

Deterioro en la Producción de Avena Susceptible a *Schizaphis graminum* (Rond.) Sometida a un Período de Infestación y su Posterior Recuperación¹

A.M. Castro*, C.P. Rumi*, H.O. Arriaga*

ABSTRACT

The aims of this study were: a) to analyze the extent of greenbug (*Schizaphis graminum* Rond.) injury upon susceptible oat seedlings; b) determine the degree of recovery by oat vegetative production after aphid removal; c) assess greenbug effect on final grain yield. Susceptible oat seedlings were infested with 20 "pale green" adults/plant at second expanded leaf stage within a climatized chamber. Uninfested seedlings were kept as controls. Greenbug chlorosis advance was measured daily. When they covered about 50% of total leaf area, number of aphids per plant was registered; they were then removed. Plants were put outdoors to recover. The total growth of infested plants was affected by greenbug attack. After their removal, main and lateral shoot apices reassumed leaf primordia differentiation. Biomass production and dry matter accumulation of the plants under recovery were compensated only partially in relation to control data. Developmental initiation was not altered by the attack. Although floret primordia number was similar for both controls and recovered plants, an important delay in panicle growth could be observed, together with a high percentage of vain spikelets. This caused a significant decrease in grain number per panicle. Greenbug attack affected vegetative production: nevertheless, the plants overcame apical inhibition when infestation was stopped. Consequently, the recovered plants were able to reach the differentiation rhythm of the controls. Nevertheless, recovered plants were deeply damaged during the developmental stage due to permanent alterations. Plant nutritional and/or hormonal imbalance might cause these permanent alterations.

INTRODUCCION

El estudio de las interrelaciones huésped insecto han permitido conocer algunos procesos metabólicos involucrados con la resistencia de las plantas a las diferentes plagas. La tolerancia, uno de los mecanismos de la resistencia (18), presenta características complejas. Si bien es heredable, su manifestación está muy influenciada por el ambiente y no tiene una expresión fisiológica y bioquímica uniforme y de fácil detección. La individualización de las bases fisiológicas de la tolerancia es un objetivo prioritario

COMPENDIO

Los objetivos del presente trabajo fueron: a) determinar la clase de daño que ocasiona el pulgón verde *Schizaphis graminum* (Rond.) en el crecimiento de plántulas de avena susceptible; b) estudiar el grado de recuperación que se manifiesta en la producción vegetativa de las mismas al eliminar los áfidos; c) analizar el efecto de la infestación en la producción final de grano. Plántulas de avena susceptible se sembraron en bandejas de cultivo; al estado de segunda hoja expandida se infestó la mitad de las plantas con 20 adultos "verde claro" por planta. Las plántulas sin ataque se mantuvieron en calidad de testigos. La experiencia se condujo en una cámara climatizada durante el período de la infestación. Diariamente se siguió la evolución de la clorosis ocasionada por los insectos. En el momento en que el 50% del área foliar presentaba clorosis, se contó el número de áfidos por planta y se les eliminó. Las plantas desparasitadas y los testigos fueron trasladadas al medio ambiente natural, iniciando así la recuperación. El ataque ocasionó un menor desarrollo total de las plantas infestadas. Al desinfectarlas, los ápices del macollo principal y de los ejes laterales primarios reiniciaron su actividad vegetativa. En este período, la producción de biomasa aérea y la acumulación de materia seca mostraron una recuperación parcial en relación a los testigos. En las plantas recuperadas el inicio de la etapa reproductiva no fue afectado y el número de primordios florales fue similar al de los controles. El crecimiento de la inflorescencia sufrió un significativo retraso y el número de granos por panoja fue menor en las plantas recuperadas debido al elevado porcentaje de espiguillas vanas. Si bien el ataque determinó deterioro en la producción vegetativa, la inhibición en los ápices se revirtió al concluir la infestación, alcanzando el ritmo de diferenciación de primordios foliares observado en los testigos. En cambio, durante la fase reproductiva, las plantas desparasitadas mostraron un mayor deterioro lo cual indicaría que el ataque provoca alteraciones de carácter permanente en el estado nutricional y/o en el balance hormonal de las plantas.

en todo programa de mejoramiento genético de los cultivares portadores de este mecanismo

El estudio de la recuperación de plantas previamente infestadas posibilitaría la identificación de los mecanismos que actúan en los cultivares tolerantes para contrarrestar los efectos ocasionados en las variedades susceptibles. En el estudio de la recuperación de plantas infestadas previamente con pulgón verde (*Schizaphis graminum*, Rond.) se han determinado efectos alternativos diversos. Algunos autores han señalado que intensidades mínimas de ataque ocasionan pérdidas proporcionalmente mayores que niveles su-

¹ Recibido para publicación el 21 de mayo de 1987.

* Instituto de Fisiología Vegetal y Cátedra de Cerealicultura de la Facultad de Agronomía de la U.N.L.P., C.C. 31, (1900) La Plata, República Argentina.

periores de infestación (2, 5, 17) Por otro lado, se ha indicado que existiría un grado de deterioro crítico por encima del cual las plantas no sobrevivirían a la infestación (3, 9, 12)

La tolerancia al áfido tendría una estrecha relación con el patrón de crecimiento de los cultivares. En ciertas especies de cereales la presencia del pulgón determina alteraciones en el crecimiento (5, 7, 8, 14, 19, 20). Paralelamente, se ha señalado que el nivel de tolerancia de las plantas estaría asociado con la composición hormonal de las mismas (13).

El presente estudio constituye parte de una serie que se ha realizado con el propósito de establecer el tipo de manifestación que adquiere la interacción áfido-planta en distintas especies de cereales.

