

Efectos de la Infestación del Pulgón Verde (*Schizaphis graminum* Rond.) en el Ritmo de Crecimiento de Plántulas de Sorgo Granífero (*Sorghum bicolor* Moench.)¹

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

ABSTRACT

The aim of this work was to determine sorghum (*Sorghum bicolor* Moench.) growth damage under greenbug (*Schizaphis graminum*, Ron.) attack. This species belongs to the C4 plant group having morphological and physiological characteristics that distinguish it from winter grains and other hosts of aphids. A susceptible and a tolerant cultivar were used. At first leaf expanded stage, half of the plants of each cultivar were infested with 20 adult aphids per plant; the other half remained uninfested as controls. Every four days ten plants per cultivar, with and without infestation, were harvested. The number of aphids on each plant was registered and several plant growth parameters were determined. Attacked, susceptible plants suffered 33% losses in main apex vegetative production, 50% in foliar area and 33% in fresh weight on day eight when chlorosis began to appear. Dry weight was only 19% lower than that of the control. After 20 days of infestation there were 36% losses in foliar area and 75 – 80% in the other parameters with respect to the controls. On the tolerant cultivar the attack caused an initial delay in main apex vegetative production. The differentiation rhythm was afterwards similar to the controls. Aerial biomass was 30% lower in the attacked plants after 20 days of infestation. The slightly reduced photosynthetic area, low aphid density and early growth inhibition would indicate that systemic inhibitory effect is independent of chlorosis caused by the aphid. This alteration could be related to hormonal imbalances that alter the regulation of division and/or cell elongation in apical and intercalary meristems.

INTRODUCCION

El sorgo granífero (*S. bicolor*, Moench.) en Argentina ha pasado a ser uno de los hospedantes preferidos del pulgón verde (*S. graminum*, Rond.). La ubicación de este cultivo en la cadena anual determina la aparición de ataques severos en primavera, que provocan pérdidas importantes en las plantas pequeñas, o en verano, cuando las plantas están en los últimos períodos de desarrollo. Si bien algunos autores han establecido cuáles son los componentes de la resistencia al áfido, así como los diferentes daños que éste ocasiona (8), no se han descripto en cambio las

COMPENDIO

El objeto del presente trabajo fue determinar de qué manera el pulgón verde (*Schizaphis graminum*, Rond.) afectó el crecimiento de sorgo granífero (*Sorghum bicolor*, Moench.), especie que pertenece a las plantas C4 y presenta características morfológicas y fisiológicas que la diferencian del resto de los hospedantes del áfido, los cereales de invierno. Se emplearon dos cultivares, uno susceptible y otro tolerante. Al estado de la primera hoja expandida la mitad de las plantas de cada cv. se infestó con 20 adultos/planta; el resto permaneció sin ataque como testigos. Cada cuatro días se recolectaron 10 plantas de cada cv. con y sin infestación; se contabilizaron los áfidos presentes en cada una y se determinaron distintos parámetros del crecimiento de las plantas. Las plantas atacadas del cv. susceptible sufrieron pérdidas del 33% en la producción vegetativa del ápice principal, 50% en el área foliar y 33% en el PF al 8° día, en el que comenzó a manifestarse clorosis. El PS fue sólo 19% inferior al de los testigos. Luego de 20 días de ataque las pérdidas fueron del 36% en el área foliar y en los demás parámetros del 75 – 80% en relación con los testigos. En el cv. tolerante el ataque provocó un retraso inicial en la producción vegetativa del ápice principal; no obstante, posteriormente, el ritmo de diferenciación fue similar al de los testigos. Las plantas atacadas mostraron una biomasa aérea 30% inferior a la de los testigos a los 20 días de infestación. La escasa reducción del área foliar fotosintetizante, la baja densidad de áfidos y la temprana inhibición del crecimiento permitirían determinar que la acción sistémica de efecto inhibitorio es independiente de la clorosis provocada por el insecto. Esta acción se debería a desbalances hormonales que alterarían la regulación de la división y/o alargamiento celular en los meristemas apical e intercalares.

alteraciones que el ataque provoca en el crecimiento de las plantas susceptibles al insecto.

