

INFLUENCIA DEL VEAC SOBRE LA REACCION DEL TRIGO AL POLVILLO DE LA CAÑA, *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* Eriks y Henn¹

Influence of BYDV on the reaction of wheat to stem rust, *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* Eriks and Henn

Ernesto Hacke E.² y Guido Herrera M.²

SUMMARY

Twenty nine wheat lines susceptible to *Puccinia graminis* and BYDV were studied in the greenhouse, under two treatments: in one, the plants were inoculated with stem rust and the PAV race of BYDV; in the other, they were inoculated only with rust and maintained virus free. Plants inoculated with BYDV showed a lower stem rust attack in relation to the virus-free plants ($P \leq 0.01$).

In a field trial, stem rust resistance of 43 wheat lines was also evaluated, with 6 plants for each line: 3 with BYDV symptoms and 3 without. Results confirmed those obtained in the greenhouse: significantly ($P \leq 0.01$) less stem rust attack was observed on plants with BYDV symptoms, in relation to virus free plants.

INTRODUCCION

La interacción que se produce cuando se presenta más de un patógeno sobre una misma planta, ha sido estudiada por varios investigadores (Pelletier, Comeau y Couture, 1974; Raju, Sill y Browder, 1969; Yarwood, 1951). Un ejemplo de este fenómeno ocurre con los polvillos de los cereales (*Puccinia* spp.) y el virus del enanismo amarillo de la cebada (VEAC).

Mains (1917), en estudios sobre la relación de algunos polvillos con sus plantas hospedantes, encontró que estos patógenos requieren grandes cantidades de azúcar para desarrollarse. Por esta razón, podría esperarse que el virus favorezca su desarrollo de manera similar a lo que sucede en la interacción VEAC—oídio (*Erysiphe graminis*). Al respecto, Potter (1980) observó que el ataque de oídio era más severo en presencia del virus que en ausencia de él.

En cuanto a la interacción *Puccinia* spp.—VEAC, existen antecedentes de acuerdo con los cuales, en algunos casos, el virus favorece el desarrollo de los polvillos y en otros lo disminuye, como lo indican las investigaciones que a continuación se señalan.

Potter (1982), al comparar plantas de trigo y cebada inoculadas con *P. recondita* y *P. hordei*, respectivamente, y con VEAC, no encontró diferencias estadísticas en el número promedio de pústulas de los polvillos, entre plantas infectadas y las libres de virus. Sin embargo, en plantas de ambos cultivos infectadas con virus, observó un menor número de pústulas en las porciones distales de las hojas, lo cual sí fue significativamente diferente.

Por otra parte, Pelletier y otros (1974) encontraron, en avena, menos roya de la hoja (*P. coronata*) en la segunda hoja (bajo la hoja bandera) inoculada con VEAC. Otros investigadores, como Latch y Potter (1977) hallaron poco efecto del VEAC sobre la susceptibilidad de ballica a dicha roya.

En cuanto a la interacción que podría producirse entre VEAC y el polvillo de la caña (*P. graminis* f. sp. *tritici*), cuando este último ataca a plantas de trigo con virus, los autores sólo han hallado referencias bibliográficas relacionadas con otras royas de cereales, pero no con una tan específica como la mencionada.

Por este motivo y dada la importancia que reviste para el Programa Mejoramiento de Trigo del INIA, la correcta evaluación de la resistencia genética del trigo al polvillo de la caña, se ha considerado de interés estudiar este fenómeno. Con tal propósito, se realizaron

¹ Recepción de originales: 28 de julio de 1987.

² Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

dos ensayos: uno en el invernadero y otro en el campo, en los cuales se trató de averiguar si el VEAC aumenta o disminuye, en general, la severidad del ataque del polvillo de la caña, o bien si no tiene efecto alguno al respecto.

MATERIALES Y METODOS

En la Estación Experimental La Platina (INIA, Santiago) se realizaron dos investigaciones en la temporada 1985/86.

A. Ensayo de invernadero

Comprendió dos tratamientos:

1. Sin VEAC, más *P. graminis* → UN | 10 | Mi
2. Con VEAC, más *P. graminis*

Se estudiaron 29 líneas experimentales de trigo de pan (*Triticum aestivum* L.), incluidas en el Bloque de Progenitores y en Ensayos de Rendimiento. Estas se seleccionaron por su susceptibilidad a VEAC y por haber presentado en el temporada 1984/85 reacción de tipo susceptible a *P. graminis*.

De cada una, se sembró 2 maceteros de 15 cm de diámetro y 15 de alto, con 3 semillas por macetero, para cada tratamiento.