Los objetivos del presente trabajo fueron: a) determinar la clase de daño que provoca el pulgón verde en el crecimiento de plántulas de avena susceptible; b) establecer el grado de recuperación que se manifiesta en la producción vegetativa de las mismas al eliminar los áfidos; c) analizar el efecto de la infestación sobre la producción final.

MATERIALES Y METODOS

Se empleó el cultivar de avena susceptible 'Suregrain INTA'. Se hicieron germinar semillas seleccionadas por peso similar en arena con condiciones controladas de temperatura y humedad. En el estado de coleoptilo se seleccionó el material de la experiencia, de acuerdo con la metodología propuesta por Castro y Rumi (5). Las plántulas se transplantaron a bandejas de cultivo; al expandirse la segunda hoja se realizó una última selección de las mismas (5). Se recolectó una primer muestra de 10 plantas de cada una de las bandejas y se procedió a infestar la mitad de las mismas con 20 adultos "verde claro" (1) en cada planta, permaneciendo el resto sin ataque en calidad de testigos (día "0").

Las condiciones controladas bajo las cuales se realizó la experiencia fueron: temperatura 19° - 21°C; humedad relativa 50 - 70% ; luminosidad 590 mEm⁻²s⁻¹ (empleándose lámparas incandescentes de 40 w y tubos fluorescentes de luz blanca fría de 60 w), con un fotoperiodo de aproximadamente 9 h.

Desde el momento de iniciar la infestación se tomaron muestras a diario y se determinó el porcentaje de área foliar clorótica (con un medidor Licor). Al alcanzar un nivel del 50% de clorosis se procedió a contar los áfidos por planta y se los eliminó por aspiración con una pequeña bomba de vacío conectada

a un flujo de agua. Se recolectó una muestra de 10 plantas de cada bandeja y las mismas se trasladaron a condiciones naturales iniciando su recuperación conjuntamente con los testigos.

A partir de la desinsectación y cada 10 días, se tomaron muestras hasta el estado de madurez pastosa de grano de las plantas testigo. Las plantas se disecaron bajo microscopio estereoscópico determinando el número de primordios foliares diferenciados en el ápice y de aquéllos que superaban el domo apical. Con el objeto de establecer la producción vegetativa del ápice principal y secundarios se determinó, además, el número de hojas expandidas y no expandidas. En el ápice reproductivo se determinó el número de primordios florales. Otros parámetros estudiados fueron: el área foliar total (AFT), área foliar fotosintetizante (AFF) y área foliar clorótica (AFC) y los pesos fresco (PF) y seco (PS) de la parte aérea de la planta. Con el objeto de analizar la distribución de los pesos, se determinó por separado el peso del área foliar fotosintetizante (PFF y PSF), clorótica (PFC y PSC), así como los pesos del resto de la parte aérea de la planta (bases = PFB y PSB).

La productividad final se estudió mediante el análisis de los componentes del rendimiento: número de panojas por planta, número de espiguillas por panoja, número de granos por panoja, pesos fresco y seco de las panojas.

El diseño estadístico empleado fue el de parcela dividida en el tiempo (21), con la correlación del "test" de Mauckly para el cálculo de F. Las diferencias mínimas significativas se determinaron por la prueba de Duncan.

El número de áfidos presente en cada planta fue sometido a un análisis de varianza, estableciéndose que no existieron diferencias significativas entre las plantas infestadas en el momento de desinsectarlas.

RESULTADOS

Producción vegetativa del ápice principal y ejes laterales

El ataque ocasionó una inhibición significativa en la diferenciación de nuevos primordios foliares en el ápice principal, determinándose una diferencia del 40% en este parámetro, en relación a los testigos (Fig. 1, 10° día).

Al eliminar los áfidos se observó una reactivación del ápice en las plantas desparasitadas, las cuales presentaron un ritmo de producción apical superior al de los testigos. Al iniciarse la etapa reproductiva, el ápice

principal de las plantas recuperadas alcanzó a producir el 93% de las estructuras foliares presentes en los testigos

La producción vegetativa en los ejes laterales fue inhibida por el ataque; los macollos iniciaron su actividad vegetativa al eliminar los insectos y alcanzaron niveles de diferenciación de primordios foliares similares a los testigos. El número de macollos productivos fue un 10% menor en las plantas recuperadas del ataque; sin embargo, aquellos que desarrollaron sobrevivieron la etapa de encañamiento del eje principal y alcanzaron el estado reproductivo

La inhibición provocada por los áfidos en los ápices principal y secundarios determinó una menor producción vegetativa final, con un consecuente deterioro en el desarrollo posterior de las plantas.

Crecimiento de las hojas y producción de biomasa aérea

Al iniciar el ataque, las plantas presentaron un total de ocho hojas diferenciadas, las cuales se encontraban en distintos estadios de desarrollo (Fig 1) El crecimiento de las mismas fue afectado diferencialmente por la infestación. Las dos primeras hojas, totalmente expandidas al eliminar los áfidos, no mostraron diferencias significativas con los testigos (Fig 2). El crecimiento de las láminas (L) y vainas (V) de las seis hojas subsiguientes fue inhibido, observándose longitudes menores que en las plantas controles al finalizar la infestación (Fig 2, 10° día)

Durante la recuperación, el ritmo de crecimiento de las láminas foliares manifestó un progresivo incremento; sin embargo, las longitudes finales fueron significativamente menores ($P = 0.01$) que en los testigos (Fig 2, L). Las vainas foliares mostraron mayores diferencias que las respectivas láminas y su diferenciación ocurrió con posterioridad en las plantas que habían sufrido infestación (Fig 2, V) Este último hecho determinó retrasos en la expansión de las nuevas hojas y afectó la expresión de la biomasa aérea

Las plantas infestadas desarrollaron una menor biomasa aérea que los testigos (Fig 3) como consecuencia de la inhibición ocasionada en los ápices (Fig 1) y en el crecimiento de las hojas (Fig 2) En el momento de eliminar los áfidos (10° día), las plantas atacadas presentaron un 40% menos de área foliar total que los testigos; al concluir la recuperación estas diferencias fueron del 20% (Fig 3, 70° día).

