

Efecto del virus del enanismo amarillo de la cebada ("Barley Yellow Dwarf Virus") y del áfido *Metopolophium dirhodum* (Walker) en trigo (*Triticum aestivum* L.)¹

Guido Herrera² y Carlos Quiroz³

INTRODUCCION

El virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV) es, a nivel mundial, una de las enfermedades más importantes de los cereales (Bruehl, 1961). En Chile fue identificado por Tollenaar y Hepp (1972), y más tarde descrito en la zona central del país por Caglević y Urbina (1976).

La partícula virosa es de tipo isodiamétrico, confinada al floema y transmitida en condiciones naturales por áfidos. Se han identificado alrededor de 14 especies de estos insectos,

capaces de transmitir la enfermedad (Rochow, 1970). En Chile se ha comprobado la capacidad vectora de los áfidos *Metopolophium dirhodum* (Walker), *Ropalosiphum padi* (L.) (Tollenaar y Hepp, 1972), *Sitobion avenae* (Rondoni) (Caglević y Urbina, 1976) y *Schizaphis graminum* (Rondoni) (Herrera y Quiroz, 1978, no publicado).

Los efectos causados por la infección con BYDV son mayores en cebada y avena, que en trigo (Gill, 1970); sin embargo, en este último cereal se han comprobado pérdidas superiores a 50% (Da Rosa Caetano, 1972). En Chile existen antecedentes de pérdidas en trigo que van de 20 a 50% (Tollenaar y Hepp, 1972; Mellado *et al.*, 1976; Cortázar, 1977) como producto del daño causado por esta enfermedad.

Uno de los inconvenientes en la estimación de tales daños es la dificultad de separar el daño directo del áfido, de aquél causado como

¹Recepción originales: 30 de mayo de 1979.

²Ing. Agr., Fitopatólogo, Programa Cereales, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile

³Ing. Agr., Entomólogo, Programa Cereales, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

consecuencia de la infección virosa, por lo que, bajo condiciones naturales, las disminuciones de rendimiento se deben a ambos factores y es más preciso hablar del complejo áfido-virus.

El presente trabajo se efectuó con el objeto de estudiar separadamente los efectos del áfido *M. dirhodum* y del virus sobre trigo.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en la Estación Experimental La Platina (INIA) durante las temporadas 1977 y 1978, utilizándose trigo cultivar Toquifén, por sus antecedentes de sensibilidad y susceptibilidad. En todas las infestaciones se usó el vector *M. dirhodum*, por ser la especie poblacionalmente más importante en el valle centro norte. Sus poblaciones se expresaron en índice de áfidos (IA), según la fórmula propuesta por Rautapaa (1966).

Las parcelas experimentales, colocadas en condiciones de campo y separadas cuatro metros entre sí, correspondieron a 2 hileras de 30 centímetros de largo y 30 cm de distancia entre ellas (1.800 cm²). Cada parcela se protegió desde preemergencia mediante jaulas de madera con paredes y techo de tul (60 x 60 x 90 cm). Los áfidos, obtenidos según la metodología de Oswald y Houston (1953), se separaron en dos grupos; el primero, criado sobre plantas de trigo sanas, utilizado para los tratamientos con áfidos no virulíferos, mientras que el segundo, criado sobre plantas de trigo infectadas con BYDV (inóculo Platina), se usó para las infestaciones con áfidos virulíferos.

Para las infestaciones iniciales se colocaron en cada parcela 300 áfidos, cuando las plantas estaban al estado de desarrollo 6-7 (temporada 1977) y 5 (temporada 1978) de la escala de Feekes (Large, 1954). Durante el desarrollo de las colonias se realizaron recuentos semanales, tomando 8 ejes por parcela. Una vez asegurados la inoculación con virus y los niveles de áfidos sanos (estado 8 de la escala de Feekes), se eliminaron todos los insectos con Demeton-S-metil al 2%, continuándose semanalmente con este tratamiento a fin de asegurar la ausencia total de áfidos.

El ensayo del primer año se estableció con

4 tratamientos y 5 repeticiones, dispuestos en diseño completamente al azar (Cuadro 1): un tratamiento testigo, en que las plantas no tuvieron áfidos; dos tratamientos con áfidos virulíferos, en los cuales se desarrollaron distintos niveles poblacionales del insecto, y un tratamiento con áfidos sanos. En la segunda temporada (1978) el ensayo se modificó, a fin de detectar con mayor precisión el efecto de las diferentes poblaciones de áfidos. De esta manera, se realizaron 5 tratamientos con 4 repeticiones en un diseño completamente al azar (Cuadro 1).