Los 58 maceteros del Tratamiento 1 se distribuyeron al azar, en un mesón de una pieza del invernadero y en otra separada de la anterior, se colocaron los 58 maceteros del Tratamiento 2. Una vez desarrolladas las plantas T1 y T2, se las protegió en los primeros estados de desarrollo (2 a 3 de Feekes), mediante una aplicación de Dichlorvos.

Cuando las plantas T2 alcanzaron el estado de desarrollo 5 a 6 de Feekes, se inocularon con la cepa PAV, mediante áfidos (*Rhopalosiphum padi*) obtenidos de ninfas sanas, que se multiplicaron y desarrollaron en plantas de avena Coast Black, afectadas por dicha cepa del virus. Los áfidos virulíferos se colocaron sobre las plantas de trigo a razón de 2 individuos por eje. Los pulgones se mantuvieron por espacio de una semana, después de lo cual se eliminaron mediante una aplicación de Demeton-5-Metil al 20/o (Rochow, 1963; Astudillo, 1985 y Gildow, 1984).

Cuando las plantas de ambos tratamientos estaban en estado de hoja bandera (estado 10) y las plantas inoculadas con virus comenzaban a presentar los primeros síntomas del VEAC, se trasladaron a otra sección del invernadero, donde se inocularon con una mezcla de razas de *P. graminis* recolectadas en La Platina en

la temporada 1984/85. Luego, a los 25 días, se tomaron notas de reacción al polvillo de todas las plantas de las 29 líneas de trigo.

La evaluación se hizo de acuerdo con la escala de Cobb modificada, o sea, considerándose el porcentaje y la reacción al polvillo. Las notas de reacción obtenidas se transformaron a números, a través del cálculo del coeficiente promedio de infección, basado en el método utilizado en los Viveros Internacionales de Prueba a las Royas (I.R.N.) del Depto. de Agricultura de los EE.UU. (Moseman, Harmon, Tomerlin, 1985).

B. Ensayo de Campo

Se estudiaron 43 líneas avanzadas de trigo de pan (*Triticum aestivum* L.), de las incluidas en los Ensayos de Rendimiento del Programa Trigo del INIA sembradas en el campo, Est. Exp. La Platina, en la temporada 1985/86. Este material estuvo sometido a infección natural de VEAC y a inoculación artificial de *P. graminis*. Esta última práctica se hace todos los años, mediante aplicaciones de una mezcla de uredosporas y talco a todo el vivero y por medio de inyecciones acuosas de uredosporas, aplicadas a los "bordes susceptibles", que se siembran entre las parcelas. En la temporada 1985/86, además, se colocaron inyecciones a 3 plantas de cada una de las parcelas de los ensayos, con el fin de lograr una buena infección del polvillo.

Cuando las plantas se encontraban en estado de hoja bandera (10–10.2 de Feekes) y presentaban el máximo ataque de VEAC (acentuada clorosis de su hoja bandera), se marcaron 3 plantas con síntomas de virrosis y 3 totalmente verdes.

A la madurez del trigo, se cosecharon las plantas marcadas y se tomaron notas de reacción de cada una de ellas. Luego, se transformaron las notas, tal como se indicó para el caso del ensayo de invernadero. En ambos ensayos, con el propósito de averiguar si las diferencias promedio de ataque de *P. graminis* en las plantas con virus y sin virus eran estadísticamente diferente, se calculó el valor de t (prueba de Student) para valores pareados (Hayes e Immer, 1947).

RESULTADOS Y DISCUSION

En el ensayo de invernadero, las plantas sin VEAC fueron más severamente atacadas de *P. graminis* que las inoculadas con virus. En efecto, las plantas sin virus presentaron un ataque promedio de 90/o y las con virus, de sólo 2,60/o (Cuadro 1). El valor de t fue de 5,81, significativo ($P \leq 0,01$).

