

REACCION EN PLANTULA A OIDIO *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* EN CULTIVARES DE TRIGO HEXAPLOIDE.

CECILIA GARCIA SAMPEDRO¹; BEATRIZ A. PEREZ²; VIRGINIA LOPEZ³ y E. WRIGHT¹

Recibido: 18/10/95

Aceptado: 23/07/96

RESUMEN

Cinco cultivares de trigo hexaploide *Triticum aestivum* L. (Buck Charrúa, Cruz Alta Inta, Klein Orión, Norkin Lider, ProInta Federal) fueron evaluados para reacción en plántula a un aislamiento de Argentina de oidio *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* (*Bgt*) avirulento sobre Ulka 1 (*Pm2*), Asosan (*Pm3a*), Chul (*Pm3b*), Khapli (*Pm4a*) y virulento sobre Norka (*Pm1*). Se registraron diferencias significativas entre los cultivares evaluados. Buck Charrúa mostró elevada resistencia a oidio la que podría derivar del trigo invernal Lovrin. Cruz A. Inta y Klein Orión mostraron lento desarrollo de oidio. Cruz A. Inta derivaría su resistencia de Kavkaz (*Pm8*) con translocación 1R/1B de centeno.

Palabras clave: oidio, trigo hexaploide, resistencia.

SEEDLING REACTION TO POWDERY MILDEW *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* IN BREADWHEAT CULTIVARS.

SUMMARY

Five Argentine breadwheat cultivars *Triticum aestivum* L. (Buck Charrúa, Cruz Alta Inta, Klein Orión, Norkin Lider, ProInta Federal) were evaluated for seedling reaction to an Argentine isolate of powdery mildew *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* (*Bgt*) avirulent on Ulka 1 (*Pm2*), Asosan (*Pm3a*), Chul (*Pm3b*), Khapli (*Pm4a*), and virulent on Norka (*Pm1*). There were significant differences among the tested cultivars. The cultivar Buck Charrúa may have been derived from the winter wheat Lovrin. Cruz Alta Inta and Klein Orión showed slow-mildewing. Cruz A. Inta probably derived the resistance from Kavkaz (*Pm8*) with rye 1B/1R translocation.

Key words: powdery mildew, breadwheat, genetic resistance.

INTRODUCCION

En los cultivos de trigo de la Argentina, el oidio *B. graminis* (DC.) E. O. Speer f. sp. *tritici* EM. Marchal (sin. *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* EM. Marchal) (Farr y col, 1989) se presenta todos los años en estado juvenil y sólo esporádicamente en estados más avanzados de crecimiento. Farr *et al.* (1989) citaron cuatro formas especiales de *B. graminis* incluyendo *B. graminis* f. sp. *avenae* (avena y otros hospedantes), *B. graminis* f. sp. *hordei* (en cebada), *B. graminis* f. sp. *secalis* (en centeno) y *B. graminis* f. sp. *tritici* (en trigo).

Variabilidad en *B. graminis* f. sp. *tritici* fue reportada en 1933 por Mains (Hermansen, 1968). El desarrollo de la enfermedad es favorecido por temperaturas entre 15 a 22°C no obstante los conidios pueden germinar en un amplio rango de temperaturas (0°C a 30°C) (Wiese, 1977). El trigo pan *T. aestivum* L. (2n=6x=42=AABBDD) constituye uno de los principales cultivos cerealeros de Argentina. En 1992/93 se sembraron 4.547.700 ha correspondiendo el 59% a la provincia de Buenos Aires. Estos valores son inferiores al promedio del último quinquenio (5.150.000 ha) y del último

¹Dpto. Sanidad Vegetal Fac. Agronomía Bs. As. Avda. San Martín 4453 (1417) Bs. As.

²Inst. Genética INTA. CICA CC 25 (1712) Castelar Bs. As.

