

**RESULTADOS DE INOCULACIONES ARTIFICIALES DEL 5º VIVERO DE
SELECCIÓN PARA RESISTENCIA A Tilletia indica Mitra**

por Guillermo Fuentes-Dávila,
Sanjaya Rajaram,
Wolfgang Helmut Pfeiffer,
Osman Abdalla,
Maarten Van-Ginkel,
Abdul Mujeeb-Kazi y
Ricardo Rodríguez-Ramos*

**RESULTS OF ARTIFICIAL INOCULATIONS OF THE 5TH SCREENING
NURSERY FOR RESISTANCE TO Tilletia indica Mitra**

SUMMARY

Advanced bread wheat lines (Triticum aestivum), durum wheat (T. durum), triticale (X Triticosecale), hybridizations between T. aestivum with Agropyron spp. and hexaploid wheat X triticale were evaluated for resistance to Tilletia indica, the causal agent of partial bunt. Plants were artificially inoculated at the boot stage with a sporidial suspension of 10,000/ml at three planting dates at CIANO, Cd. Obregon, Sonora, during 1988-89. The percentages of lines with infection levels below 5% were 57.8 for bread wheat, 82.6 for durum wheat, 83.6 for triticale, 60 for lines derived from interspecific crosses, and 75 for advanced lines produced by CIMMYT's basic germplasm development section. The mean percent infection of the susceptible check was 75.4%.

RESUMEN

Líneas avanzadas de trigo harinero (Triticum aestivum), trigo duro (T. durum), triticale (X Triticosecale), hibridaciones de T. aestivum con Agropyron spp. y trigos hexaploides X triticale fueron evaluados en cuanto a su resistencia a Tilletia indica, el agente causal del carbón parcial del trigo. Las plantas fueron inoculadas artificialmente en embuche con una suspensión de esporidios en una concentración de 10,000/ml en tres fechas de siembra en el CIANO, Cd. Obregón, Sonora, durante 1988-89. Los porcentajes de líneas con niveles de infección menores al 5% fueron 57.8 para trigos harineros, 82.6 para trigos duros, 83.6 para triticale, 60 para líneas derivadas de cruza interespecíficas y 75 para líneas avanzadas producidas por la

*Investigadores del Programa de Trigo, del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Lisboa 27, Apdo. Postal 6-641, 06600 México, D. F.

sección de desarrollo de germoplasma básico de CIMMYT. La media de infección del testigo susceptible fue de 75.4%.

INTRODUCCIÓN

El carbón parcial causado por *Tilletia indica* [sinónimo *Neovossia indica* (Mittra) Mundkur] es una enfermedad de distribución muy limitada (Mittra, 1931; Duran, 1972; Munjal, 1975; Singh *et al.*, 1989), que afecta generalmente parte del grano de trigo (Mittra, 1931). Aunque la pérdida en rendimiento no es seria, el efecto adverso en la calidad y subproductos del trigo es importante, especialmente cuando los niveles de granos infectados son altos. En las zonas afectadas de Sinaloa, Sonora y Baja California Sur en el noroeste de México, existen otros factores que causan pérdidas económicas, tales como las restricciones en la siembra de trigo, la falta de exportación de semilla, el costo del transporte de semilla de áreas libres de carbón parcial hacia zonas afectadas, los tratamientos a la semilla, y las fumigaciones a grano que se transporta de las áreas afectadas. Conjuntamente, representan una pérdida anual de \$16,852 pesos mexicanos (Brennan *et al.*, 1990). Además, en muchos países existen cuarentenas contra *T. indica*, las cuales limitan el intercambio y distribución de germoplasma de trigo y triticale.