Como consecuencia de la infestación, las plantas manifestaron un deterioro permanente en la producción vegetativa que afectó la etapa de crecimiento reproductivo. El inicio de este estadio ocurrió simultáneamente en los testigos y en las plantas recuperadas; no obstante, el desarrollo de las plantas desparasitadas adultas fue más lento. Esto determinó un retraso de la senescencia en las hojas más viejas y comparativamente, los testigos mostraron una mayor extensión del área foliar clorótica que las plantas recuperadas de la infestación (Fig 3, 70° día). En estas últimas, la extensión del área clorótica se mantuvo constante desde el momento de la desinsectación.

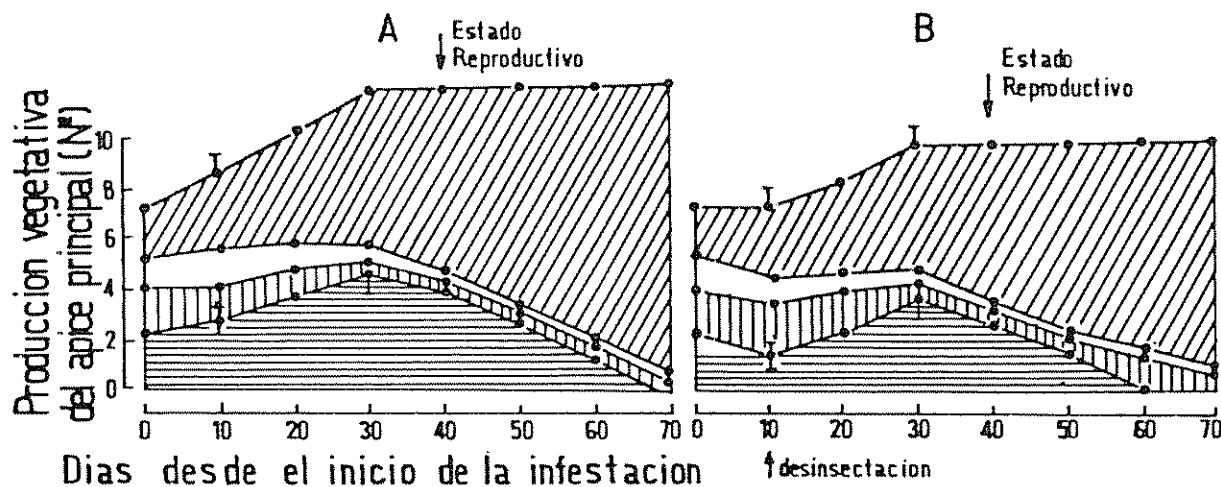


Fig. 1 Frecuencia acumulativa de la producción vegetativa del ápice principal determinada en plantas de avena susceptible al pulgón verde. Plantas testigo (sin ataque) = A; plantas recuperadas de la infestación con un nivel del 50% de clorosis = B.

- Número de primordios foliares diferenciados en el ápice.
- Número de primordios foliares que superaron el domo apical (lígula no diferenciada).
- Número de hojas no expandidas (lígula diferenciada, no expuesta)
- Número de hojas expandidas.

Las barras verticales indican las diferencias mínimas significativas ($P = 0.01$) entre las plantas testigo y aquellas recuperadas de la infestación, en el estadio morfológico y día de observación correspondiente