³Cátedra de Estadísticas Fac. Agronomía Bs. As. Avda. San Martín 4453 (1417) Bs. As.

decenio (5.425.360 ha). El rendimiento promedio en 1992/93 fue de 2.321 kg/ha superando a los valores promedio del último quinquenio (2.030 kg/ha) y decenio (1.957 kg/ha). La producción en 1992/93 alcanzó a 9.874.400 ton superando al promedio de los últimos diez años (9.724.020 ton)(Bolsa de Cereales, 1993).

Los genes de resistencia a oidio se designan como *Pm* seguidos con el correspondiente número (*Pm1*, *Pm2*, *Pm3a*, *Pm4b*, *Pm5*, *Pm6*, *Pm7*, *Pm8*, *Pm9*, etc). Genes de resistencia a oidio han sido reportados en numerosos cultivares de trigo hexaploide, trigo tetraploide y especies emparentadas (Bennett, 1984; Briggie, 1969; Hanusova, 1992). Se han desarrollado varias líneas casi-isogénicas con fondo genético de Chancellor y portadoras de "un gen" de resistencia a oidio tales como Axminster/8*Chancellor (*Pm1*), Ulka/8*Chancellor (*Pm2*), Asosan/8*Chancellor (*Pm3a*), Chul/8*Chancellor (*Pm3b*), Sonora/8*Chancellor (*Pm3c*), Khapli/8*Chancellor (*Pm4a*) y Michigan Amber/8*Chancellor (*Pm6*) (Leath y Heun, 1990).

El objetivo de este estudio fue conocer la reacción en plántula de cinco cultivares de trigo hexaploide frente a un aislamiento de oidio *B. graminis* f. sp. *tritici* de Argentina avirulento sobre Ulka 1 (*Pm2*), Asosan (*Pm3a*), Chul (*Pm3b*) y Khapli (*Pm4a*) y virulento sobre Norka (*Pm1*).

MATERIALES Y METODOS

Cultivares de trigo hexaploide. Cinco cultivares comerciales de trigo hexaploide *T. aestivum* L. ($2n=6x=42=AABBDD$) desarrollados en Argentina fueron evaluados frente a un aislamiento de *B. graminis* f. sp. *tritici* (*Bgt*) en el estado de plántula. El cultivar de trigo hexaploide Sureño MA fue incluido como testigo susceptible. La genealogía de los cultivares citados está detallado en el Cuadro N° 1.

Cultivares diferenciales. Cinco cultivares con genes asignados de resistencia a oidio (genes *Pm*) fueron evaluados frente a *B. graminis* f. sp. *tritici*. Los cultivares utilizados en la determinación de la avirulencia/virulencia de *Bgt* incluyeron

Norka (*Pm1*), Ulka 1 (*Pm2*), Asosan (*Pm3a*), Chul (*Pm3b*) y Khapli (*Pm4a*).

Inóculo. El inóculo estuvo constituido por conidios procedentes de un aislamiento de oidio *B. graminis* f. sp.

tritici (sin. *E. graminis* f. sp. *tritici*) de la Argentina multiplicado en el Instituto de Genética de INTA en Castelar. El hongo fue incrementado en plántulas del cultivar Sureño MA, hexaploide de reconocida susceptibilidad.

Diseño experimental y conducción de los ensayos. Los ensayos fueron conducidos en bloques completos aleatorizados. El experimento con cultivares hexaploides incluyó siete repeticiones. El ensayo con cultivares diferenciales estuvo compuesto de 6 bloques. Cada bloque estuvo compuesto de 6 macetas de arcilla de 7,5 cm x 8.5 cm con una mezcla de arena y tierra (1:4). Cada maceta fue sembrada con 20 semillas de un cultivar diferente (unidad experimental) cuya semilla fue previamente desinfectada en forma superficial con alcohol 70° e hipoclorito de sodio 2%. Los ensayos fueron conducidos en una cámara de crecimiento en la Cátedra de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. La cámara se mantuvo a 20°C con un régimen de 13 horas de luz fluorescente, luz día/11 horas de oscuridad. Los tubos fluorescentes estuvieron ubicados a 45 cm de altura de las plántulas. El riego se efectuó con solución de Hoagland (Dhingra y Sinclair, 1986).

