar la infestación (A3: láminas 3ra, 4ta y 5ta). Las vainas manifestaron mayor sensibilidad que las respectivas láminas (B2, B3: vainas 3ra y 4ta).

Número de primordios diferenciados en el ápice

El número de primordios foliares diferenciados en el ápice principal (Fig. 2) fue modificado por la acción del áfido a partir de los dos días de ataque ($P = 0.05$), disminuyendo en un 21% la producción del ápice en las plantas infestadas. A partir del cuarto

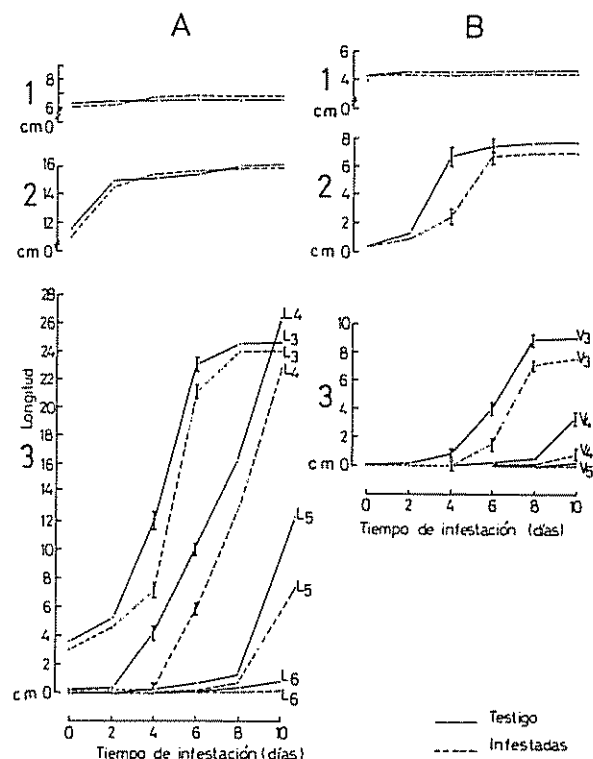


Fig. 1. Crecimiento de las láminas (A) y vainas (B) foliares en plántulas de cebada susceptible al pulgón verde. Las líneas verticales indican los errores estándar.

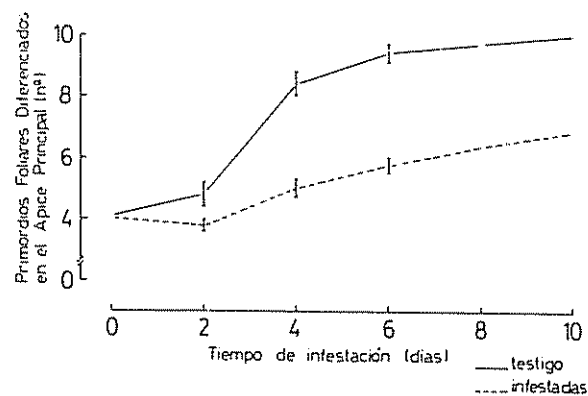


Fig. 2. Número de primordios foliares diferenciados en el ápice principal de plántulas de cebada susceptibles al pulgón verde. Las líneas verticales indican los errores estándar.

día estas diferencias fueron altamente significativas ($P = 0.01$), existiendo una pérdida del 40% respecto a los testigos. Las diferencias determinadas entre las plantas con y sin ataque, en el número de primordios producidos por el ápice, se mantuvieron constantes hasta la finalización de la experiencia.

Longitud del ápice

En las plantas infestadas se observó una menor longitud del ápice, con un comportamiento de crecimiento similar al determinado en el ritmo de diferenciación de los primordios foliares (Fig. 3). El alargamiento del ápice es nulo entre el día 0 y el día 2, a partir de ese momento existieron diferencias significativas entre ambos tratamientos ($P = 0.05$). Entre el 2° y el 8° día el ápice creció a un ritmo inferior al observado en los respectivos testigos; las diferencias determinadas se mantuvieron constantes entre las plantas con y sin ataque desde el 8° día.