Cuadro 1 — Índice de áfidos de cada tratamiento en el estudio del BYDV y del áfido *M. dirhodum* en trigo.

| Tratamientos | Índice de áfidos | |
|--------------|------------------|----------|
| | 1977 | 1978 |
| 1. Testigo | — | — |
| 2. Virus | 74,00 | 72,00 |
| 3. Virus | 206,74 | 671,00 |
| 4. Afido | 101,70 | 789,00 |
| 5. Afido | — | 1.218,81 |

En la segunda temporada se esterilizó el suelo de cada parcela con Basamid (20 g/m²), para evitar el efecto de las enfermedades radiculares. Asimismo, se utilizaron hembras ápteras de 2º estadio, a diferencia del primer año en que éstas no se estandarizaron.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Efecto del virus.

En ambas temporadas, durante el desarrollo de las plantas se hicieron observaciones semanales de su estado sanitario. En las plantas de parcelas pertenecientes a tratamientos con virus, hubo una clorosis gradual de las hojas en el sentido basipétalo, comenzando 30 a 35 días después de la infestación y generalizándose a toda la parcela durante la floración. En cambio, las plantas pertenecientes a los tratamientos testigos se conservaron verdes y vigorosas hasta después de la floración, comenzando a secarse a causa de la senescencia. Individualmente, las plantas enfermas presentaron una disminución de altura, hojas más pequeñas y delgadas, y una mayor precocidad (Figura 1).



Figura 1 — Efecto del BYDV en plantas de trigo. Izquierda: plantas enfermas; obsérvese menor masa foliar, hojas erectas, delgadas y, además, una mayor precocidad (Estado 10.1 escala de Feekes). Derecha: plantas sanas (Estado 9 escala de Feekes) (Fotos: I. Ramírez, 1977).

A la cosecha se observó que las espigas provenientes de plantas testigos se presentaban llenas, curvadas y de color amarillo oro, con-

trastando con las plantas enfermas, las cuales tenían menor tamaño y se presentaban erectas, delgadas y de color café pálido (Figura 2).

