

Presencia del virus causante del enanismo amarillo de la cebada ("Barley yellow dwarf virus") en Chile¹

Huib Tollenaar² y Ruperto Hepp G.³

INTRODUCCION

En siembras comerciales de avena en Chile se observan comúnmente plantas con hojas púrpuras y panojas estériles. A menudo se ha atribuido este fenómeno a deficiencias nutritivas, especialmente de fósforo. Sin embargo, los síntomas de esta enfermedad corresponden mejor a los provocados por el virus causante del enanismo amarillo de la cebada (BYDV) (Bruehl, G. W., 1961) (Oswald, J. W. y

¹Los autores desean agradecer la colaboración prestada por el Ing. Agr. Enrique Zúñiga S., Subestación Experimental La Cruz, en la determinación de los áfidos.

Recepción originales: 21 de diciembre de 1971.

²Ph. D., Fitopatólogo, FAO-INIA, Estación Experimental Quilamapu, Chillán. Profesor Extraordinario, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. Casilla 537, Chillán, Chile.

³Ing. Agr. Dirección actual: Department of Plant Pathology, University of Wisconsin, Madison 53706, USA.

Houston, B. R., 1953) (Rochow, W. F., 1961) o por deficiencias de manganeso (Wallace, T., 1953). Se sospechó la presencia del BYDV, hasta ahora no determinado en Chile, por la aparición de plantas de cebada enanas y amarillas y de plantas de trigo con hojas cloróticas o descoloradas en siembras vecinas, asociadas con poblaciones altas de *Metopolophium dirhodum*, un vector potencial del BYDV.

El objetivo de esta investigación fue determinar si el BYDV era el agente responsable de los síntomas observados en avena, trigo y cebada. Aunque se ha aislado el BYDV en forma purificada (Martínez L., G. y Gálvez G., E., 1969) (Rochow, W. F. y Brakke, M. K., 1964), su identificación se basa exclusivamente en los síntomas producidos en cereales infectados y en la asociación estrecha entre él y sus vectores de transmisión (Bruehl, G. W., 1961) (Oswald, J. W. y Houston, B. R.,

1953) (Rochow, W. F., 1961). Por este motivo se estudió con mayor énfasis en nuestra investigación la relación entre el agente causal y los áfidos presentes en los cereales.

MATERIALES Y METODOS

Los experimentos de transmisión fueron realizados en el invernadero, con áfidos ápteros pertenecientes a las especies *Metopolophium dirhodum* (Walker) y *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus).

Áfidos colectados sobre plantas enfermas en el campo o áfidos no-virulíferos obtenidos en el laboratorio, se colocaron con ayuda de un pincel sobre plantas sanas de los cultivares de trigo Chifén y Lilifén, de cebada 'Unión' y de avena 'Peragold', en el estado de crecimiento I de la escala de Feekes (Large, E. C., 1954). En general, se colocaron cinco áfidos por planta con excepción de la experiencia sobre la eficiencia de transmisión, en la cual se colocó solamente un áfido por planta. Cada planta infestada se cubrió con un tubo de vidrio de 20 cm de largo y 2,5 cm de diámetro, protegido su extremo superior por una gasa fina sujeta con un elástico. Después que los áfidos se alimentaron por espacio de 48 horas en las plántulas, se retiraron los tubos de vidrio y se aplicó a los vegetales una solución de sulfato de nicotina al 5% para eliminar los áfidos.

Para la obtención de áfidos no-virulíferos se colectaron individuos partenogénéticos ovovivíparos y se les colocaron en placas Petri provistas de papel filtro ligeramente humedecido. Después de 24 a 36 horas estos áfidos daban nacimiento a ninfas no-virulíferas (Oswald, J. W. y Houston, B. R., 1953), las que se trasladaron a plántulas sanas de avena.