El ecotipo verde claro prevalece en los sorgos en Argentina (2); su ataque provoca alteraciones del crecimiento en cvs. susceptibles de cebada (3), avena (4) y en centeno (Castro y Rumi, 1986. Comunicación personal). La diferenciación de primordios foliares en el ápice principal y secundarios es inhibida por efecto del insecto, así como la actividad de los meristemas intercalares. Se ha establecido que en esos cereales el efecto es sistémico e inicialmente independiente del nivel de clorosis presente en las hojas (5).

El objetivo de este trabajo es conocer la manera en que este áfido afecta el crecimiento del sorgo, especie que pertenece a las plantas C4 y que presenta características morfológicas y fisiológicas distintas a las plantas C3, cereales de invierno

¹ Recibido para publicación el 13 de abril 1988

* Instituto de Fisiología Vegetal y Cátedra de Cerealicultura, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Plata, 60 y 118, C.C. 31, (1990) La Plata, República Argentina

MATERIALES Y METODOS

Durante 1986 y 1987 se condujeron experimentos empleando dos cvs. comerciales de sorgo, NK233, susceptible y BR64R, tolerante. Se uniformó el material vegetal por su estado de desarrollo (3). Al estado de la primera hoja expandida se procedió a infestar la mitad de las plantas; el resto permaneció sin ataque, como testigos. La infestación se realizó con 20 pulgones adultos por planta. La siembra se realizó en bandejas con un sustrato de tres partes de tierra (Horizonte, Suelo Brunizer Típico y una de arena. Los bordes y cabeceras se despreciaron. Las plantas se criaron en ambiente natural hasta el momento de realizar la infestación. Durante la experiencia el material permaneció en las condiciones mencionadas hasta las 17:00 h y desde ese momento hasta las 08:00 h del día siguiente se trasladaron a una cámara climatizada, completando el fotoperíodo de 12 horas. La intensidad lumínica artificial fue de $580 \text{ mEm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. La temperatura osciló entre $20 - 22^\circ\text{C}$ y la humedad relativa de $50 - 70\%$. El riego se realizó diariamente manteniendo el suelo a capacidad de campo.

Desde el momento de infestar y cada cuatro días (durante un lapso de 20 días) se procedió a cosechar 10 plantas de cada cultivar con y sin ataque. Se deter-

minó el número de áfidos de cada planta y además, una serie de parámetros de crecimiento de acuerdo con los descriptos por Castro y Rumi (4).