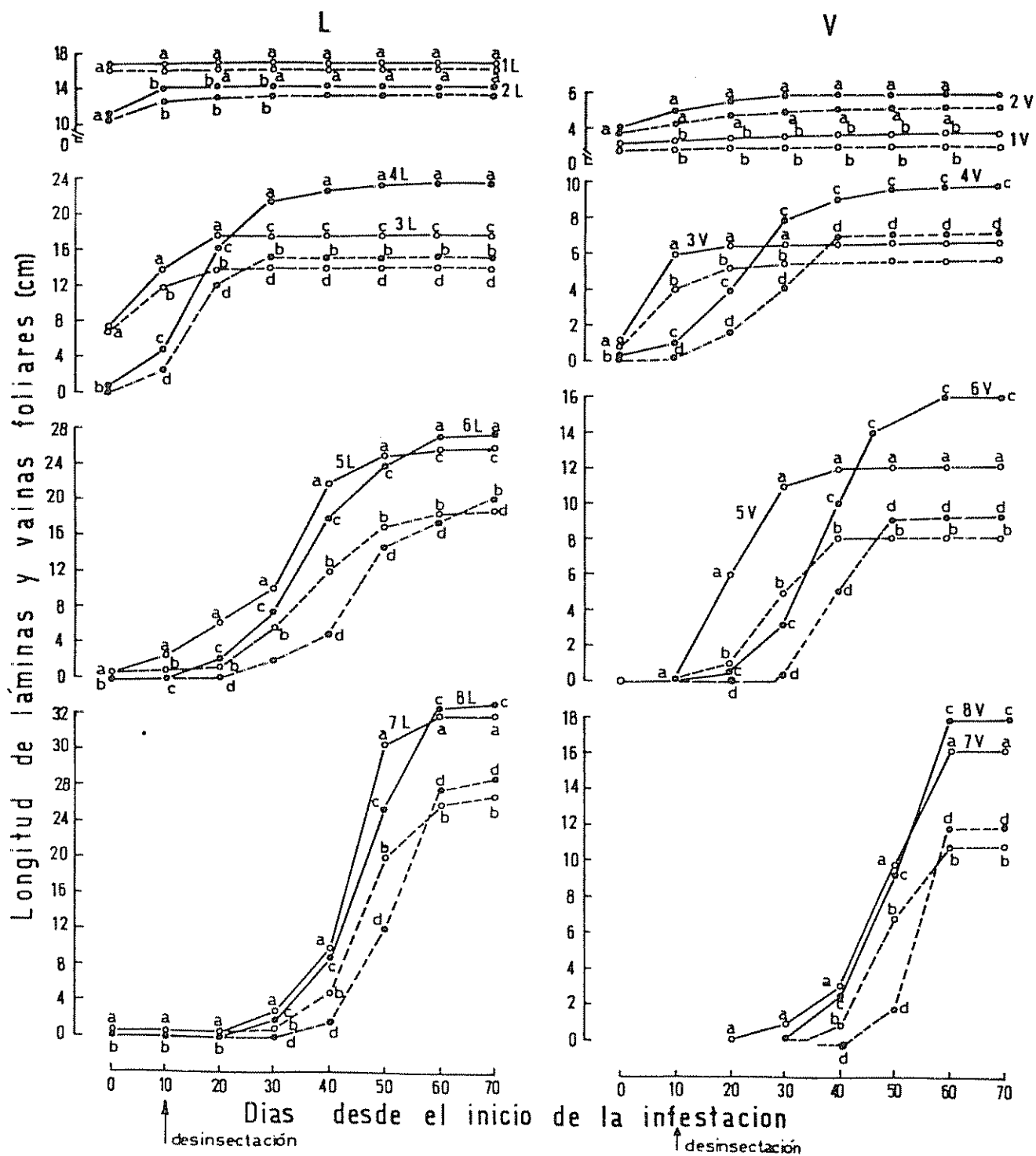


Fig 2 Crecimiento de láminas (L) y vainas (V) foliares determinado en plantas de avena susceptible al pulgón verde; plantas testigo (—) y plantas recuperadas de la infestación (----). Letras diferentes en la misma lámina o vaina, en cada día de observación, indican diferencias significativas (P = 0.01) entre los testigos y las plantas recuperadas.

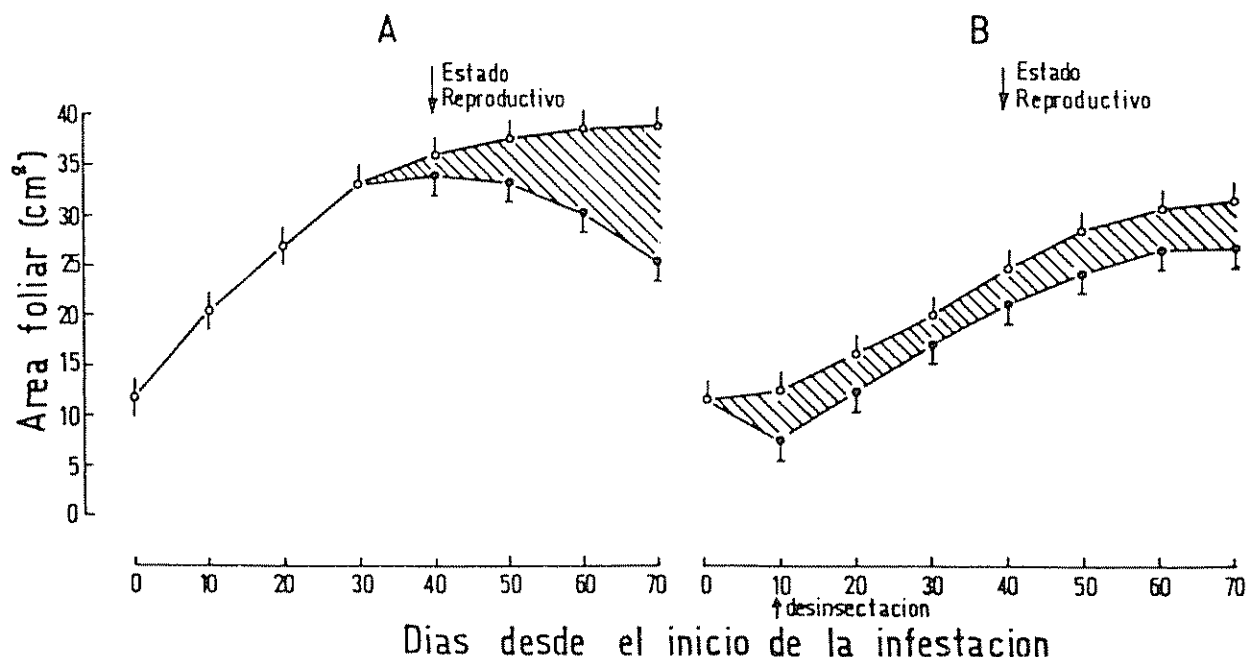


Fig. 3. Área foliar producida por plantas de avena susceptible al pulgón verde. Área foliar total (\circ), área foliar fotosintetizante (\bullet) y área foliar clorótica (\square). Plantas testigo (sin ataque) = A, plantas recuperadas de la infestación con un nivel de clorosis del 50% = B. Las barras verticales indican las diferencias mínimas significativas ($P = 0.01$) en cada día de observación; diferencias mínimas significativas en el área foliar total: (i), diferencias mínimas significativas en el área foliar fotosintetizante: (1).