Inoculación. La inoculación fue efectuada en el estado de dos hojas completamente desarrolladas coincidiendo con el nivel 12 de la escala de Zadoks *et al.* (1974). Una maceta con plántulas del cultivar susceptible Sureño MA infectadas con oidio y mostrando abundante producción de conidios fue agitada sobre las plántulas a inocular permitiendo la caída de los mismos sobre las hojas.

Las plántulas inoculadas al atardecer permanecieron en cámara húmeda durante toda la noche.

Evaluación. La evaluación de severidad fue realizada utilizando una escala de 0 a 100% según área foliar cubierta por micelio y producción de conidios desde 6 a 18 días desde la inoculación. Se efectuó el análisis estadístico de los valores de severidad registrados. Los datos de severidad registrados cada dos días fueron utilizados para diagramar la curva de progreso de la enfermedad (CPE) en los cultivares de trigo hexaploide estudiados. El área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) fue calculada usando la Tabla de Johnson y Wilcoxon (1980) considerando cuatro valores de severidad registrados cada cuatro días. Para el análisis de pedigrí se utilizó la información de Zeven y Zeven-Hissink (1976) y Antonelli (comunicación personal).

Análisis estadístico. La versión 6.03 de SAS (SAS, 1988) fue usada para el análisis estadístico de los datos de severidad. Los valores de severidad correspondientes a los días 8, 10, 12, 14, 16 y 18 después de la inoculación fueron analizados mediante un modelo multivariado de

Cuadro N° 1: Genealogía de cultivares de trigo hexaploide *T. aestivum* L. de Argentina evaluados frente a un aislamiento de oidio *B. graminis* f. sp. *tritici* en estado de plántula^a.

CULTIVARES	PEDIGRI
Buck Charrúa	((Rafaela MAG-Buck PamperoxBuck Relén)x(Klein ImpactoxRafaela MAG Buck Pampero)xLovrin)x(Rafaela MAG-Buck PamperoxBuck Relén)xKlein ImpactoxRafaela MAG-Buck Pampero))
Cruz Alta Inta	Kavkaz-Bonanza{[(2/931-Chapingo53x Andes/Gabo56)Penjamo62]Soty}
Klein Orión	(Klein Lucero-Yaqui53xKlein Sendero) [(Ciano-Noroeste66/Sonora64-Klein RendidorxBlueBird)Ciano"S"-GalloxInia-Jaral]
Norkin Lider	Tobari66/Buck Manantial//BlueBird/3/Klein Fortin
ProInta Federal	AuroraxKalyansona-BlueBird// Woodpecker"S"
Sureño MA (T)	((BarletaxRuso)xKlein Record)xThatcher

^aInformación de Zeven y Zeven-Hissink (1976) y Antonelli (c. personal). El cultivar Sureño MA fue incluido como testigo susceptible.

medidas repetidas. La prueba de Hotelling-Lawley (H-L)(Morrison, 1976) al 0,05 de nivel de significación permitió evaluar los efectos de la fecha de observación, de los cultivares e interacción. La prueba de Ryan (SAS, 1988) al 0,01 de nivel de significación fue usada para la comparación de medias de severidad de los diferentes cultivares en cada momento de observación. El ABCPE promedio de los cultivares fue comparado usando análisis de variancia y la prueba de Ryan para comparaciones múltiples (SAS, 1988).