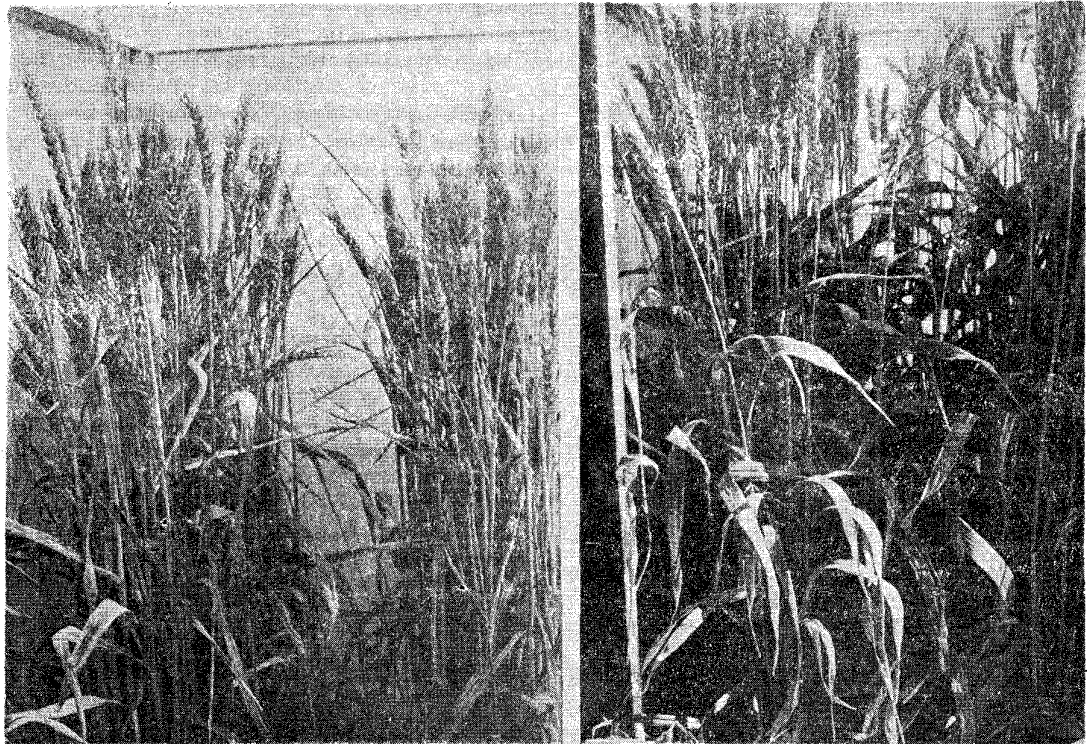


Figura 2 — Efecto del BYDV en plantas de trigo espigadas. Izquierda: plantas enfermas; obsérvese la reducción en la masa foliar, tamaño de espigas y altura de planta. Derecha: plantas sanas (Fotos: I. Ramírez, 1977).

Cuadro 2 — Respuesta de trigo cv Toquifén al BYDV y al áfido *M. dirhodum* en dos temporadas de ensayos.

| 1977 | | | | | | | | |
|-----------------|--------------|---------------|-----------------------|-----------|----------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| Nº | Tratamientos | Índice áfidos | Rend. | Peso hec. | Peso 1.000 granos g. | Nº granos espiga | Grano chupado (%) | Altura planta (cm) |
| 1 | Testigo | — | 180,05 a ¹ | 81,49 a | 37,70 a | 31,26 a | 4,90 b | 84,00 a |
| 2 | Virus | 74,00 | 122,86 b | 79,21 b | 33,01 b | 29,32 a | 14,70 a | 77,80 b |
| 3 | Virus | 206,74 | 123,12 b | 79,89 b | 32,25 b | 28,70 a | 13,80 a | 77,20 b |
| 4 | Áfido | 101,70 | 161,24 a | 82,90 a | 38,26 a | 32,34 a | 4,2 b | 81,80 a |
| cv ² | | | 8,29 | 1,89 | 5,15 | 9,11 | | 4,85 |

| 1978 | | | | | | | | |
|------|--------------|---------------|----------|-----------|----------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| Nº | Tratamientos | Índice áfidos | Rend. | Peso hec. | Peso 1.000 granos g. | Nº granos espiga | Grano chupado (%) | Altura planta (cm) |
| 1 | Testigo | — | 121,05 a | 79,48 b | 38,12 a | 31,14 ab | 2,31 b | 82,50 a |
| 2 | Virus | 72,00 | 83,87 b | 75,06 c | 29,02 b | 24,21 c | 13,68 a | 75,00 b |
| 3 | Virus | 671,00 | 72,45 b | 77,25 c | 31,41 b | 23,45 c | 14,31 a | 75,50 b |
| 4 | Áfidos | 789,00 | 126,00 a | 82,45 a | 41,46 a | 27,89 b | 1,37 b | 82,50 a |
| 5 | Áfidos | 1.218,81 | 138,38 a | 81,55 ab | 38,34 a | 32,15 a | 2,25 b | 85,70 a |
| cv | | | 8,6 | 1,49 | 7,6 | 8,6 | | 7,2 |

¹Los valores con distintas letras son estadísticamente diferentes a la Prueba de Rango Múltiple de Duncan (P = 0,05).
²Coefficiente de variación.

En ambas temporadas, los resultados evidenciaron pérdidas de rendimiento estadísticamente significativas de los tratamientos con virus respecto a los testigos, sin que ocurriera lo mismo en los tratamientos con áfidos sanos (Cuadro 2).

En la temporada 1977, las plantas enfermas tuvieron una disminución en los rendimientos de 31,7%, viéndose también afectados el peso del hectolitro, peso de 1.000 granos y la altura de las plantas, produciéndose, además, un aumento en el porcentaje de grano chupado. No hubo diferencias estadística en el número de granos por espiga (Cuadro 2).

En la temporada 1978, los resultados fueron similares a los obtenidos en el año anterior. Los rendimientos de las plantas enfermas indicaron una disminución de 35,43% para los tratamientos con virus. También, las plantas enfermas presentaron disminuciones estadísticamente significativas en el peso del hectolitro, peso de 1.000 granos, número de granos por espiga y un aumento en el porcentaje de grano chupado (Cuadro 2).

Entre los efectos fisiológicos del BYDV en las plantas afectadas está una disminución en la traslocación de los hidratos de carbono (Jensen, 1969), los cuales participan en forma importante en el llenado del grano. Estas alteraciones provocadas por el virus explican las disminuciones en el peso de los granos y el aumento en el porcentaje de granos chupados. Aunque el BYDV no causa disminuciones de altura tan drásticas como en cebada y avena, los resultados indican pérdidas de 10% en la altura de las plantas enfermas.