Producción vegetativa total del ápice

En las plantas atacadas la producción total del ápice expresó diferencias significativas desde el 2° día ($P = 0.05$), debido a la inhibición producida por el áfido en la diferenciación de nuevos primordios. Como consecuencia, el número de primordios foliares que superaron el domo apical, el número de hojas que diferenciaron la lígula y el número final de hojas expandidas fueron menores (Fig. 4).

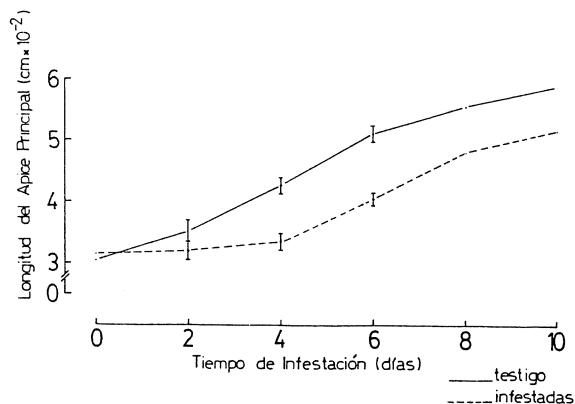


Fig. 3. Longitud del ápice principal de plántulas de cebada susceptible al pulgón verde. Las líneas verticales indican los errores estándar.

Area foliar total, área fotosintetizante y área clorótica

El área foliar total de las plantas infestadas fue significativamente menor que la desarrollada en los testigos a partir del 4° día ($P = 0.05$) y altamente significativa en el 10° día ($P = 0.01$), Fig. 5.