Desarrollo del ápice reproductivo

En las plantas recuperadas, la infestación no alteró la iniciación de la fase reproductiva y el número de primordios de flor diferenciados fue similar al de los testigos (Fig. 4). La evolución posterior de las estructuras floríferas experimentó un retraso significativo en las plantas desinsectadas. Al concluir su recuperación, éstas se encontraban en el inicio de madurez de grano (estado 10.5 4, escala de Feekes) y los testigos en el estado de madurez pastosa de grano (estado 11.2, escala de Feekes).

El número de panojas en las plantas recuperadas fue 10% inferior al de los testigos (5.5 y 6 panojas por planta en promedio, respectivamente) (Fig. 4).

En las plantas recuperadas el número total de granos formados por panoja representó el 52% de la producción de los testigos, observándose un alto porcentaje de espiguillas vanas (Fig. 4).

Las plantas desparasitadas desarrollaron más lentamente; como consecuencia, los pesos fresco y seco de sus panojas representaron el 37% y el 28%, respectivamente, de los valores determinados en los testigos (Fig. 4).

En la etapa de crecimiento vegetativo las plantas recuperadas reiniciaron la diferenciación de primordios foliares y alcanzaron una producción vegetativa similar a la de los testigos (93%). La actividad apical en la producción de primordios de flor y el número de panojas por planta fueron también comparables a las de los testigos. A pesar de ello, el rendimiento final en las plantas desinfectadas se vio significativamente afectado por el desequilibrio provocado tempranamente en su crecimiento por el ataque del áfido, el cual disminuyó la cantidad de granos formados y retrasó su madurez.

Peso fresco y peso seco aéreos

El peso fresco aéreo total (PF) fue 44% inferior al de los testigos (Fig. 5, 10^o día); en el peso seco (PS) el deterioro fue del 38% (Fig. 6, 10^o día) al iniciar la recuperación. En consecuencia, la relación PS/PF resultó 2.5% superior a la determinada en los testigos.

Al analizar separadamente los pesos de las distintas partes de la planta, en el momento de suspender el ataque, se determinó que el peso fresco de las láminas foliares (área foliar total = fotosintetizante + clorótica) (PFH = PFF + PFC), fue 49% inferior al de los testigos (Fig. 5, 10^o día). El peso fresco de las bases resto de la parte aérea de las plantas (PFB) presentó un deterioro del 22% en relación a los testigos.

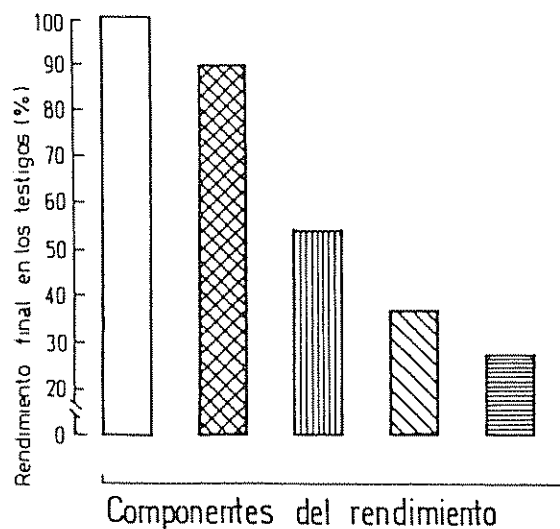


Fig. 4. Producción final de plantas de avena susceptible al pulgón verde recuperadas de la infestación con un nivel de 50% de clorosis, expresada porcentualmente en relación a los testigos (sin ataque).

Número de primordios floríferos
 Número de panojas por planta
 Número de granos por panoja
 Peso fresco de las panojas
 Peso seco de las panojas

En los respectivos pesos secos —PSH(+ PSF + PSC), PSB— las diferencias fueron del 35% en el PSH y del 21% en el PSB con relación a los testigos. Como consecuencia, en las plantas infestadas las relaciones de pesos en las hojas (PSH/PFH) y en las bases (PSB/PFB) resultaron ser un 3% y un 2% respectivamente superiores a las determinadas en los testigos.

En las plantas atacadas, el área foliar total (AFT) fue 40% inferior a la de sus testigos, al relacionar el PFH y el PSH con la biomasa aérea se determinó que el PFH/AFT fue 11% menor al de las plantas sin ataque; en cambio, el PSH/AFT fue 10% superior a los testigos.

Esta serie de índices permite establecer que la acumulación de materia seca (Fig. 6) no se vio afectada en el mismo grado en que resultaron alterados el peso fresco (Fig. 5) y la producción de biomasa aérea (Fig. 3) en las plantas infestadas; este efecto fue más acentuado en las hojas.

Al iniciarse la recuperación se observó un rápido incremento en el peso fresco y en el peso seco totales de la parte aérea. Al finalizar la experiencia, se determinaron diferencias del 49% y del 55% en el PF y en el PS, respectivamente, en relación a los testigos.

Las diferencias finales observadas en los pesos fresco y seco de las distintas partes aéreas de las plantas adultas serían consecuencia de los disturbios metabó-

licos ocasionados por el ataque los cuales retrasaron el desarrollo de la planta y alteraron en forma permanente los procesos involucrados con la acumulación de materia seca.