El diseño experimental utilizado fue el de parcela dividida en el tiempo

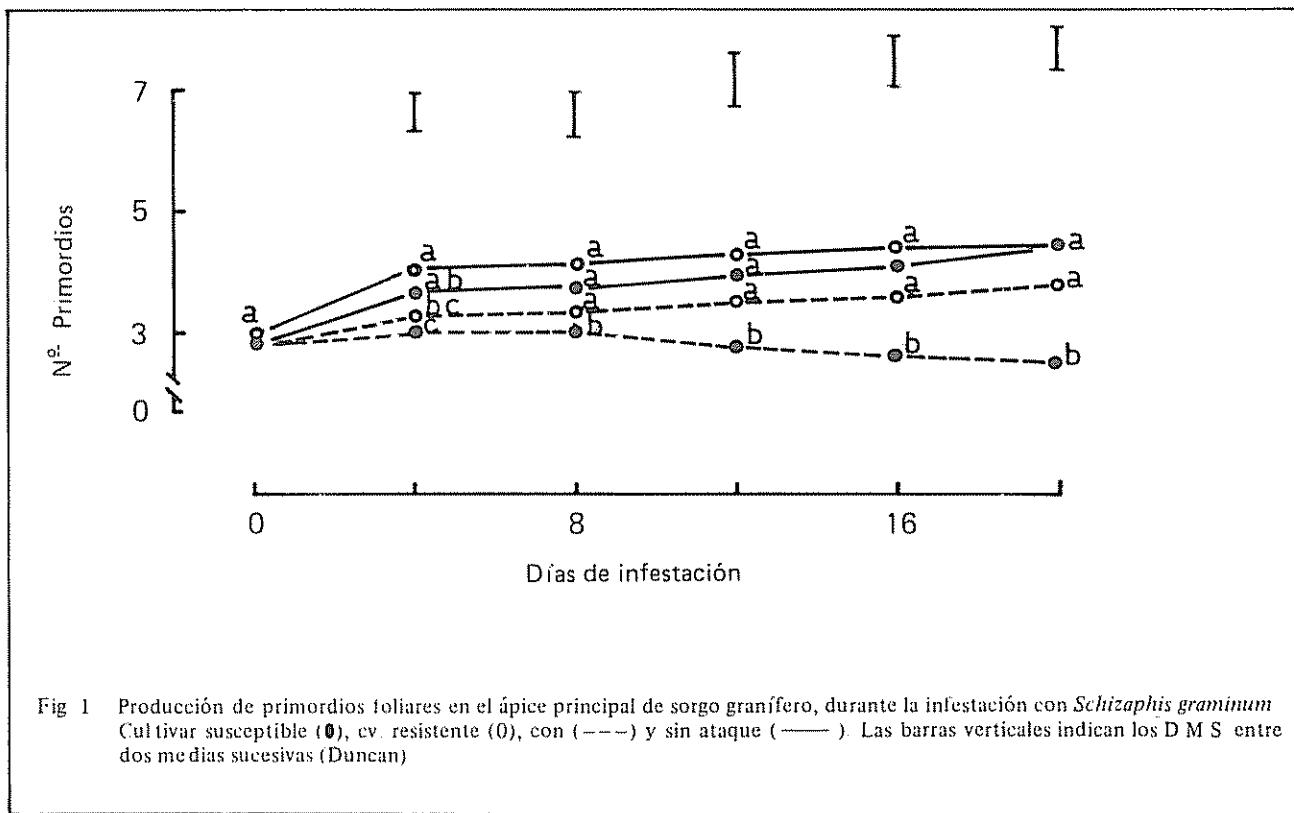
RESULTADOS

Producción vegetativa del ápice principal

El ataque determinó la inhibición de la diferenciación de nuevos primordios foliares (Fig. 1). En el cv. susceptible la diferenciación de nuevas hojas no se reinició durante el período de infestación; en el cv. tolerante sólo se observó un retraso inicial que presenta significancia estadística al 4° día de ataque ($F = 0.05$).

La producción total de estructuras vegetativas fue significativamente menor en las plantas infestadas del cv. susceptible (Fig. 2), debido a la inhibición en la producción de primordios foliares en el ápice principal. Este hecho se evidenció antes de que la clorosis cubriera un área significativa (4° día).

En el cv. tolerante las plantas infestadas presentaron diferencias ($F = 0.05$) con los testigos sólo al 4°



día, representadas por un retardo y no por una inhibición en la diferenciación de nuevos primordios. La actividad de los meristemas intercalares no se vio alterada. Estos hechos determinaron que el ritmo de crecimiento fuera similar al de los testigos. El cv NK233 presentó una tasa de producción de nuevas hojas mayor al de BR64R. Si bien los testigos no mostraron diferencias en el número total de hojas producidas, el mayor ritmo de diferenciación de primordios, en el cv. susceptible, incrementó las diferencias con las plantas atacadas del mismo cv