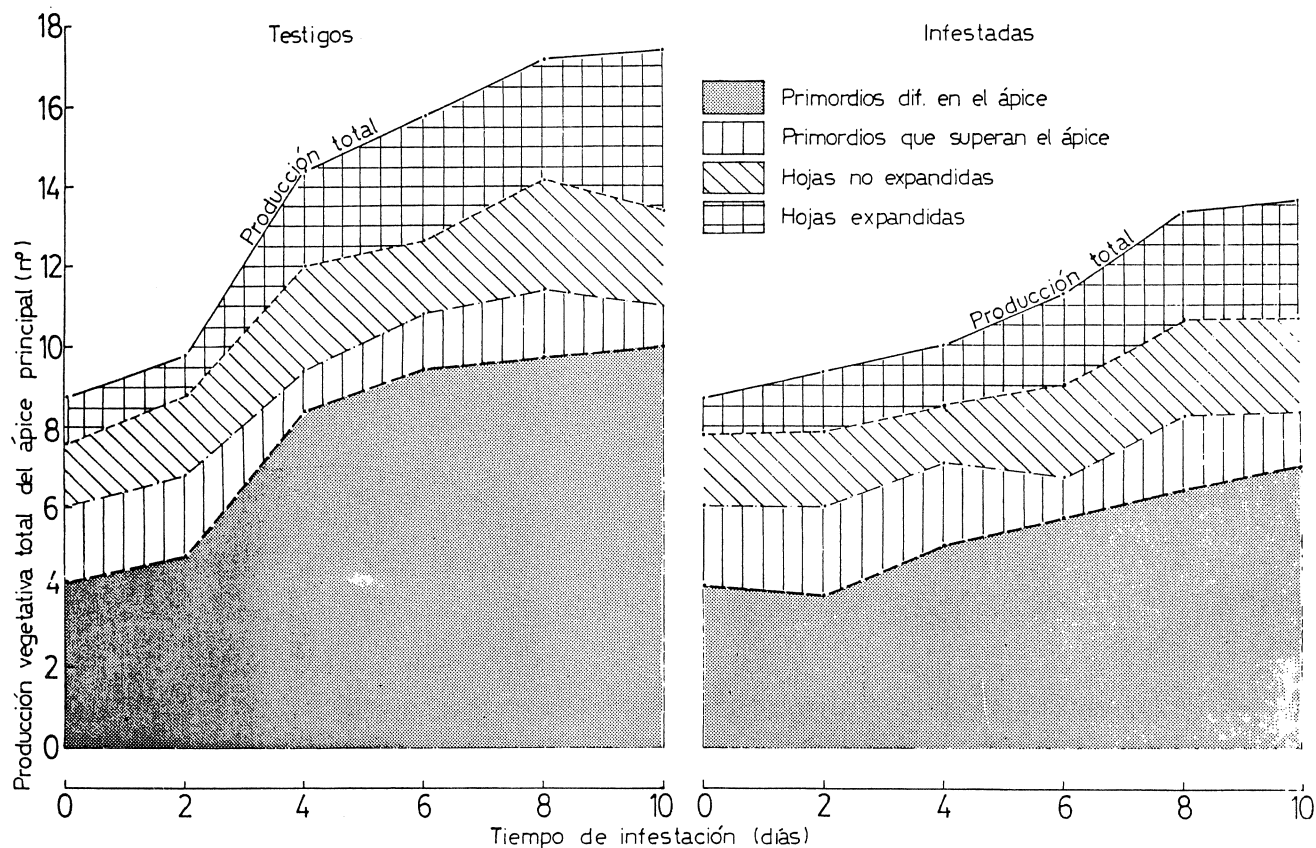


Fig. 4. Producción vegetativa total del ápice principal de cebada susceptible al pulgón verde, clasificada en distintos estudios morfológicos.

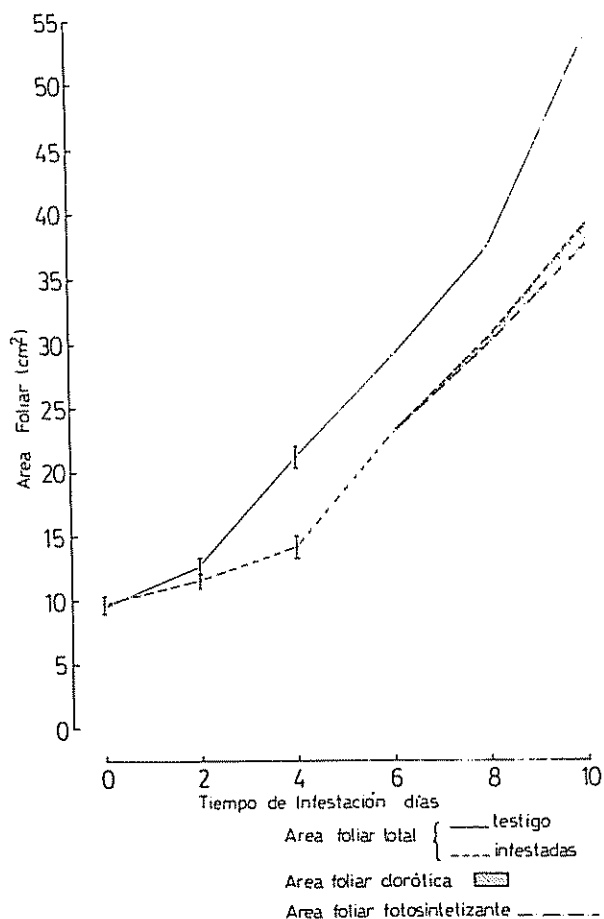


Fig. 5. Área foliar desarrollada por plántulas de cebada susceptibles al pulgón verde. Las líneas verticales indican los errores estándar.

Las principales causas que determinan una menor área foliar serían la inhibición en la diferenciación de nuevos primordios foliares en el ápice, que altera la expresión del crecimiento en las plantas infestadas (como se observa en la Fig. 4) y la menor longitud de las láminas y vainas foliares (que retrasa la expansión de nuevas hojas), Fig. 1.