RESULTADOS Y DISCUSION

Entre 15 y 20 días después de infestar plántulas sanas con áfidos ápteros (*M. dirhodum*) recolectados en el campo de plantas enfermas de trigo, cebada y avena, se desarrollaron manchas cloróticas y una coloración púrpura en las hojas de avena, y una clorosis en trigo y cebada. Con el tiempo la avena inoculada formó panojas con espiguillas estériles, mientras la cebada inoculada mostró un enanismo clorótico. Los resultados de estas inoculacio-

nes cruzadas (Cuadro 1) demuestran que el mismo agente produce la coloración púrpura y esterilidad de las panojas en avena, clorosis en trigo así como el enanismo amarillo en cebada.

La asociación estrecha entre este agente y el áfido de la especie *M. dirhodum* fue comprobada cuando se dejó áfidos no-virulíferos alimentarse por un período de 48 horas en plantas enfermas de avena, antes de trasladarlos a plántulas sanas. Solamente los áfidos que se habían alimentado previamente en plantas enfermas transmitieron la enfermedad (Cuadro 2). Por el contrario, la transmisión mecánica de la enfermedad no prosperó. Esta transmisión mecánica se efectuó frotando algodón humedecido con savia de plantas enfermas sobre hojas de 120 plántulas sanas de avena, previamente pulverizadas con carbopurum.

Cuadro 1 — Transmisión del enanismo amarillo de la cebada, de la clorosis en trigo y de la coloración púrpura de avena a plántulas sanas por el áfido *Metopolophium dirhodum* recolectado en plantas enfermas en el campo.

DE	TRANSMISION A	NUMERO DE PLANTAS INFESTADAS	NUMERO DE PLANTAS CON SINT.	PORCENTAJE DE TRANSMISION
Cebada	cebada	25	20	80
Avena	cebada	13	11	84,6
Trigo	cebada	14	0	0
Cebada	avena	20	6	30
Avena	avena	23	13	56,5
Trigo	avena	15	1	6,6
Cebada	trigo	6	2	33,3

Cuadro 2 — Transmisión del virus causante del enanismo amarillo de la cebada (BYDV) por el áfido *Metopolophium dirhodum* en avena cv. Peragold, y trigo cv. Lilifén.

PLANTA HUESPED	AFIDOS	NUMERO DE PLANTAS INFESTADAS	NUMERO DE PLANTAS CON SINT.	PORCENTAJE DE TRANSMISION
Trigo	virulíferos	53	12	22,6
	no-virulíferos	53	0	0
Avena	virulíferos	57	32	56
	no-virulíferos	62	0	0

Todos estos resultados concuerdan con las observaciones publicadas sobre el BYDV en otras partes del mundo (Bruehl, G. W., 1961) (Oswald, J. W. y Houston, B. R., 1953) (Rochow, W. F., 1961); por lo tanto, la coloración roja de la hoja de avena asociada con la esterilidad de la panoja en Chile, puede atribuirse al BYDV.

En siembras comerciales de avena, trigo y cebada entre Valdivia y Santiago se observaron plantas infectadas por el BYDV. Probablemente esta distribución amplia del virus esté relacionada con la presencia de plantas huéspedes silvestres y vectores del BYDV.

Oswald, J. W. y Houston, B. R. (1953a) y otros (Bruehl, G. W., 1961) (Bruehl, G. W. y Toko, H., 1957) (Watson, M. A. y Mulligan, T., 1960) informaron acerca de la importancia de los pastos silvestres como fuente del BYDV. Para obtener antecedentes sobre la sintomatología de pastos infectados con el BYDV en Chile, se procedió a infestar tres especies comunes en los alrededores de Chillán, *Avena fatua* L., *Bromus catharticus* Vahl y *Hordeum jubatum* L., con áfidos virulíferos (*M. dirhodum*). A consecuencia de esta inoculación, *Avena fatua* y *Bromus catharticus* formaron hojas con un color púrpura brillante mientras que plantas de *Hordeum jubatum* desarrollaron un enanismo amarillo. Por otra parte, plantas de estas mismas especies infestadas con áfidos no-virulíferos no mostraron síntomas.