CUADRO 1. Coeficientes promedios de infección de *P. graminis* en 29 líneas de trigo, sin y con VEAC, inoculadas con una mezcla de razas en invernadero

TABLE 1. Average infection coefficients for *P. graminis*, of 29 wheat lines, with and without BYDV, inoculated with a mixture of the rust strains, in the greenhouse

Variedad Nº	Coeficiente \bar{X} de infección <i>P. graminis</i>		Variedad Nº	Coeficiente \bar{X} de infección <i>P. graminis</i>	
	Sin VEAC	Con VEAC		Sin VEAC	Con VEAC
1	16	0,2	16	12	6
2	12	0,4	17	6	0,4
3	5	0,0	18	18	1,2
4	8	0,4	19	9	0,4
5	3	4,0	20	18	0,4
6	20,0	10,0	21	6	0
7	2	6	22	6	0,8
8	4,5	2,9	23	6	0
9	5	4,5	24	6	2
10	4,5	5	25	4	2
11	20,0	1	26	4	0,2
12	4,5	0	27	4,5	3
13	20,0	20	28	5,0	1
14	10,0	5	29	18,0	0,4
15	5	0	Sumas	262	77,2
			Promedios	9,0 ¹	2,6 ¹

¹ $t = 5,81$ ($P \leq 0,01$).

CUADRO 2. Coeficientes promedios de infección de *P. graminis* en 43 líneas de trigo, con y sin VEAC, sometidas a condiciones de inoculación natural del virus y artificial del polvillo en el campo

TABLE 2. Average infection coefficients for *P. graminis*, of 43 wheat lines, with and without BYDV, under natural virus infection and artificial rust infection, in the field

Variedad Nº	Sin VEAC	Con VEAC	Variedad Nº	Sin VEAC	Con VEAC
1	6,66	0,46	23	22,0	0,8
2	6,0	0,73	24	19,66	8,66
3	4,5	1,3	25	0,2	6,0
4	4,73	2,6	26	0,46	3,6
5	1,96	4,13	27	4,1	0,63
6	4,66	0,06	28	2,86	4,73
7	20,0	0,0	29	4,6	2,93
8	9,3	0,2	30	7,6	0,2
9	1,6	4,0	31	2,8	1,0
10	4,0	0,8	32	6,6	2,8
11	6,0	1,46	33	4,16	5,5
12	17,0	1,3	34	1,8	6,0
13	9,3	2,26	35	17,6	10,0
14	0,66	4,8	36	11,6	7,33
15	33,3	2,96	37	3,3	11,3
16	3,4	0,6	38	4,6	0,0
17	6,33	0,06	39	6,66	5,33
18	12,0	3,1	40	0,0	5,33
19	7,6	1,26	41	4,0	1,66
20	12,0	12,6	42	1,0	4,0
21	1,8	2,73	43	8,33	2,26
22	3,6	0,06	Sumas	310,33	137,53
			Promedios	7,22 ¹	3,19 ¹

¹ $t = 3,5829$ ($P \leq 0,01$).

En el ensayo de campo, se observó lo mismo que en el del invernadero, es decir, el ataque promedio de *P. graminis* en las plantas sin virus fue mayor que en las plantas con virus (7,9 y 3,6%, respectivamente). El valor de $t = 3,31$, también fue significativo ($P \leq 0,01$) (Cuadro 2).

El valor más alto de t obtenido en el invernadero, en comparación con el campo, corresponde a lo esperado, ya que el primero se hizo bajo condiciones totalmente controladas.

Dado que el objetivo de la presente investigación fue determinar si VEAC, en general, tiene influencia en la severidad del ataque de *P. graminis*, en las comparaciones se hizo abstracción de la posible interacción de los tratamientos por los genotipos.

El resultado obtenido, menor desarrollo del polvillo (parásito obligado que se alimenta del contenido protoplasmático celular) en plantas afectadas por VEAC, se debería a una serie de trastornos que éste causa en las plantas de trigo, tales como: disminución de la fotosíntesis y del contenido total del nitrógeno en las hojas; bloqueo del sistema de translocación de los nutrientes; alteraciones enzimáticas; senescencia prematura y debilitamiento general (Orlob y Arny, 1961, Jensen, 1969 y 1972; Yarwood, 1959; Ten Houten, 1959; Sempio, 1959; Herrera y Quiroz, 1980; Jones y Clifford, 1978; Goodman, Watson y Hill, 1965).

RESUMEN

Se realizaron 2 ensayos. En invernadero se evaluó la resistencia a *Puccinia graminis* de 29 líneas de trigo, sometidas a 2 tratamientos: uno inoculado con *P. graminis* y con la cepa PAV de VEAC y otro inoculado sólo con polvillo, manteniéndolo libre de virus.

Se observó que las plantas sin virus presentaron un ataque promedio de 9%, en cambio en las con virus este fue sólo de 2,7%. La prueba de t para valores pareados fue igual a 5,81 ($P \leq 0,01$).

En el ensayo de campo, se evaluó la resistencia a *P. graminis* de 43 líneas avanzadas de trigo. En cada una se marcaron 3 plantas con síntomas de VEAC y 3 sin síntomas. Se obtuvo un ataque promedio de 7,9% en las plantas sin virus y 3,6%, en las con virus; $t = 3,3$ ($P \leq 0,01$).