El área foliar clorótica representó recién al 6° día el 1% del área foliar total y el 4% al 10° día de iniciada la infestación, manifestándose sólo como manchas puntiformes aisladas.

Peso seco y su relación con el área foliar

Contrariamente a lo determinado en los otros parámetros el peso seco aumentó sobre los valores registrados en los testigos entre el día cero y el día 2; se mantuvo constante desde el 2° al 4° día y desde ese momento se observó una expresión similar a la del testigo (Fig. 6), pero significativamente menor en valor absoluto ($P = 0.05$).

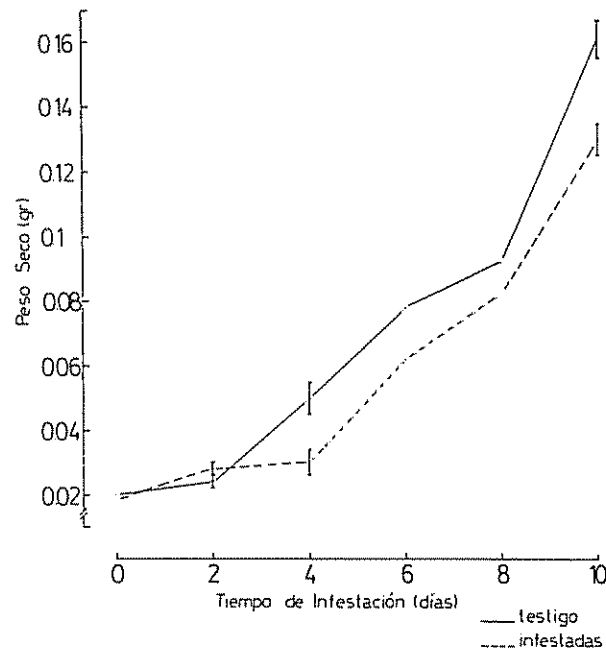


Fig. 6. Peso seco de la parte aérea de plántulas de cebada susceptibles al pulgón verde. Las líneas verticales indican los errores estándar.

El índice que relaciona el peso seco con el área foliar total (Cuadro 1) señala para las plantas infestadas que la cantidad de materia seca por unidad de superficie foliar supera levemente la relación determinada para los testigos. Esto se debe a que la pérdida ocasionada por el ataque es más acentuada en el área foliar que en la acumulación de materia seca.

Discusión

A pesar de las múltiples líneas de investigación interdisciplinarias que se han desarrollado en el estudio del ataque del pulgón verde, aún existe una gran confusión sobre los alcances del mecanismo de resistencia de "tolerancia", al no poder éste ser determinado en forma precisa. En el presente trabajo se realizó un estudio del crecimiento (proceso interrelacionado y sensible a toda situación de estrés), con el propósito de determinar si alguno de sus componentes podría expresar una relación estrecha con el grado de susceptibilidad o resistencia al áfido. Aunque en general se ha puesto énfasis en la clorosis que se manifiesta ante la presencia del insecto, como causante del deterioro de las plantas (8, 9, 13, 19, 20), este tipo de efecto actuaría posteriormente sinergizando la acción primaria y sistémica del pulgón verde sobre la producción del ápice, que en la medida que se mantiene el ataque anula toda posible recuperación (7).

Cuadro 1. Relación entre el peso seco de la parte aérea y el área foliar total ($\text{g}/\text{cm}^2 \times 10^{-3}$).