Dos vectores potenciales del BYDV, *Metopolophium dirhodum* y *Rhopalosiphum padi*, han sido observados en Chile (Zúñiga S., E., 1967) (Zúñiga, S. L. de y Zúñiga S., E., 1969). Según Zúñiga, S. L. de y Zúñiga S., E. (1969), *M. dirhodum* es una de las plagas principales en trigo en la zona que va desde la provincia de Aconcagua hasta la provincia de Llanquihue, y observaciones recientes de Carrillo (1971) (comunicación personal)¹, lo confirman (Cuadro 3). Los autores mencionados, Zúñiga, S. L. de y Zúñiga S., E. (1969) señalaron la presencia de *Rhopalosiphum padi* en siembras de maíz en las provincias de Tarapacá a Santiago. En nuestra investigación se observó *R. padi* también en siembras de maíz en la provincia de Ñuble, y en trigo y

avena en el invernadero de la Estación Experimental Quilamapu, en Chillán.

Para determinar la eficiencia de transmisión de ambas especies, se hizo un ensayo en invernadero, en el cual se colocó solamente un áfido virulífero por planta sana de avena, durante un período de 48 horas. Se obtuvieron áfidos virulíferos dejando áfidos no-virulíferos alimentarse por 48 horas en plantas enfermas de avena. Los resultados de este ensayo (Cuadro 4) indican que *R. padi* es más eficiente como vector del BYDV que *M. dirhodum*. La mayor eficiencia de *R. padi* para transmitir el virus, puede deberse a que su alimentación es preferentemente en la zona del tallo, mientras que *M. dirhodum* lo hace en las hojas de las plantas. Sin embargo, investigaciones recientes (Gill, C. C., 1967)

Cuadro 3 — Población de áfidos de la especie de *Metopolophium dirhodum* en trigo cv. Huelquén, sembrado en Chillán el 14 de septiembre de 1970 (Cortesía de R. Carrillo).

FECHA DE MUESTREO	NUMERO DE AFIDOS EN 12 EJES
30 septiembre, 1970	0
17 octubre	9
23 octubre	31
29 octubre	103
6 noviembre	778
15 noviembre	1.040
18 noviembre	540
3 diciembre	10
15 diciembre, 1970	4

Cuadro 4 — Eficiencia de transmisión del virus causante del enanismo amarillo de la cebada (BYDV) por áfidos de las especies *Metopolophium dirhodum* y *Rhopalosiphum padi* entre plantas de avena cv. Peragold.

ESPECIE VECTORA	NUMERO DE PLANTAS INFESTADAS	NUMERO DE PLANTAS CON SINT.	PORCENTAJE DE TRANSMISION
<i>M. dirhodum</i> :			
Virulíferos	48	29	60,4
No-virulíferos	48	0	0
<i>R. padi</i> :			
Virulíferos	46	39	84,8
No-virulíferos	50	0	0

¹Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán.

Cuadro 5 — Rendimiento de espigas provenientes de plantas de trigo de primavera con y sin síntomas del enanismo amarillo (BYDV)

CULTIVAR	SINTOMAS DE BYDV	NUMERO DE ESPIGAS COSECHADAS	RENDIMIENTO DE GRANOS		PESO DE 1.000 GRANOS	
			GRAMOS	% PERDIDA	GRAMOS	% PERDIDA
Chifén	—	100	155,9		42,5	
Chifén	+	100	108,2	30,6	32,4	24,8
Lilifén	—	250	504,8		47,9	
Lilifén	+	250	269,7	46,6	35,0	26,2

(Rochow, W. F., 1969) han demostrado un alto grado de especificidad entre muchos "strains" del BYDV y su vector o vectores. La especificidad de un strain para un vector se podría explicar en base a resultados de algunos estudios comparativos entre strains del BYDV, que demostraron la falta de protección cruzada (Allen, T. C., 1957) (Zúñiga S., E., 1967) o de una relación serológica (Aapola, A. I. E. y Rochow, W. F., 1968) entre distintos strains. Estas observaciones parecen indicar que el BYDV consiste de un grupo o complejo de virus no-relacionados. Por lo tanto, no sería correcto usar la denominación de strain para los distintos aislamientos del BYDV (Rochow, W. F., 1969). Aparte de la especificidad, existen otros factores que afectan la eficiencia de transmisión tales como el tipo de "clon" de áfido (Rochow, W. F. y Eastop, V. F., 1966) y la temperatura ambiental (Rochow, W. F., 1969).