RESULTADOS

Cultivares de trigo hexaploide. No se observaron síntomas ni signo de la enfermedad en el cultivar Buck Charrúa (Cuadro N° 2). El testigo Sureño MA presentó una reacción susceptible en plántula a *B. graminis* f. sp. *tritici* manifestada por la formación de numerosas colonias del hongo y abundante esporulación. Las colonias cubrían el 20 % del área foliar a los 8 días de la inoculación y posteriormente confluyeron hasta cubrir más del 90 % del área foliar. Se observaron diferencias

significativas entre los valores de severidad (% área foliar afectada) de los cultivares estudiados dependiendo del momento de observación (Cuadro N° 2). Los efectos del día de observación y la interacción día por cultivar resultaron significativos (H-L=53,2; P<0,001 y H-L=9,7; P<0,001, respectivamente). Se observaron diferencias significativas entre las medias de los cultivares en el análisis global considerando todas las fechas (F=133.36; P<0.001). La prueba de Ryan para comparación de medias indicó diferencias significativas para los valores de severidad de los cultivares (Cuadro N° 2).

No se detectaron diferencias significativas entre los cultivares Cruz Alta Inta y Klein Orión pero sí entre estos y el resto de los cultivares (Cuadro N° 2). A los 18 días se observaron dos grupos, uno formado por Cruz Alta Inta y Klein Orión, y el segundo constituido por Norkin Lider, ProInta Federal y el testigo susceptible (Cuadro N° 2).

Cuadro N° 2: Severidad promedio (%) y comparación de medias en cultivares de trigo hexaploide y cultivares diferenciales en plántulas inoculadas con un aislamiento de oidio *B. graminis* f. *sp. tritici*.

CULTIVARES	DIAS DESDE INOCULACION						
	6	8	10	12	14	16	18
CULTIVARES DIFERENCIALES							
Asosan (<i>Pm</i> 3a)	0	0	0	0	0	0	0
Chul (<i>Pm</i> 3b)	0	0	0	0	0	0	0
Khapli (<i>Pm</i> 4a)	0	0	0	0	0	0	0
Norka (<i>Pm</i> 1)	3	32	39	50	67	83	85
Ulka 1 (<i>Pm</i> 2)	0	0	1	3	6	6	6
CULTIVARES HEXAPLOIDES							
Buck Charrúa	0	0	0	0	0	0	0
Cruz Alta Inta	0	0a	2,7a	8,3a	16,4a	22,9a	27,9a
Klein Orión	0	3,1a	5,1a	12,1a	21,4a	27,9a	32,1a
Norkin Lider	0	20b	31,4b	45,7b	66,4c	86,5c	91,4b
ProInta Federal	0	20,7b	30b	39,3b	58,6b	75b	83,6b
Sureño MA (T)	0	25b	34,3b	50b	74,3c	89,3c	92,1b

*Letras distintas indican diferencias significativas.

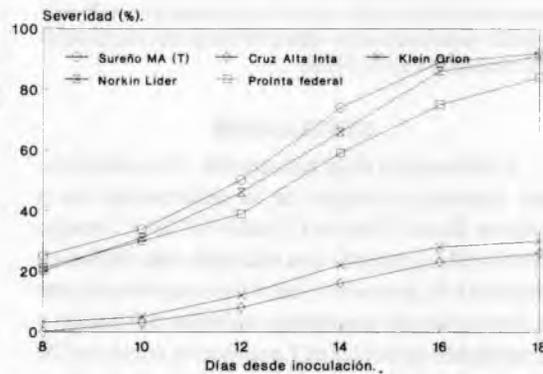
P<0,01.

Progreso de la enfermedad. El cultivar Buck Charrúa no presentó síntomas de la enfermedad. Cruz Alta Inta y Klein Orión mantuvieron niveles de severidad que no superaron el 30% a los 18 días de la inoculación. Los primeros síntomas en Cruz Alta Inta fueron observados dos días después que el resto de los cultivares (Cuadro N° 3 y Figura 1).