Tratamiento	Tiempo de infestación (día)					
	0	2	4	6	8	10
Testigos	2 105	2 020	2 353	2 689	2 693	3 009
Infestadas	1 920	2 434	2 443	2 695	2 788	3 333

Como indican nuestros resultados la producción del ápice es inhibida en los dos primeros días de infestación pero contrariamente a lo determinado por Castro y Rumi (7), la diferenciación se reinicia a partir de ese momento a un ritmo más lento que en los testigos; este comportamiento puede atribuirse al mínimo nivel de ataque empleado y al número constante de áfidos adultos que se alimentaron en las plantas en esta experiencia

Comparando los valores obtenidos en el número de primordios diferenciados en el ápice y el desarrollo del área foliar total y clorótica, se puede observar que la inhibición en el ápice no es una consecuencia directa del deterioro ocasionado por el insecto en la biomasa fotosintetizante. El área foliar total sufrió una disminución del 30% y la producción de primordios un 40% a los cuatro días de ataque, en tanto el área foliar clorótica sólo alcanzó una expresión del 4% al 10^o día de infestación. Por el contrario la relación peso seco/área foliar expresó valores superiores a la de los testigos

Conclusiones

En coincidencia con otros autores, se puede señalar que en principio la clorosis no es el factor desencadenante de la inhibición en la producción del ápice, si bien su extensión en otras condiciones de infestación, aceleraría el estado de deterioro de las plantas. El efecto sistémico-inhibitorio resultaría de una alteración en los procesos de división y alargamiento celular que regulan el crecimiento. Debe también señalarse que el ritmo de diferenciación de nuevos primordios foliares, en distintas condiciones de infestación, sería un indicador lo suficientemente objetivo del nivel de resistencia al áfido en los cultivares de cebada, debiendo probarse en otros cereales la presencia de este comportamiento

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue determinar en qué grado es afectado el crecimiento de plántulas de cebada susceptible al *Schizaphis graminum*, en condiciones de infestación que no posibilitan la extensión de la clorosis característica del ataque.

Plantas en similar estado de desarrollo (primera hoja expandida) fueron infestadas con tres áfidos adultos (en cada una de ellas), diariamente se eliminó su progenie. Desde el momento de iniciar el ataque y cada dos días se determinó la macolla principal, una serie de parámetros relacionados con el crecimiento de las plantas. Los testigos empleados permanecieron sin ataque. A los dos días a partir de la infestación, fue inhibida la diferenciación de nuevos primordios foliares en el ápice principal de las plantas atacadas, recuperando éstas luego su producción a un ritmo inferior al de los testigos. Esta inhibición así como la menor longitud de las láminas y vainas foliares determinaron una menor área foliar y un menor peso seco. La relación peso seco/área foliar total fue levemente superior respecto a los controles. El nivel de clorosis (puntiforme) cubrió sólo el cuatro por ciento del área foliar total al final de la experiencia

El deterioro en la producción de la biomasa aérea de la planta es una consecuencia del efecto sistémico-inhibitorio que ocasiona el áfido en los meristemas apical e intercalares, alterando los mecanismos que regulan el crecimiento (alargamiento o división celular).

Literatura citada

- ADAMS, J B.; Mc ALLAN, J W. 1956 Pectinase in the saliva of *Myzus persicae* (Sulz.) (Homoptera: Aphididae) Canadian Journal Zoology 34:541-543
- ADAMS, J B.; Mc ALLAN, J W. 1958 Pectinase in certain insects Canadian Journal Zoology 36:305-308
- AL-MOUSAWI, A H.; RICHARDSON, P.E.; BURTON, R L. 1983 Ultrastructural studies of greenbug (Homoptera: Aphididae) feeding damage to susceptible and resistant wheat cultivars Annual Entomological Society America 76(6):964-971
- ARRIAGA, H O.; CHIDICHIMO, H O.; ALMARAZ, L B.; BELLONE, B M. 1984