Para estimar en forma preliminar el efecto de una infección del BYDV sobre el rendimiento de trigo de primavera en la zona centro-sur, se marcó durante la temporada 1969-1970 un total de 100 espigas del cultivar Chifén con síntomas del BYDV y 100 espigas sin síntomas en cinco parcelas distintas. El mismo procedimiento fue seguido para 250

espigas del cultivar Lilifén con y sin síntomas del BYDV. Los síntomas del BYDV en el cultivar Chifén se caracterizaban por una coloración púrpura de la hoja. El cultivar Lilifén infectado con el BYDV presentó clorosis y muerte prematura de la hoja bandera, mientras las demás hojas se mantuvieron verdes. Este último fenómeno puede indicar una infección tardía del BYDV.

El rendimiento de las espigas provenientes de plantas infectadas de los cultivares Chifén y Lilifén fue 30,6 y 46,6% menos, respectivamente, que el de las espigas provenientes de plantas sanas, mientras el peso de mil granos bajó un 24,8% para trigo 'Chifén' y 26,2% para trigo 'Lilifén' (Cuadro 5). La diferencia entre pérdida en rendimiento y la reducción en el peso de mil granos puede, posiblemente, atribuirse a la pérdida en rendimiento por esterilidad de las espiguillas. En esta investigación no se consideró la época de infección en relación con el estado de crecimiento de la planta huésped. Esta puede influir en la magnitud de la reducción en rendimiento producida por el BYDV (Bruehl, G. W., 1961) (Endo, R. M., 1962) (Endo, R. M. y Brown, C. M., 1963) (Oswald, J. W. y Houston, B. R., 1953) (Watson, M. A. y Mulligan, T., 1960).

RESUMEN

Ensayos de transmisión con el áfido *Metopolophium dirhodum* (Walker) demostraron que la coloración púrpura de las hojas de avena asociada con la esterilidad de las espiguillas, la clorosis o coloración púrpura de las hojas de trigo así como el enanismo amarillo de la cebada, que se observan comúnmente en siembras comerciales en la zona central de Chile, son causadas por el virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV).

Metopolophium dirhodum debe ser considerado como el vector principal del BYDV en Chile. Otro vector potencial, *Rhopalosiphum padi* (L.), infesta solamente el cul-

tivo de maíz bajo condiciones de campo. Sin embargo, en ensayos en el invernadero *R. padi* poseía una eficiencia de transmisión de 84,8%, mientras *M. dirhodum* transmitía el BYDV con una eficiencia de 60,4%.

En los ensayos en Chillán efectuados en 1969-1970, el rendimiento de plantas de los trigos 'Chifén' y 'Lilifén' infectadas con el BYDV disminuyó 30,6 y 46,6%, respectivamente, mientras el peso de mil granos bajó un 24,8% para trigo 'Chifén' y un 26,2% para trigo 'Lilifén'.

SUMMARY

Transmission experiments with the aphid species *Metopolophium dirhodum* (Walker) demonstrated that the red leaf condition of oats associated with blasting of spikelets, chlorosis or red discoloration of wheat leaves as well as stunted, yellow barley plants, which are commonly observed in commercial plantings in central Chile, are attributed to barley yellow dwarf virus (BYDV).