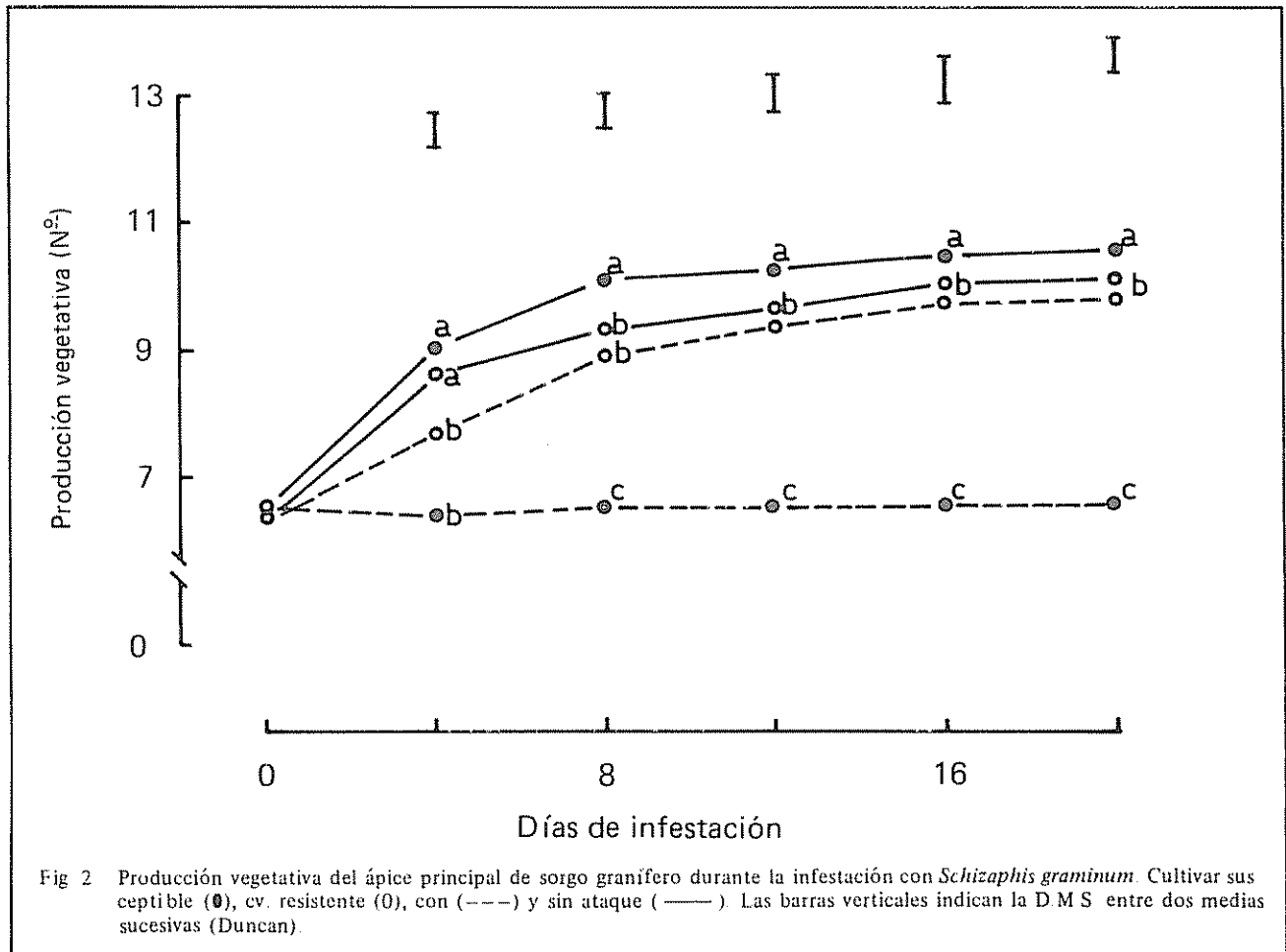
Crecimiento de láminas y vainas foliares, área total y clorótica

En el cv. susceptible, el crecimiento de las láminas y vainas sufrió retrasos altamente significativos. La relación observada entre el estado de desarrollo que presentaban las hojas al iniciarse la infestación y su ritmo de crecimiento fue inversa. El mayor deterioro ocurrió en aquellas hojas que se encontraban en estados más inmaduros al iniciarse la infestación. La expansión de nuevas hojas se retrasó por efecto del ataque

que afectó la actividad de los meristemas intercalares. Este retraso, así como la menor longitud de las láminas foliares, determinaron una menor expresión del área foliar total en las plantas infestadas del cv. susceptible desde el 4° día de ataque (Fig. 3).

En el cv. tolerante la infestación determinó retrasos en el crecimiento de aquellas hojas que se encontraban superando el domo apical o ya diferenciadas en el ápice. Sin embargo, el alargamiento de láminas y vainas en las hojas expandidas y no expandidas no se vio afectado. La expresión del área foliar no resultó similar en ambos cvs, como consecuencia del diferente ritmo de diferenciación de primordios foliares que determinó un mayor número de hojas expandidas en el cv. susceptible (aunque de menor longitud); ambos testigos presentaron una extensión similar del área foliar, ligeramente mayor en NK233.