Desde hace varios años, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) implementó un proyecto de mejoramiento para resistencia a carbón parcial en trigo harinero principalmente, y del cual se han hecho varios reportes (Fuentes-Dávila *et al.*, 1992; Fuentes-Dávila y Rajaram, 1993). Las áreas principales de este proyecto consisten en: a) identificación de fuentes de resistencia a *Tilletia indica*, b) hibridizaciones para incorporar la resistencia en genotipos deseables, y c) evaluación y selección de progenies para desarrollar líneas avanzadas resistentes que puedan ser utilizadas por los programas agrícolas nacionales, principalmente en donde el carbón parcial es problema. El Vivero de Selección para Resistencia a *T. indica* está formado por grupos de líneas de trigo harinero, duro, triticale, y materiales derivados de cruces interespecíficas, los cuales han mostrado bajo porcentaje de infección en por lo menos dos ciclos de prueba en el noroeste de México. Este vivero conocido internacionalmente como KBSN (Karnal Bunt Screening Nursery), es parte de un proceso continuo de identificación de fuentes de resistencia.

En este trabajo se presentan los resultados de las inoculaciones artificiales realizadas en un grupo de líneas experimentales en un tercer ciclo de prueba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio. Este trabajo se realizó en el CIANO (Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste) en el valle del Yaqui, Sonora (27°20'N, 105°55'O, elevación 39 m snm), durante 1988-1989.

Germoplasma evaluado. El vivero consistió de 280 líneas, de las cuales 102 fueron trigos harineros, 92 trigos duros, 54 triticales, 14 líneas derivadas de hibridaciones de trigo harinero con *Agropyron* spp. y 16 líneas de la sección de desarrollo de germoplasma básico. Para evitar la posibilidad de escapes, la siembra se hizo en tres fechas: Noviembre 8, 23, y Diciembre 7 de 1988, utilizando un surco doble en camas de 1 m de largo para cada línea.

Preparación del inóculo. Se utilizaron teliosporas de aproximadamente 1 año de edad, de granos de trigo infectados en forma natural provenientes de diferentes localidades del valle del Yaqui, para de esta manera asegurar una composición genética heterogénea de la población del hongo. El aislamiento de las teliosporas se llevó a cabo agitando vigorosamente granos infectados en una solución de agua y Tween-20 durante unos 15 segundos, filtrándose luego a través de una malla de 60 µm para remover las partículas mayores y centrifugándose a 3000 rpm. Para propiciar una mejor germinación, se conservaron en la solución (agua + Tween 20) durante 24 horas. Posteriormente, fueron desinfectadas superficialmente con hipoclorito de sodio al 0.5% durante 2 minutos mientras se centrifugaban, para luego enjuagarlas dos veces con agua esterilizada, y finalmente sembrarlas en cajas Petri con agar-agua al 1.5%. Las cajas se incubaron a temperatura ambiente (20-22 °C), iniciando la evaluación de la germinación 5 días después. Pedazos de agar sobre los cuales el hongo estaba creciendo, se transfirieron invirtiéndolos sobre las tapas de cajas Petri conteniendo papa-dextrosa-agar (PDA) para propiciar la producción de balistosporas y para mayor multiplicación. Posteriormente, el incremento y la multiplicación del inóculo se llevaron a cabo añadiendo agua esterilizada a las colonias producidas, raspándolas e inoculando más cajas. Una vez que el hongo cubrió la superficie del medio (después de 8-10 días), se cortaron trozos pequeños, los cuales se invirtieron sobre las tapas de cajas Petri de vidrio, agregándoseles a éstas últimas un poco de agua esterilizada; cada 24 horas, los esporidios se colectaron y se contaron con un hematocímetro, ajustando la concentración a 10,000 esporidios alantoides por ml.