Metopolophium dirhodum constitutes one of the major pests of cereals in Chile and therefore should be considered as the principal vector of BYDV. Another potential vector of BYDV, *Rhopalosiphum padi* (L.), infests only corn under natural conditions. However, in greenhouse experiments *R. padi* possessed a transmission efficiency of 84.8 percent, while *M. dirhodum* transmitted BYDV with an efficiency of 60.4 percent.

In the 1969-1970 growing season, yield reduction of 'Chifén' and 'Lilifén' spring wheat caused by BYDV was determined by sampling spikes of healthy and diseased plants in naturally infected plots. BYDV diminished yields of infected plants of 'Chifén' and 'Lilifén' by 30.6 and 46.6 respectively, while the 1000-kerned weight decreased 24.8 percent for 'Chifén' plants and 26.2 percent for 'Lilifén' plants.

LITERATURA CITADA

- AAPOLA, A. I. E. and ROCHOW, W. F. 1968. Immunodiffusion test with three isolates of barley yellow dwarf virus. *Phytopathology*. 58: 398. (Abstract).
- ALLEN, T. C. 1957. Strains of barley yellow dwarf virus. *Phytopathology*. 47: 481-490.
- BRUEHL, G. W. 1961. Barley yellow dwarf. The American Phytopathological Society. Monograph 1. 51 p.
- and TOKO, H. 1957. Host range of two strains of cereal yellow dwarf virus. *Plant Dis. Repr.* 41: 730-734.
- ENDO, R. M. 1962. Survival and yield of winter cereals affected by yellow dwarf. *Phytopathology*. 52: 624-627.
- and BROWN, C. M. 1963. Effects of barley yellow dwarf virus on yield of oats as influenced by variety, virus strain, and developmental stage of plants at inoculation. *Phytopathology*. 53: 965-968.
- GILL, C. C. 1967. Transmission of barley yellow dwarf virus isolates from Manitoba by five species of aphids. *Phytopathology*. 57: 713-718.
- LARGE, E. C. 1954. Growth stages in cereals, illustration of the Feekes scale. *Plant Pathology*. 3: 128-129.
- MARTÍNEZ LÓPEZ, G. y GÁLVEZ G., E. 1969. Identificación del virus del enanismo amarillo en la cebada en Colombia. *Revista ICA (Colombia)*. 4: 45-52.
- OSWALD, J. W. and HOUSTON, B. R. 1953. The yellow-dwarf disease of cereal crops. *Phytopathology*. 43: 128-136.
- and —————. 1953a. Host range and epiphytology of the cereal yellow dwarf virus. *Phytopathology*. 43: 309-313.
- ROCHOW, W. F. 1961. The barley yellow dwarf disease of small grains. *Advances in Agronomy*. 13: 217-248.
- . 1969. Biological properties of four isolates of barley yellow dwarf virus. *Phytopathology*. 59: 1580-1589.
- and BRAKKE, M. K. 1964. Purification of barley yellow dwarf virus. *Virology*. 24: 310-322.

- _____ and EASTOP, V. F. 1966. Variation within *Rhopalosiphum padi* and transmission of barley yellow dwarf virus by clones of four aphid species. *Virology*. 30: 286-296.
- WALLACE, T. 1953. The diagnosis of mineral deficiencies in plants; a Colour Atlas and Guide. Second edition. Chemical Publishing Company, Inc., New York. pp. 61-63.
- WATSON, M. A. and MULLIGAN, T. 1960. Comparison of two barley yellow dwarf viruses in glasshouse and field experiments. *Ann. Appl. Biol.* 48: 559-574.
- ZÚÑIGA S., E. 1967. Cuatro áfidos nuevos para Chile (Homoptera, Aphididae). *Agricultura Técnica (Chile)*. 27: 87-91.
- ZÚÑIGA, SARITA LARA DE y ZÚÑIGA S., E. 1969. *Metopolophium dirhodum* (W.), áfido nuevo para Chile, importante plaga del trigo (Homoptera, Aphididae) *Soc. Agronómica de Chile (Santiago) Simiente*. 39: 34-36.