En el cv. susceptible las diferencias entre las plantas con y sin ataque fueron altamente significativas a partir del 8° día (F = 0.01).



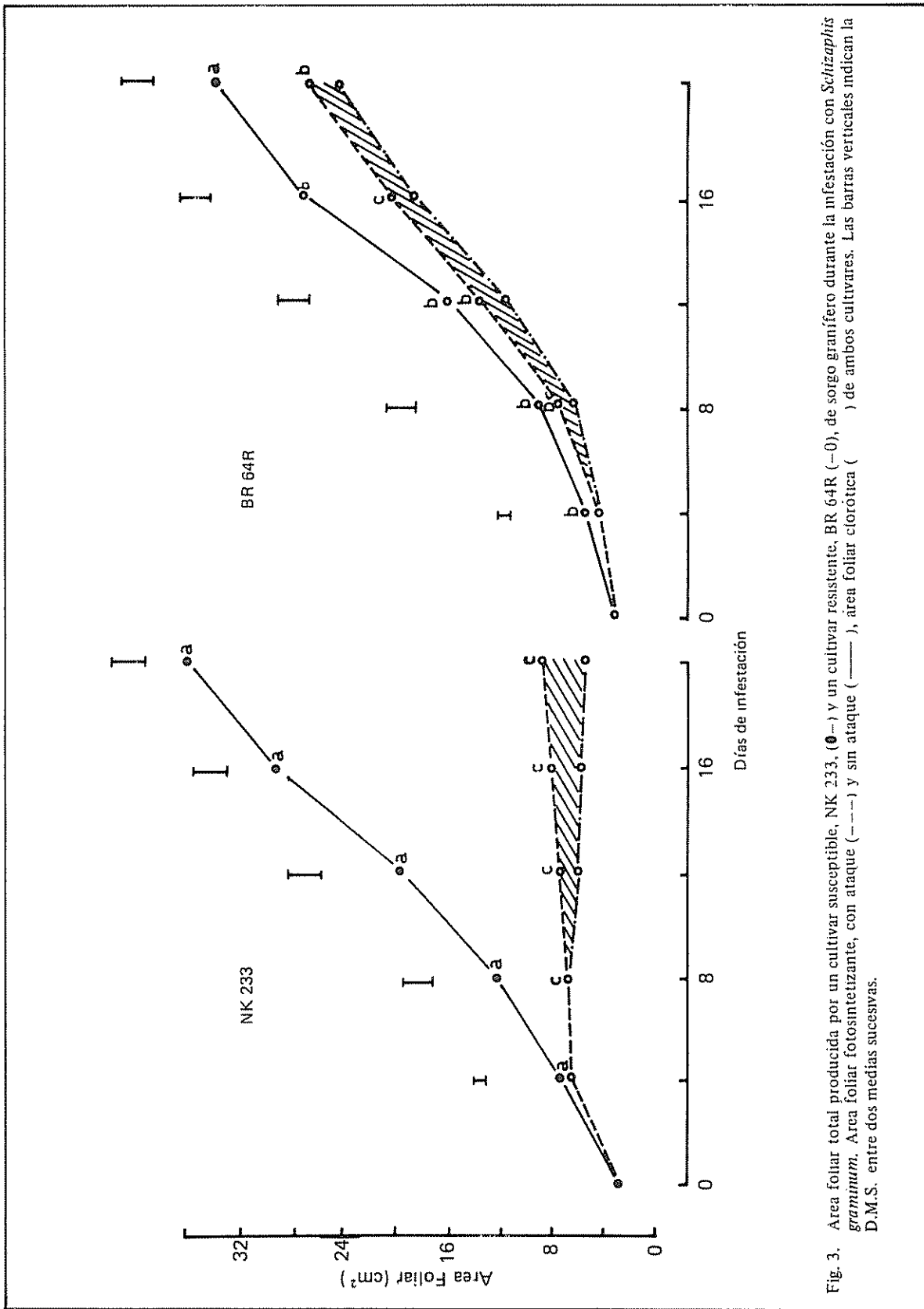


Fig. 3. Area foliar total producida por un cultivar susceptible, NK 233, (●—) y un cultivar resistente, BR 64R (—○), de sorgo granífero durante la infestación con *Schizaphis graminum*. Área foliar fotosintetizante, con ataque (---) y sin ataque (—), área foliar clorótica (/) y sin ataque (/) de ambos cultivares. Las barras verticales indican la D.M.S. entre dos medias sucesivas.