DISCUSION

Se ha determinado que el ataque de áfidos ocasiona un efecto inhibitorio de naturaleza sistémica en el ápice del tallo principal y en los ejes laterales el cual provoca una detención en la diferenciación de nuevos primordios foliares. Además la infestación alteró el crecimiento de las hojas, determinó un retraso en su expansión y en consecuencia, una menor expresión del área foliar total. El efecto del ataque del pulgón "verde claro" en el crecimiento de plántulas de avena susceptible fue similar al señalado en trabajos previos en plantas jóvenes de cebada susceptible (3). En estas últimas, se ha indicado que la acción inhibitoria sistémica sería inicialmente independiente del nivel de clorosis provocado por el insecto (5). En la presente experiencia, en cambio, no puede establecerse si existió inicialmente independencia entre ambas clases de daño, debido al nivel de clorosis con que se iniciaron las observaciones en los ápices. En experiencias posteriores se ha determinado que la inhibición en los ápices ocurre con anterioridad a la manifestación de la clorosis (hallazgo aún no publicado).

Luego de un cierto tiempo desde la desinsectación se observó una recuperación total en el ritmo de diferenciación de primordios foliares en el ápice, si bien las diferencias en la producción total de los mismos, con relación a los testigos, se mantuvieron. En consecuencia, la compensación de las pérdidas provocadas por la infestación fue parcial. El número de hojas expandidas y la biomasa aérea final fueron menores en las plantas recuperadas. La actividad vegetativa del ápice principal, durante la recuperación, mostró un comportamiento similar al señalado en cebadas susceptibles sometidas a distintos periodos de infestación con el áfido "verde claro" y posteriormente desparasitadas (3).

Se ha indicado que plantas de cebada susceptible, mantenidas con ataque hasta que el 50% de su área foliar presentara clorosis, manifestaron una reducción altamente significativa en el número de macollos vivos al iniciar el encañamiento del eje principal (6). También se ha observado en cebada que la reducción en el número de macollos productivos tiene una alta asociación con la densidad de áfidos en las plantas, con el estado de las mismas al infestar y con las condiciones ambientales existentes durante la recuperación (10). En avena, en cambio, el comportamiento sería diferente al señalado en cebada, los ejes laterales de las plantas recuperadas de la infestación sufrieron un deterioro del 10% en relación a los testigos.

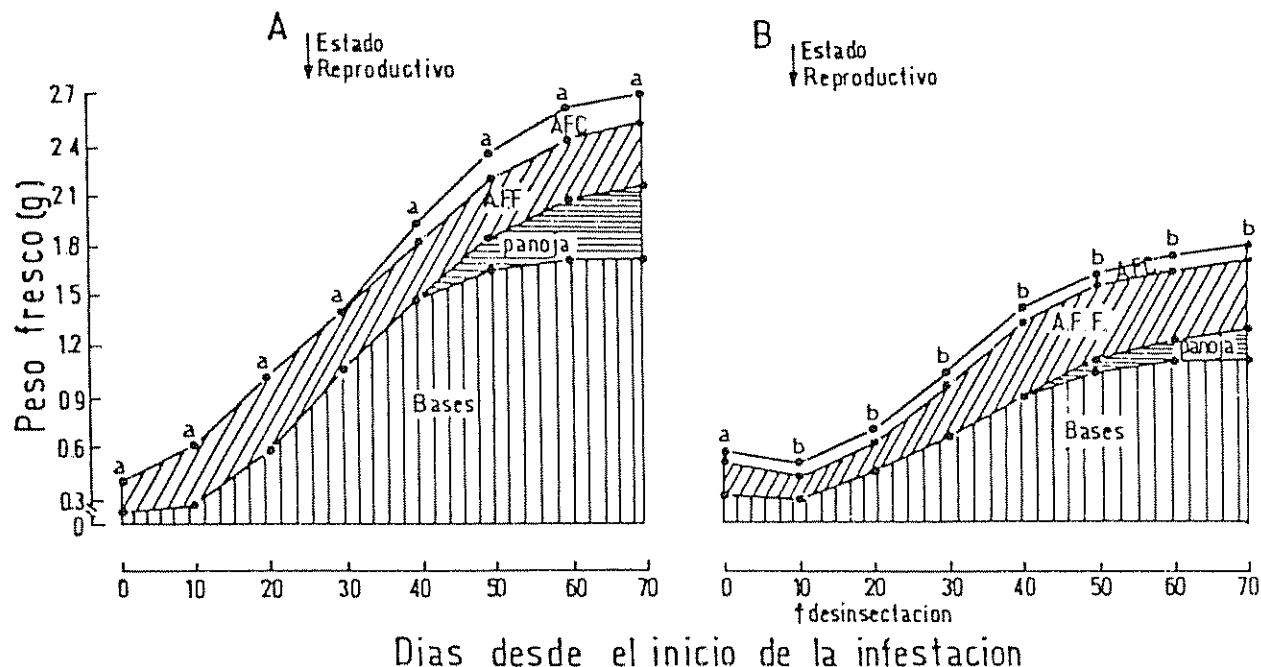


Fig 5. Distribución del peso fresco aéreo total en plantas de avena susceptible al pulgón verde. Plantas testigo = A; plantas recuperadas de la infestación con un nivel del 50% = B

Peso fresco del área foliar clorótica (AFC)

Peso fresco del área foliar fotosintetizante (AFF)

Peso fresco de las panojas.