En ambas temporadas, al comparar los resultados de los tratamientos con distintos niveles poblacionales de áfidos virulíferos, se observa que no se produjeron diferencias significativas en el rendimiento y otros parámetros (Cuadro 2). De esto se concluye que un aumento en el número de áfidos virulíferos no causó un incremento en las pérdidas de rendimiento, no obstante que trabajos realizados con BYDV, indican que con este virus, al aumentar el número de áfidos virulíferos, aumentan las pérdidas de rendimiento (Price y Birkenhead, 1971; Burnett y Gill, 1976). Tal contradicción se explicaría debido a que en dichos trabajos los autores inocularon al estado de plántula y utilizaron menor número de áfidos por planta.

En general, puede considerarse que las pérdidas de rendimiento y otras características, causadas por los tratamientos con virus, fueron similares en las dos temporadas de ensayo, excepto en el número de granos por espiga que en la segunda temporada tuvo diferencias significativas, no así en la primera (Cuadro 2).

2. Efecto del áfido.

En Chile existen diversos antecedentes del daño directo causado por los áfidos del trigo, cuando la especie predominante es *M. dirhodum*. Beltrán (1972), señala que niveles de 100 áfidos por eje, reducen el rendimiento en un 10% en trigo de invierno, cuando las poblaciones máximas ocurren entre los estados de

desarrollo vegetativo 8 y 10 de la escala de Feekes. Carrillo, Mellado y Beltrán (1973), indican que poblaciones de 25-30 áfidos por eje durante la macolla y encañado, en trigos de primavera, reducen el rendimiento en un 10%. Caballero (1972), indica que niveles de 45 áfidos por eje en espigadura causan daño de 30%. Quiroz (1978) señala que durante las temporadas 1976-1977, en que se llegó a poblaciones máximas de 40 áfidos por eje entre hoja bandera y florescencia, las pérdidas producidas directamente por estos insectos fueron de 10%. Zúñiga (1970), sostiene que el trigo puede tolerar hasta 140 áfidos por eje, sin sufrir pérdidas significativas, aunque no especifica el estado de desarrollo en que se produjeron estas poblaciones.

Los resultados de la presente investigación establecen que niveles de hasta 126 áfidos no virulíferos por eje (IA: 1.219), no causaron pérdidas en los rendimientos ni en sus componentes, entre los estados de desarrollo vegetativo 5 y 8 de la escala de Feekes, aunque debe considerarse que en las condiciones del

ensayo los áfidos no siguieron una curva de desarrollo normal, sino que fueron eliminados abruptamente al alcanzar los niveles poblacionales preestablecidos. Durante este período, las plantas tendrían vigor suficiente como para tolerar una alta densidad de áfidos sin sufrir pérdidas.

CONCLUSIONES

El BYDV causó pérdidas superiores a 30% en trigo cv. Toquifén cuando la inoculación se realizó en los estados 5-7 de la escala de Feekes. No existió influencia al aumentar el número de áfidos virulíferos en la severidad de la enfermedad. El componente de rendimiento más afectado por el virus fue el peso de los granos.

Los áfidos, como daño directo, no redujeron el rendimiento cuando la infestación se realizó al estado de encañado.

RESUMEN

En la Estación Experimental La Platina (INIA) se realizó un ensayo durante las temporadas 1977 y 1978, consistente en parcelas protegidas con jaulas de tul en condiciones de campo, a fin de estudiar el efecto del BYDV y del áfido *M. dirhodum* en plantas de trigo cv. Toquifén.

En ambas temporadas los resultados fueron similares y se determinó pérdidas estadísticamente significativas causadas por BYDV cuando la inoculación se realizó entre los estados 5 y 7 de la escala de Feekes. Asimismo, se estableció que el virus causa disminuciones en el peso de los granos, número de granos por espiga, altura de plantas y aumento en el porcentaje de grano chupado. Se determinó que un aumento en el número de áfidos virulíferos no causó un incremento en las pérdidas de rendimiento, y se estableció que poblaciones de áfidos no virulíferos de hasta 1.200 áfidos-día en estos estados de desarrollo de las plantas no causaron pérdidas significativas en el rendimiento de trigo.

SUMMARY

EFFECT ON WHEAT (*Triticum aestivum* L.) OF THE BARLEY YELLOW DWARF VIRUS (BYDV) AND THE APHID *Metopolophium dirhodum* (WALKER).