En el cv. tolerante, en cambio, las diferencias fueron significativas ($F = 0.05$) a partir del 16° día. Las plantas infestadas del cv. susceptible desarrollaron una extensión del área foliar significativamente inferior a la determinada en las plantas atacadas del cv resistente desde el 8° día.

El área foliar clorótica en las plantas infestadas del cv. susceptible representó un 36% del área foliar total al 20° día y en el cv. tolerante sólo cubrió el 8%. Al 8° día las plantas atacadas del cv. susceptible habían desarrollado un 50% menos de área foliar total que los testigos, momento en que la clorosis recién comenzaba a detectarse.

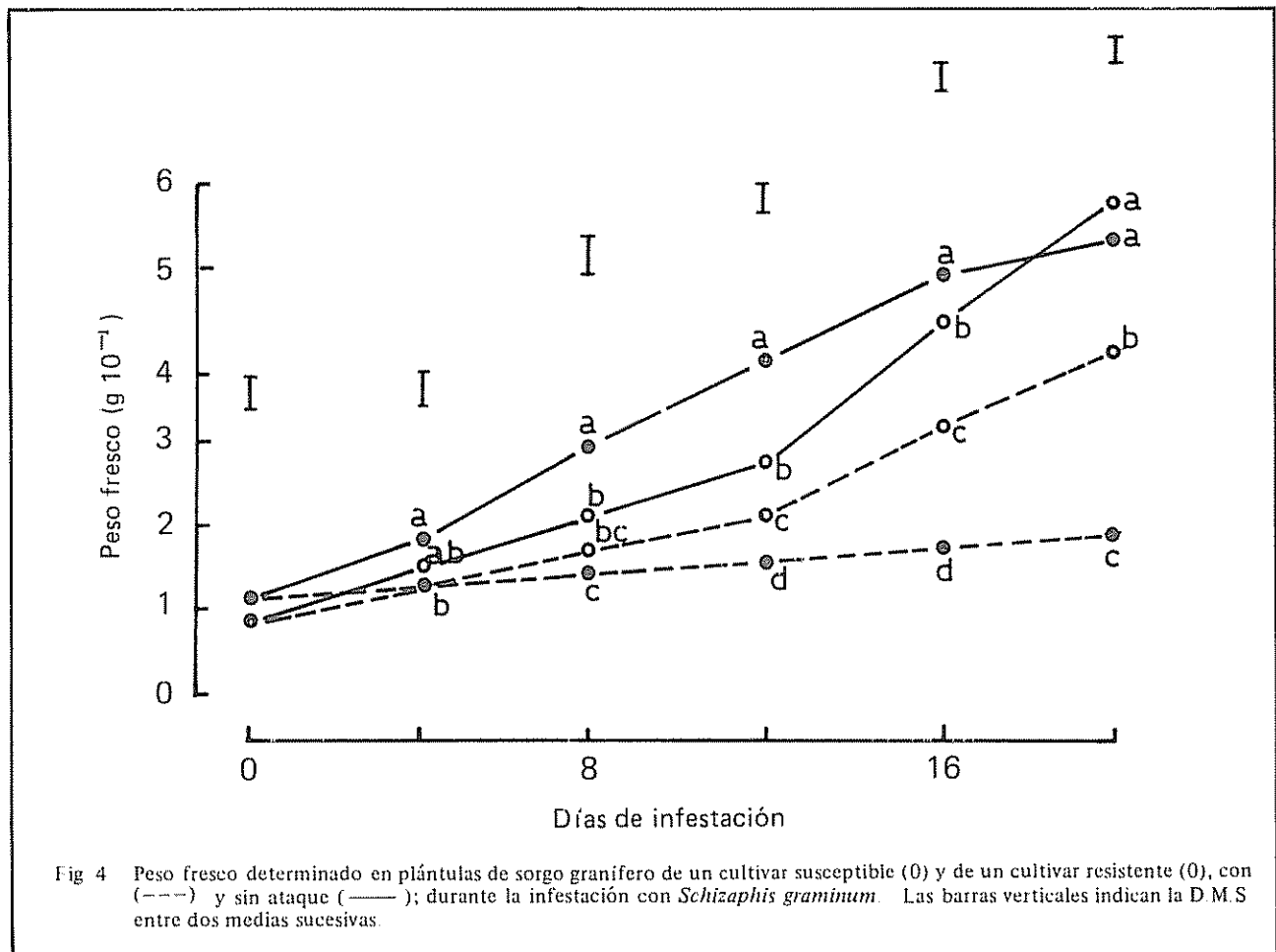
Pesos fresco y seco. Sus interrelaciones