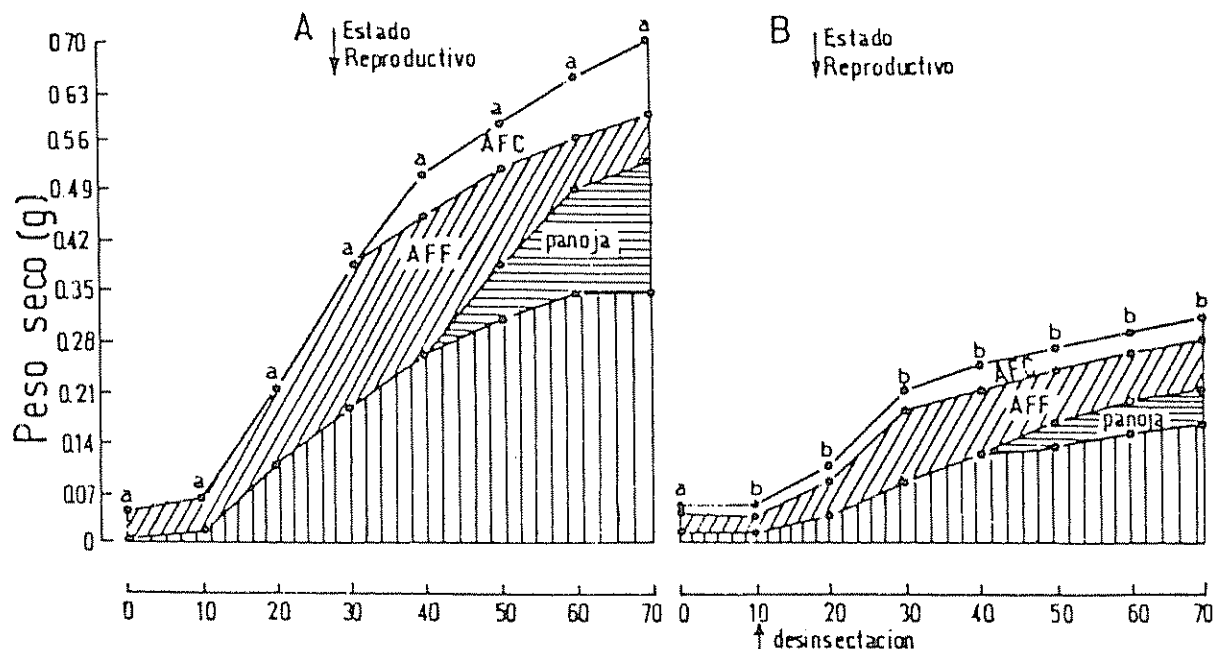
Peso fresco del resto de la parte aérea de la planta (bases)

Letras diferentes en el mismo día de observación indican diferencias significativas ($P = 0.01$) entre plantas testigo y plantas recuperadas.

La acumulación de materia seca en el período de crecimiento vegetativo de las plantas desparasitadas manifestó deterioros similares a los señalados en otros cereales (2, 6, 17). La falta de correspondencia entre la evolución del peso fresco y del peso seco en la parte aérea de las plantas recuperadas indica un grado de deterioro mayor en el balance hídrico de las mismas. Algunos autores han establecido que el ataque del áfido provoca diferentes alteraciones en el crecimiento del sistema radical en otros cereales los cuales podrían explicar en parte estas modificaciones en el balance hídrico (2, 4, 14, 15, 16). En avena, no se tienen antecedentes en la literatura existente sobre el tema en cuanto a la acción del insecto en el desarrollo radical. Nuestros datos preliminares indicarían que el volumen y el peso seco radical son disminuidos significativamente por el ataque (hallazgo aún no publicado).

Si bien la actividad reproductiva del ápice no fue modificada por la infestación, se constató una disminución significativa en el rendimiento en grano. La producción final de grano está íntimamente asociada con el área foliar presente, luego de la emergencia de la panoja y con la permanencia del área foliar en ese estado (22). Sin embargo, estos factores no explica-

rían totalmente el gran deterioro producido en el rendimiento. Las plantas recuperadas mantuvieron, luego de la emergencia de la panoja (a los 60 días), un mayor porcentaje de biomasa fotosintetizante, en relación al área foliar total, que los testigos. A partir de ese momento, las diferencias en el área foliar total entre los testigos y las plantas recuperadas fueron del 20%; sin embargo, el deterioro en el rendimiento de granos/panoja fue del 48%. El porcentaje de espiguillas vanas fue del 50% al finalizar la experiencia. Las fallas en el cuajado de grano tienen una alta correlación con los factores ambientales en interacción con el estado nutricional de las plantas (11). La presencia de espiguillas vanas podría deberse a: deficiencias en la fertilización; por efecto de una menor viabilidad del polen (causado por alteraciones metabólicas) o bien a disturbios en la distribución de metabolitos como consecuencia de la competencia entre distintos sitios de crecimiento. Los escasos recursos presentes en las plantas podrían explicar la reducción en el número de granos formados. Algunos autores han señalado, en plantas de cebada —mantenidas bajo infestaciones más severas (75% de clorosis o con densidades de ataque de 100 pulgones/planta) antes de iniciar su recuperación— pérdidas comparativamente menores a las determinadas en avena (3, 10). Esto indicaría que



Días desde el inicio de la infestacion

Fig. 6. Distribución del peso seco aéreo total en plantas de avena susceptible al pulgón verde. Plantas testigo = A; plantas recuperadas de la infestación = B.

Peso seco del área foliar clorótica (AFC)

Peso seco del área foliar fotosintetizante (AFF)

Peso seco de las panojas.

Peso seco del resto de la parte aérea de la planta (bases).

Letras diferentes en el mismo día de observación indican diferencias significativas ($P = 0.01$) entre plantas testigos y recuperadas.

la capacidad de revertir los efectos del ataque admite diferentes niveles de deterioro en la producción vegetativa y en el área foliar fotosintetizante al iniciar la recuperación, en los distintos cereales.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente trabajo permitirían señalar que el efecto del áfido tiene una mayor incidencia en la producción final de grano que en el desarrollo de las estructuras vegetativas aéreas. La inhibición en la diferenciación apical se revirtió inmediatamente al eliminar los pulgones y la actividad meristemática se reinició plenamente.