Los resultados obtenidos concuerdan en que el virus disminuyó significativamente el ataque de polvillo.

LITERATURA CITADA

- ASTUDILLO, V. SANDRA. 1985. Uso de "Enzyme-linked immunosorbent assay" (ELISA) como método para determinar tolerancia en trigo y cebada al virus del enanismo amarillo de la cebada (VEAC). Tesis. Santiago, INACAP. 1985. 56 p.
- GUILDOW, F.E. 1984. Biology of Aphid Vectors of Barley Yellow Dwarf Virus and the Effect of BYDV on Aphids. En: Barley Yellow Dwarf. A Proceeding of the Workshop. CIMMYT 1984. p.: 28-33.
- GOODMAN, P.J., WATSON, M.A., and HILL, A.R.C. 1965. Sugar and fructosan accumulation in virus infected plants: rapid testing by circular chromatography. Ann. Applied Biology 56: 65-72.
- HAYES, H.R. e IMMER, F.R. 1947. Métodos fitotécnicos. Procedimientos científicos para mejorar las plantas cultivadas. Acme Agency, Suipacha 58, Buenos Aires. 521 p.
- HERRERA M., GUIDO y QUIROZ E., CARLOS. 1980. Efecto del virus del enanismo amarillo de la cebada. Programa Cereales. Investigación y Progreso Agropecuario La Platina 11: 34-35.
- JENSEN, S.G. 1969. Composition and metabolism of barley leaves infected with barley yellow dwarf virus-infected wheat. Phytopathology 62: 587-592.
- JENSEN, S.G. 1972. Metabolism and carbohydrate composition in barley yellow dwarf virus-infected wheat. Phytopathology 62: 587-592.
- JONES, D.G. and CLIFFORD, B.C. 1978. Cereal diseases, their pathology and control. Perivan Press, England. 279 p.
- LATCH, G.C.M. and POTTER, L.R. 1977. Interaction between crown rust (*Puccinia coronata*) and two viruses of ryegrass. Annals of Applied Biology 87: 139-145.

- MAINS, E.B. 1917. The relation of some rusts to the physiology of their hosts. *American Journal Botany* 4: 179–220.
- MOSEMAN, J.G., HARMON, L., and TOMERLIN, J.R. 1985. Reaction of 380 entries in the 1985 International Spring Wheat Rust Nursery to leaf, stem, and stripe rust, powdery mildew, *Septoria nodorum* and *Septoria tritici*. USDA, ARS, Plant Genetics and Germplasm Institute. Preliminary Report. p.: 3.
- ORLOB, G. B. and ARNY, D. C. 1961. Some metabolic changes accompanying infection by barley yellow dwarf virus. *Phytopathology* 51: 768–775.
- PELLETIER, G.J., COMEAU, A. et COUTURE, L. 1974. Interaction entre le virus de la feuille rouge de l'avoine (BYDV), *Septoria avenae* et *Puccinia coronata* sur *Avena sativa*. *Phytoprotection* 55: 9–12.
- POTTER, L.R. 1980. The effects of barley yellow dwarf virus and powdery mildew in oats and barley, with single and dual infections. *Annals Applied Biology* 94: 11–17.
- POTTER, L.R. 1982. Interaction between barley yellow dwarf virus and rust in wheat barley and oats, and the effects on grain yield and quality. *Ann. Appl. Biol.* 100: 321–329.
- RAJU, D.G., SILL, W.H., and BROWDER, L.E. 1969. The combined effects of two viral diseases and leaf rust on wheat. *Phytopathology* 59: 1488–1492.
- ROCHOW, W.F. 1963. Latent periods in the aphid transmission of the Barley Yellow Dwarf Virus. *Phytopathology* 53: 355–357.
- SEMPIO, C. 1959. The host is starved. En: Horsfall, J.G. and A.E. Dimond. *Plant Pathology*. New York, Academic Press. Vol 1: 278–308.
- TEN HOUTEN, J.G. 1959. Scope and contributions of plant pathology. En: J. G., Horsfall and A. E., Dimond. *Plant Pathology*. New York, Academic Press. Vol 1: 277–312.
- YARWOOD, C.E. 1951. Associations of rust and virus infections. *Science* 114: 127–128.
- YARWOOD, C.E. 1959. Predisposition. En: J. G. Horsfall and A. E., Dimond. *Plant Pathology*. New York, Academic Press. Vol 1: 526–562.