El peso fresco (PF) mostró diferencias significativas entre las plantas con y sin ataque del cv. susceptible desde el 4° día (Fig. 4). En el cv. tolerante el ata-

que no afectó la expresión del peso fresco en los primeros días de la infestación. Sin embargo, el 12° día se determinaron diferencias entre las plantas con y sin ataque del cv. tolerante.

El peso seco (PS) fue significativamente menor ($F = 0.01$) a partir del 8° día en las plantas infestadas del cv. susceptible (Fig. 5). Las plantas del cv. tolerante no mostraron diferencias con los testigos a pesar de que la biomasa aérea fue menor en las plantas atacadas a partir del 16° día.

La infestación provocó un mayor deterioro en el PF que en el PS, en consecuencia la relación $PS/PF \cdot 100$ fue mayor en las plantas atacadas del cv. susceptible. Al 8° día esta relación fue de 21% en las plantas atacadas del cv. susceptible y de 10.7% en sus testigos. Paralelamente, este índice en el cv. tolerante fue de 13.4% en las plantas infestadas y de 12.6% en los testigos.



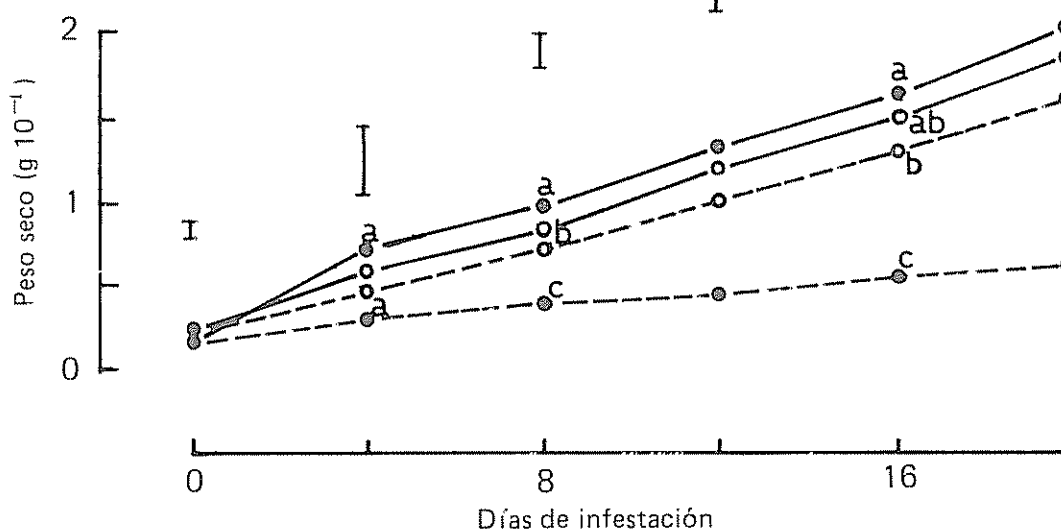


Fig. 5. Peso seco determinado en plántulas de sorgo granífero en un cultivar susceptible (O) y en un cultivar resistente (●), con (—) y sin ataque (---) durante la infestación con *Schizaphis graminum*. Las barras verticales indican la D.M.S. entre dos medias sucesivas.