Sin embargo, la capacidad de revertir la inhibición provocada por el áfido no fue acompañada por una compensación total de las pérdidas ocasionadas durante la infestación. Consecuentemente, las alteracio-

nes que provoca tempranamente el ataque en las plántulas son de carácter permanente y se manifiestan con importantes diferencias en el rendimiento, luego de varios meses.

Las alteraciones de carácter permanente podrían deberse a disturbios hormonales, nutricionales y/o a desequilibrios en el balance hídrico de las plantas.

Los diferentes cereales tendrían una capacidad de reversión distinta para similares condiciones de infestación y recuperación. Sería necesario profundizar en el estudio de las alteraciones bioquímicas que ocurren en las plantas durante la infestación, estableciendo así cuáles son las causas que ocasionan la muerte de plantas susceptibles en ataques muy severos y determinan deterioros permanentes en aquellas que sobreviven a la infestación.

LITERATURA CITADA

- ARRIAGA, H.O.; CHIDICHIMO, H.O.; ALMARAZ, L.B.; BELLONE, B.M. 1984. Greenbug ecotype in Argentina. Annual Plant Resistance to insects Newsletter 10:51.
- BURTON, R.L. 1986. Effect of greenbug (Homoptera: Aphididae) damage on root and shoot biomass of wheat seedlings. Journal of Economy Entomology 79(3):633-636.

3. CASTRO, A.M.; RUMI, C.P. 1985. Recuperación de la producción vegetativa en plántulas de cebada susceptible al *Schizaphis graminum*, Rond., al suspender la infestación. Resúmenes XVI Reunión Nacional de Fisiología Vegetal. La Plata, Argentina 157 p.
4. CASTRO, A.M.; RUMI, C.P. 1985. Efecto del ataque del pulgón verde *Schizaphis graminum* (Rond.) en la producción vegetativa (aérea y radical) en plantas susceptibles y resistentes de cebada. Resúmenes XVI Reunión Nacional de Fisiología Vegetal. La Plata, Argentina 156 p.
5. CASTRO, A.M.; RUMI, C.P. 1986. Deterioro ocasionado en el crecimiento de plántulas de cebada susceptible al pulgón verde de los cereales (*Schizaphis graminum*, Rond.) sometidas a un mínimo nivel de infestación. Turrialba 36(3):263-270.
6. CASTRO, A.M.; RUMI, C.P.; ARRIAGA, H.O. 1986. Recuperación de plantas de cebada susceptible infestadas con dos probables biotipos de *Schizaphis graminum* (Rond.). Revista de la Facultad de Agronomía. 61 (en prensa).
7. HARVEY, T.L.; HACKERTOTT, H.L. 1969. Recognition of a greenbug biotype injurious to sorghum. Journal of Economic Entomology 62(4):776-779.
8. HARVEY, T.L.; HACKERTOTT, H.L. 1974. Effect of greenbug on resistant and susceptible sorghum seedlings in the field. Journal of Economic Entomology 67(3):377-380.
9. KANTACK, E.J.; DAHMS, R.G. 1957. A comparison of injury by the apple grain aphid and greenbug to small grains. Journal of Economic Entomology 50(2):156-158.
10. KIECKHEFER, R.W.; KANTACK, B.H. 1986. Yield losses in barley caused by cereal aphids (Homoptera: Aphididae) in South Dakota. Journal of Economic Entomology 79(3):749-752.
11. LANGER, R.H.M. 1972. How grasses grow. Edward Arnold Edit. p 32-34.
12. MATTHEW, D.L. 1953. The ability of wheat plants to recover from differing amounts of feeding injury caused by greenbug (*Toxoptera graminum*, Rond.). MS Thesis. Kansas State University.
13. MAXWELL, F.G.; PAINTER, R.H. 1962. Auxin content of extracts of certain tolerant and susceptible host plants of *Toxoptera graminum*, *Macrosiphum pisi* and *Therioaphis maculata* and relation to host plant resistance. Journal of Economic Entomology 55(1):46-56.
14. MORGAN, J.; WILDE, G.; JOHNSON, D. 1980. Greenbug resistance in commercial sorghum hybrids in seeding stage. Journal of Economic Entomology 73(4):510-514.
15. ORTMAN, E.E. 1957. A measurement of greenbug *Toxoptera graminum* (Rond.) damage the root system and other plant parts of several varieties of wheat. MS Thesis. Kansas State University, 50 p.
16. ORTMAN, E.E.; PAINTER, R.H. 1958. A measurement of greenbug (*Toxoptera graminum* Rond.) damage to the root system and other plant parts of several varieties of wheat. Proc. Entomol. Soc. N. Centr. Branch abstract 3:13.
17. ORTMAN, E.E.; PAINTER, R.H. 1960. Quantitative measurements of damage by the greenbug *Toxoptera graminum* to four wheat varieties. Journal of Economic Entomology 53(5):798-802.
18. PAINTER, R.H. 1951. Insect resistance in crop plants. New York, Mc Millan 25 p.
19. SALTO, C.E. 1982. Effect of temperature and photoperiod on barley resistance to greenbug biotypes C and E. Thesis, Graduate College, Oklahoma State University. p. 16, 27, 28-32.
20. STARKS, K.J.; BURTON, R.L.; MERKLE, O.G. 1983. Greenbug (Homoptera: Aphididae) plant resistance in small grains and sorghum to biotype E. Journal of Economic Entomology 76:877-880.
21. STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. 1960. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill, p. 394-398.
22. THORNE, G.L. 1966. Physiological aspects of grain yield in cereals, en: The growth of cereals and grasses. Proc. 12th Easter Sch. Agric. Sci., Univ. Nottingham, Butterworths, p. 88-117.