In 1977 and 1978, trials were conducted at La Platina Experimental Station (INIA), in order to determine the effect of BYDV and the aphid *M. dirhodum* on wheat cv. Toquifén, under cages protected with muslin.

In both seasons, results were similar and significant reductions yield were detected

when wheat was inoculated with BYDV, between stages 5 and 7 of the Feekes scale.

Also, it was shown that BYDV causes reduction in kernel weight, number of kernels per spike and plant height, and an increase of the percentage of the shriveled kernels. An increase in number of viruliferous aphids did not mean yield reductions. Large populations of non viruliferous aphids during the same growth stages, did not reduce yield significantly.

LITERATURA CITADA

- BELTRÁN, F. 1972. Evaluación del daño causado por *Metopolophium dirhodum* (Walker) (Homóptera: Aphidoidea) en tres cultivares de trigo de invierno, Etoile de choisy, Lilifén, Capelle Desprez, sembrados en dos épocas de siembra. Tesis Ing. Agr., Universidad de Concepción, Chillán, Chile.
- BURNETT, P.; GILL, C. C. 1976. The response of cereals to increase dosage with barley yellow dwarf virus. *Phytopathology* 6: 646-651.
- CABALLERO, C. 1972. Incidencia del ataque del pulgón de los cereales *Metopolophium dirhodum* (Walker), en los rendimientos de trigo. *Rev. Peruana de Entomología* 15: 195-200.
- CAGLEVIĆ, M. y URBINA, C. 1976. Determinación del virus del enanismo amarillo de la cebada en la zona central de Chile, por transmisión y microscopía electrónica. *Agr. Téc. (Chile)*. 36: 1-4.
- CARRILLO, R.; MELLADO, M. y BELTRÁN, F. 1973. Control de pulgones en sementeras de trigo. *Invest. y Progreso Agr. (Chile)*. 5: 81-83.
- CORTÁZAR, R. 1977. ¿Por qué variaron los rendimientos de trigo en 1975-76 y 1976-77? *Rev. del Campo*, Diario "El Mercurio", Abril 12, 1977.
- DA ROSA CAETANO, V. 1972. Estudo sobre o vírus do nanismo amarelo da cevada em trigo no Rio Grande Do Sul. Tesis Ph. D., Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- GILL, C. C. 1970. Epidemiology of Barley yellow dwarf virus in Manitoba and effect of the virus on yield of cereals. *Phytopathology* 60: 1826-1830.
- JENSEN, S. G. 1969. Composition and metabolisms of Barley yellow dwarf virus. *Phytopathology* 59: 1694-1698.
- LARGE, E. C. 1954. Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes scale. *Plant Pathology* 3: 128-129.
- MELLADO, M.; CÁRDENAS, B.; MADARIAGA, R. y GERDING, M. 1976. Observaciones sobre el complejo áfidovirus del enanismo amarillo de la cebada afectando trigo en la zona centro sur. *Boletín Técnico N° 6*. Est. Exp. Quilamapu (INIA), Chillán, Chile.
- OSWALD, J. W. and HOUSTON, B. R. 1953. The yellow dwarf virus of cereal crops. *Phytopathology* 43: 128-136.
- PRICE, R. D. and W. E. BIRKENHEAD, 1971. Barley yellow dwarf virus (BYDV) *In* Victorian Plant Research Institute. Report. N° 6, p. 44-45.
- QUIROZ, C. 1978. Estudios del efecto del complejo áfidovirus en el rendimiento del trigo en el valle centro norte de Chile. Resúmenes III Congreso Latinoamericano de Entomología. Itabuna, Brasil.
- RAUTAPAA, J. 1966. The effect of the English grain aphid *Macrosiphum avenae* F. (Hom. aphididae) on yield and quality of wheat. *Ann. Agric. Fenn* 5: 334-341.
- ROCHOW, W. F. 1970. Barley yellow dwarf virus. Description of plant viruses N° 32 C.M.I.A.B.
- TOLLENAAR, H. y HEPP, R. 1972. Presencia del virus causante del enanismo amarillo de la cebada (Barley yellow dwarf virus) en Chile. *Agr. Téc. (Chile)* 32: 137-141.
- ZÚÑIGA, E. 1970. El pulgón verde pálido de las gramíneas. *Agroinformativo. Servicio Agrícola y Ganadero (Chile)*. N° 136, 5 p.