Inoculación y evaluación. Diez espigas por línea experimental en estado de embuche (estadios 48-49, Zadoks *et al*, 1974) fueron inoculadas entre 4-6 PM, inyectando 1 ml de la suspensión de esporidios. Cada espiga inoculada se identificó con un pedazo de plástico de color. Para favorecer

el desarrollo del hongo, se utilizó un sistema de riego por aspersión, el cual produce partículas finas de agua, después de las inoculaciones y de 3-5 veces por día durante unos 8 minutos. La variedad susceptible WL-711 se utilizó como testigo. Ya maduras, las espigas inoculadas de cada línea y del testigo se cosecharon y trillaron a mano, para determinar el porcentaje de infección mediante el conteo de granos sanos e infectados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo se presentan en las tablas 1-3 y en la figura 1. Los niveles mayores de infección se presentaron en líneas de trigo harinero, el cual es más susceptible a *T. indica*. El nivel máximo de infección fue menor en los otros grupos, siendo 16.9% en duros, 23.6% en triticale, 9.0% en material derivado de cruza interespecíficas, y 18.8% en material de desarrollo de germoplasma básico (Tabla 1). La fecha de siembra no tuvo un efecto mayor en los niveles de infección detectados, pues en trigos harineros, duros y cruza interespecíficas el nivel máximo se presentó en la 2da. fecha, mientras que éste se presentó en la primera fecha en triticale y DGB. El rango de la media de infección en los diferentes grupos varió de 1.2 a 2.8 y en las fechas de siembra fue de 1.9, 2.2 y 1.5 en la primera, segunda y tercera, respectivamente.

El porcentaje de líneas que mostraron niveles menores al 5% de granos infectados en trigos harineros fue de 57.8%, seguido en orden ascendente por interespecíficas con 60, DGB con 75, trigos duros con 82.6 y triticale con 85.2% (Tabla 2). Estos datos también indican que el nivel de resistencia es mayor en el triticale y trigo duro. El rango de la media de infección varió de 0.8 a 1.8%, mientras que la media en la primera, segunda y tercera fecha fue de 1.0, 1.1 y 0.9, respectivamente.

En la figura 1 se presentan el número de líneas de los diferentes grupos con niveles menores al 5%, divididos en rangos arbitrarios de infección. Veintitrés de ellas no mostraron infección en ninguna de las fechas, siendo éstas principalmente trigos duros y triticales, aunque hubo una línea de trigo harinero y de DGB dentro de esta categoría (Tabla 3). Aunque es probable que dichas líneas no sean inmunes a *Tilletia indica*, éstas presentan muy buenos niveles de resistencia y seguramente serán de gran utilidad como fuentes de resistencia en los programas de mejoramiento.

Aunque el máximo porcentaje de infección obtenido fue de 36.1, éste fue casi la mitad de la media mostrada por el testigo susceptible de 75.4%, lo cual refleja que en el proceso de selección se pueden presentar algunos escapes, o también que la hibridación en el patógeno -ya que éste es

Tabla 1. Rango y media del porcentaje de infección de los grupos del 5^o Vivero de Selección para Resistencia a Carbón Parcial (*Tilletia indica*), y media por fecha de todos los grupos inoculados artificialmente en el valle del Yaqui, Sonora, durante 1988-1989^a.

Grupo ^b	Rango de Infección (%)			Media
	Fechas ^c			
	I	II	III	
Trigo Harinero	0-24.3 2.8 ^d	0-36.1 3.4	0-13.3 2.1	2.8
T. duro	0- 8.8 0.9	0-16.9 1.3	0-11.4 1.5	1.2
Triticale	0-23.6 1.9	0-17.1 1.8	0- 7.4 0.8	1.5
Inter-esp.	0- 8.4 2.2	0- 9.0 3.5	0- 7.5 2.2	2.6
DGB	0-18.8 2.3	0- 5.2 1.4	0- 2.3 0.6	1.5
Media General de los Grupos por Fecha	1.9	2.2	1.5	

^aDiez espigas por línea experimental se inocularon cuando las plantas estaban en estado de embuche, inyectando 1 ml de una concentración de 10,000 esporidios/ml. El porcentaje de infección se determinó con base en el número de granos sanos e infectados.