- Greenbug biotypes in Argentina. Annual Plant Resistance to Insects Newsletter 10:51
- 5 CAMPBELL, B C ; Mc LEAN, D L.; KINSEY, M. J.; JONES, K C.; DRYER, D L. 1982 Probing behaviour of the greenbug (*Schizaphis graminum*, biotype C) on resistant and susceptible varieties of sorghum. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 31:140-146.
 - 6 CASTRO, A.M.; RUMI, C.P.; ARRIAGA, H.O. 1984 Efecto del pulgón verde de los cereales sobre el crecimiento de plántulas de cebada. *Revista Facultad de Agronomía UNLP. Tomo LX (3era época: 1-2:43-50*
 - 7 CASTRO, A.M.; RUMI, C.P. 1985 Greenbug effect on the aerial vegetative production of two barley cultivars (Sometime para publicación).
 - 8 CHATTERS, R.M.; SCHLEHUBER, A.M. 1951 Mechanics of feeding of the greenbug (*Toxoptera graminum*, Rond.) on *Hordeum*, *Avena* and *Triticum*. Oklahoma Agriculture Experimental Station. Technical Bulletin 40. p. 1-18.
 - 9 DAHMS, R.G.; JOHNSTON, T.H.; SCHLEHUBER, A.M.; WOOD, E.A. 1955 Reaction of small-grain varieties and hybrids to greenbug attack. Oklahoma Agriculture Experimental Station. Technical Bulletin. 55. p. 1-61
 - 10 DIEHL, S.G.; CHATTERS, R.M. 1956. Studies on the mechanics of feeding of the spotted alfalfa aphid on alfalfa. *Journal of Economic Entomology* 49(5):589-591.
 - 11 HARVEY, T.L.; HACKEROTT, H.L. 1969. Recognition of a greenbug biotype injurious to sorghum. *Journal of Economic Entomology* 62(4):776-779
 - 12 HARVEY, T.L.; HACKEROTT, H.L. 1974 Effect of greenbug on resistant and susceptible sorghum seedlings in the field. *Journal of Economic Entomology* 67:377-380.
 - 13 MATTHEW, D. 1953 The ability of wheat plants to recover from differing amounts of feeding injury caused by the greenbug (*Toxoptera graminum*, Rond). Thesis, Kansas State University 46 p
 - 14 Mc ALLAN, J.W.; CAMERON, M.L. 1956 Determination of pectin polygalacturonase in four species of aphids. *Canadian Journal of Zoology* 34:559-564
 - 15 Mc ALLAN, J.W.; ADAMS, J.B. 1961 The significance of pectinase in plant penetration by aphids. *Canadian Journal of Zoology* 39:305-310
 - 16 MILLES, P.W. 1964 Studies on the salivary physiology of plant bug; oxidase activity in the salivary apparatus and saliva. *Journal of Insect Physiology* 10:121-129
 - 17 MILLES, P.W. 1965 Studies on the salivary physiology of plant bug. The salivary secretions of aphids. *Journal of Insect Physiology* 11:1 261-1 268
 - 18 MORGAN, J.; WILDE, G.; JOHNSON, D. 1980 Greenbug resistance in commercial sorghum hybrids in the seedling stage. *Journal of Economic Entomology* 73(4):510-514.
 - 19 ORTMAN, E.E. 1957 A measurement of greenbug *Toxoptera graminum* (Rond.) damage to the root system and other plant parts of several varieties of wheat. M.S. Thesis, Kansas State University. 50 p
 - 20 ORTMAN, E.E.; PAINTER, R.H. 1960 Quantitative measurements of damage by greenbug, *Toxoptera graminum* to four wheat varieties. *Journal of Economic Entomology* 53(5): 798-801.
 - 21 PAINTER, R.G.; MAXWELL, F.G. 1964 Auxins in honeydew of *Therioaphis maculata* and *Schizaphis graminum*. *Annual Entomology of Society America* 55:229-232
 - 22 POLLARD, D.G. 1973. Plant penetration by feeding aphids (Hemiptera: Aphidoidea). A review. *Bulletin Entomology Research* 62: 631-714
 - 23 ROBERTS, F.M. 1940. Studies on the feeding methods and penetration rate of *Myzus persicae*, Sulz. *Myzus circumfexus* Buckt. and *Macrosiphum gei* Kock. *Annual Applied of Biology* 27:348-357
 - 24 SALTO, C.E. 1982 Effect of temperature and photophase on barley resistance to greenbug biotypes C and D. Thesis Oklahoma State University p. 16, 27, 28, 29, 30 y 32
 - 25 SAXENA, K.J.; CHADA, H.L. 1971. The greenbug *Schizaphis graminum* 1: mouth parts