Cuadro N° 3: Area bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) estimada para plántulas de trigo hexaploide inoculadas con un aislamiento de oidio *B. graminis* f. *sp. tritici*®.

CULTIVARES	ABCPE
Buck Charrúa	0
Cruz Alta Inta	137,71a
Klein Orión	186,86a
ProInta Federal	522,86b
Norkin Lider	568,57bc
Sureño MA (T)	628,57c

*Letras distintas indican diferencias significativas. P<0,01.

**Figura 1. Progreso de Bgt en cultivares hexaploides de trigo**

Las curvas de progreso de la enfermedad en Norkin Lider y ProInta Federal se aproximaron a la curva del testigo susceptible Sureño MA con valores de severidad similares hasta los 10 días de la inoculación con valores posteriores levemente inferiores en ProInta Federal para luego terminar con valores de severidad similares (Cuadro N° 3 y Figura 1).

Area bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE). En base a la Tabla de Johnson y Wilcoxon (1980) se calcularon los valores del área bajo la curva de progreso de la enfermedad para cada cultivar. La prueba de Ryan para comparación de medias de AUDPC indicó diferencias significativas entre los cultivares (Cuadro N° 3). El área bajo la curva de progreso de la enfermedad de los cultivares Cruz Alta Inta y Klein Orión fue significativamente menor al del resto de los cultivares. Entre el resto se destacó las diferencias significativas entre ProInta Federal y el testigo susceptible (Cuadro N° 3).

Análisis de Pedigrí. En las Figuras 2 y 3 se detallan los posibles donantes de la resistencia en plántula a oidio en cultivares de trigo hexaploide *T. aestivum* cv. Buck Charrúa y *T. aestivum* cv. Cruz Alta Inta. Buck Charrúa derivaría su resistencia a oidio del trigo invernal Lovrin mientras que el cultivar Cruz Alta Inta derivaría su resistencia de Kavkaz portador de la translocación 1R/1B de centeno con gen de resistencia a oidio designado como *Pm8*. No se dispone de información sobre el donante de la resistencia a oidio en el cultivar Klein Orión.

Cultivares diferenciales. En este ensayo también se detectaron diferencias significativas en la interacción cultivar-día de observación ($HL=26,5$; $P<0,001$). El cultivar Ulka 1 (*Pm2*) mostró una severidad significativamente menor a Norka (*Pm1*) y al testigo susceptible Sureño MA. No se encontraron diferencias entre estos dos cultivares en los días 10, 12, 16 y 18 desde la inoculación.

El área bajo la curva de progreso de la enfermedad difirió significativamente entre los tres cultivares ($F=818,6$; $P<0,0001$) (Cuadro N° 4). Los cultivares diferenciales Asosan (*Pm3a*), Chul



Fuente: Zeven y Z. - Hissink y Antonelli (c. pers.)

Figura 2. Probables donantes de la resistencia en plántula a oidio en Buck Charrúa



Fuente: Zeven y Z. - Hissink (1976), Antonelli (p. c)

Figura 3. Probables donantes de la resistencia en plántula a oidio en Cruz Alta Inta.

(Pm3b) y Khapli (Pm4a) fueron altamente resistentes a oidio cuando comparados al testigo susceptible Sureño MA. Ulka 1 fue considerado en el grupo de los resistentes porque los niveles de severidad fueron inferiores a 10% y el área bajo la curva de progreso de la enfermedad inferior a 40.

CONCLUSIONES

* No se observaron síntomas ni signos de la enfermedad en el cultivar Buck Charrúa cuando inoculado con una población de oidio *B. graminis* f. sp. *tritici* avirulenta sobre Pm2, Pm3a, Pm3b, Pm4a y virulenta sobre Pm1. La resistencia a oidio del cultivar Buck Charrúa podría derivar del cultivar invernal Lovrin (Figura 2).

* Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de severidad de los cultivares de trigo hexaploide analizados. Los valores de severidad de Klein Orión y Cruz Alta Inta fueron significativamente inferiores al testigo susceptible Sureño MA. La curva de progreso (CPE) y los valores de área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) para Cruz Alta Inta y Klein Orión fueron significativamente inferiores al testigo Sureño MA. La resistencia de Cruz Alta Inta podría derivar de uno de sus progenitores, el cultivar invernal Kavkaz portador del gen Pm8 proveniente de centeno a través de la translocación 1R/

Cuadro N° 4: Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) estimada para plántulas de cultivares de trigo diferenciales inoculadas con un aislamiento de oidio *B. graminis* f. sp. *tritici*^a.

ABCPE		
Ulka 1	(Pm 2)	39,0 a
Norka	(Pm 1)	533,33b
Sureño MA	(T)	596,67c

^aLetras distintas indican diferencias significativas. P<0,01.

1B (Figura 3). No se dispone de información sobre el donante de la resistencia a oidio en Klein Orión.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires por facilitar la realización de este estudio y en especial al Dr. Armando Garsd y a la Lic. María del Carmen Fabrizio por sus valiosas sugerencias. También agradecen la colaboración del Instituto de Genética de INTA en Castelar particularmente al Ing. Agr. Enrique F. Antonelli por información sobre cultivares de trigo hexaploide y a la Sra Beatriz Quarterolo por la valiosa colaboración en Biblioteca. Especial reconocimiento al Ing. Agr. Corvalio Fortugno de IFFIVE-CICA por sus valiosos aportes.

BIBLIOGRAFIA

- BENNETT, F. G. A. 1984. Resistance to powdery-mildew in wheat: A review of its use in agriculture and breeding programmes. *Plant Pathology* 33:279-300.
- BOLSA DE CEREALES, 1993. Número Estadístico 1992-93. Buenos Aires. Argentina.
- BRIGGLE, L. W., 1969. Near-isogenic lines of wheat with genes for resistance to *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*. *Crop Science* 9:70-72.
- DHINGRA, O. D.; and J. B. SINCLAIR, 1986. Basic Plant Pathology Methods. CRC Press. Boca Raton. Florida. USA. 355pp.
- FARR, D. F.; G. F. BILLS; G.P. CHAMURIS; and A.Y. ROSSMAN, 1989. Fungi on plants and plant products in the United States. APS Press. St Paul. Minnesota. USA. 1252pp.
- HANUSOVA, R. 1992. Powdery mildew resistance of wheat cultivars with 1B/1R translocation/substitution. Pages 237- 238 In: Proceedings of the Eighth European and Mediterranean Cereal Rusts and Mildews Conference. Weihenstephan. Germany. September 8-11.

- HERMANSEN, J. E.** 1968. Studies on the spread and survival of cereal rust and mildew diseases in Denmark. *Friesia* 8:161-359.
- JOHNSON, D. A.; and R.D. WILCOXON**, 1980. A table of areas under disease progress curves. *Technical Bulletin*. Texas Agricultural Experiment Station. USA. 80pp.
- LEATH, S.; and M. HEUN**, 1990. Identification of powdery mildew resistance genes in cultivars of soft red winter wheat. *Plant Disease* 74:747-752.
- MORRISON, D.** 1976. Multivariate statistical methods. McGraw Hill. New York.
- SAS Institute Inc.** 1988. SAS/STAT User's Guide. Release 6.03 Edition. Cary. USA.
- WIESE, M. V.** 1977. Compendium of wheat diseases. The American Phytopathological Society. St Paul. Minnesota. 106pp.
- ZADOKS, J. C.; T. T. CHANG; and C.F. KONZAK**, 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14:415-421.
- ZEVEN, A. C.; and N.C. ZEVEN-HISSINK**, 1976. Genealogies of 1400 wheat varieties. Netherlands Cereals Centre-NCC. Wageningen and International Maize and Wheat Improvement Center-CIMMYT. México.