DISCUSION

El principal daño que el pulgón verde ocasiona ha sido relacionado con las "toxinas" de su saliva, sustancia que provoca la clorosis característica (7, 9). Estas toxinas estarían relacionadas con el complejo enzimático que le permite el paso inter o intracelularmente hacia el floema (6). Estas toxinas serían responsables de la desorganización celular en las zonas vecinas al canal alimenticio y provocarían la alteración de la naturaleza y función de las organelas (1). Sin embargo, es muy difícil relacionar este tipo de alteraciones localizadas que ocurren en la zona de infestación con las modificaciones observadas en el ritmo de crecimiento en los meristemas apical e intercalares. La desorganización de los cloroplastos ocurre muy rápido en las células del mesófilo próximas a la región de la penetración del estilete (dos días desde el inicio del ataque) (1). Sin embargo, el desbalance energético y/o nutricional que debería ocasionarse para detener la producción de primordios en el ápice principal ha sido relacionado con una extensión del 80 - 90% de área foliar clorótica en cebada (3). La no diferenciación de nuevos primordios ocurrió mucho antes de que las plantas susceptibles atacadas de sorgo presentasen una extensión significativa de la clorosis (tres días).

A pesar de las características morfológicas y fisiológicas diferenciales de mayor eficiencia de una planta

C4 como es el sorgo, el áfido provocó las mismas alteraciones del crecimiento previamente señaladas en sus otros hospedantes: cebada y avena (4, 5).

La inhibición determinada en el cv susceptible de sorgo y el retraso observado en las plantas tolerantes podrían estar asociados a la introducción de sustancias inhibitorias o a la extracción diferencial de metabolitos por parte del áfido, más que a modificaciones metabólicas por desabastecimiento de las zonas de crecimiento.

LITERATURA CITADA

1. AL-MOUSAVI, A.H; RICHARDSON, P.E; BURTON, R.L. 1983. Ultrastructural studies of greenbug (Hemiptera: Aphididae) feeding damage to susceptible and resistant wheat cultivars. *Annals Entomological Society of America* 76:964-970.
2. ARRIAGA, H.O.; CHIDICHIMO, H.O.; ALMARAZ, L.B., BELLONE, B.M. 1984. Greenbug ecotype in Argentina. *Annals of Plants Resistant to Insects Newsletter* 10:51.
3. CASTRO, A.M.; RUMI, C.P.; ARRIAGA, H.O. 1985. Recuperación de plantas de cebada (*Hordeum vulgare*, L.) susceptible al pulgón verde (*Schizaphis graminum*, Rond.) sometidas a distintos períodos de infestación. In Reunión Nacional de Fisiología Vegetal (13). p. 156.

4. CASTRO, A.M.; RUMI, C.P. 1987a. Greenbug damage on the aerial vegetative growth of two barley cultivars. *Environmental & Experimental Botany* 27(3):263-271
5. CASTRO, A.M.; RUMI, C.P.; ARRIAGA, H.O. 1987b. Deterioro en la producción de avena susceptible a *Schizaphis graminum* (Rond.) sometidas a un período de infestación y su posterior recuperación. *Turrialba* 39(1).
6. DREYER, D.L.; CAMPBELL, B.C.; JONES, K.C. 1984. Effect of bioregulators – treated sorghum on greenbug fecundity and feeding behavior: implications for host-plant resistance. *Phytochemistry* 23:1593.
7. GERLOFF, E.D.; ORIMAN, E.E. 1971. Physiological changes in barley induced by greenbug feeding stress. *Crop Science* 11:174-176.
8. MORGAN, J.; WILDE, G.; JOHNSON, D. 1980. Greenbug resistance in commercial sorghum hybrids in the seedling stage. *Journal of Economic Entomology* 73:510-514
9. ORIMAN, E.E.; PAINIER, R.H. 1960. Quantitative measurements of damage by greenbug *Toxoptera graminum* to four wheat varieties. *Journal of Economic Entomology* 53:798-801.