- and feeding habits Annual of Entomology Society America 64(4):807-834
- 26 STARKS, K. J.; MUNIAPPAN, R.; EIKENBARY, R. D. 1972 Interaction between plant resistance and parasitism against the greenbug on barley and sorghum Annual of Entomology Society America 65(3):650-655
- 27 WEIBEL, D. E.; STARKS, K. J.; WOOD, E. A. Jr y MORRISON 1972 Sorghum cultivars and progenies rated for resistance to greenbug Crop Science 12(3):334-336
- 28 WOOD, E. A. 1971 Designation and reactions of 3 biotypes of the greenbug cultured on resistant and susceptible species of sorghum Journal of Economic Entomology 64(1): 183-185

Reseña de libros

Forest Research: British Overseas Research, 1976-1982. Este informe presenta una sinopsis de investigaciones forestales realizadas en los trópicos, auspiciadas por la Overseas Development Administration (ODA) de la Gran Bretaña. La publicación ha sido realizada por el Commonwealth Forestry Institute (CFI) en la serie Overseas Research Publications, con el número 27.

Resume esta bien presentada publicación los logros del programa de ODA en el período 1976-1982, en el contexto de su desarrollo en los últimos 20 años. Más de 50 países en toda la zona tropical mundial han estado involucrados en las investigaciones. El énfasis en el período ha sido en la difusión de especies de valor confirmado en estudios anteriores. Así, el pino hondureño, *Pinus caribaea* var *hondurensis*, en sus varios tipos identificados, ha confirmado su excelencia y su rapidez de crecimiento para las zonas bajas y de moderada elevación en todo el trópico mundial. También se revela que otras especies, principalmente *Pinus oocarpa*, pueden tener un buen potencial en zonas más altas. Estas dos especies de coníferas tropicales, ya habían pasado, en extensión plantada, medio millón de hectáreas en 1980 y un adicional millón de hectáreas serán plantadas entre 1980 y 2000. El interés por estos pinos tropicales se revela en las numerosas investigaciones hechas desde 1968, las que figuran en las bibliografías que acompañan al resumen de

cada proyecto, entre las que encontramos dos artículos publicados en Turrialba, uno en 1978, sobre una revisión taxonómica del género *Cedrela*, y otra en 1981, sobre hibridación de *Pinus caribaea* var *hondurensis* y *P. oocarpa*.

Otras especies que han recibido atención son africanas que tienen ya conocido prestigio como madera, por lo que se están estudiando y propagando. Entre ellas predomina la especie *Tripochilon scleroxylon* (esterculácea), en la que se está trabajando especialmente en Nigeria. Otro género que se está estudiando intensivamente es *Agathis*, ampliamente distribuido en el Sudeste de Asia y en las islas del Pacífico Sudoeste. Su madera tiene buena reputación y la resina de algunas especies es comercialmente importante con el nombre de copal de Manila.

De interés es también un proyecto, iniciado en 1982, sobre latifoliados tropicales para zonas áridas y semiáridas, que había sido concentrado sobre todo en *Pinus*, *Eucalyptus* y *Tectona* y que ahora se ha empleado para cubrir necesidades de madera y sobre todo de leña, en zonas secas. Atención especial se dedica a las especies de *Prosopis* (entre las que esperamos que se incluyan el algarrobo peruano y el tamarugo chileno) buscando su productividad en forraje y su ausencia de espinas. En una excursión a América Central, este proyecto ha colectado semillas de especies de *Guazuma*, *Pithecellobium*, que comprende los árboles conocidos como genízaro, casha sota caballo y ardilla, *Parkinsonia*, *Gliricidia* (Madero negro) y *Dalbergia* (cocobolo y granadillo). Adalberto Gorbitz