^bTrigo Harinero = *Triticum aestivum*, t. duro = *T. durum*, triticale = *X Triticosecale*, inter-esp. = *T. aestivum* X *Agropyron* spp., DGB = desarrollo de germoplasma básico, principalmente *T. aestivum* X *X Triticosecale*.

^cFechas de siembra: Noviembre 8, 23, y Diciembre 7 de 1988.

^dMedia del porcentaje de infección de grupo por fecha.

Tabla 2. Rango y media de infección de líneas con nivel de infección menor al 5%, de los grupos del 5^o Vivero de Selección para Resistencia a *Tilletia indica*, y media por fecha de todos los grupos inoculados artificialmente en el valle del Yaqui, Sonora, durante 1988-1989^a.

Grupo ^b	Número de Líneas			Rango de Infección (%)			
	Total	<5%	%	I	II	III	Media
T. Harinero	102	59	57.8	0-4.4 1.2 ^d	0-5.0 1.3	0-4.9 1.2	1.2
T. duro	92	76	82.6	0-5.0 0.6	0-4.5 0.9	0-3.9 0.9	0.8
Triticale	54	46	85.2	0-5.0 1.1	0-4.3 1.0	0-3.9 0.6	0.9
Inter-esp.	15	9	60.0	0-4.4 1.5	0-4.1 2.2	0-3.6 1.7	1.8
DGB	16	12	75.0	0-2.5 1.0	0-4.3 1.0	0-1.6 0.4	0.8
Media General de los Grupos por Fecha				1.0	1.1	0.9	1.0

^aDiez espigas por línea experimental se inocularon cuando las plantas estaban en estado de embuche, inyectando 1 ml de una concentración de 10,000 esporidios/ml. El porcentaje de infección se determinó con base en el número de granos sanos e infectados.

^bT. Harinero = *Triticum aestivum*, t. duro = *T. durum*, triticale = *X Triticosecale*, inter-esp. = *T. aestivum* X *Agropyron* spp., DGB = desarrollo de germoplasma básico, principalmente *T. aestivum* X *X Triticosecale*.

^cFechas de siembra: Noviembre 8, 23, y Diciembre 7 de 1988.

^dMedia del porcentaje de infección de grupo por fecha.

Tabla 3. Pedigrís de genotipos del 5° Vivero de Selección para Resistencia a Carbón Parcial, que no mostraron granos infectados después de ser inoculados artificialmente en tres fechas de siembra en el valle del Yaqui, Sonora, México, durante 1988-1989.

TRIGOS HARINEROS

ISWRN 303

SUZHOE F3#1
-31B-0Y**TRIGOS DUROS**

CARC

CD24831-E-3Y-3M-1Y-1Y
-0M-22Y-0BCYUS/3/BD1814//BD1708/
BD1543/4/YAV
CD22009-B-7M-4Y-1M-1Y-0YGR/LANG//YAV79/3/TEZ
CD49709-A-5Y-1M-1Y-0MLDN/3/DACK/GEDIZ//USDA575
CD39702-4B-1Y-1M-2Y-1M-0YMEMO/MEXI75
CD-26132-24B-1Y-6Y-0MMEMO/5/WL/65150//D67.2/4/
FG/PALES//MEXI/3/RABI
CD25770-1M-2Y-4Y-0MYAV//DACK/RABI
/3/SNIPE
CD48008-B-3M-1Y-2M-1Y-0MYAV79/7/LIN.RS/ISRAEL//
ENANO8/5/INIA/TGLR//CNO
/PJ62/3/SEE/JAR/4/CHI/6/
CASTROB/5/FG
CD59621-A-1M-1Y-1M-0YYAV/TEZ
CD42270-11Y-5M-1Y-2M-0Y68111//RGB/WARD/3/FG/4/
RABI
CD34886-G-3Y-4M-1Y-1M-1Y-0M**TRITICALES**CUYO//M2A//WW15/3/PTR/2*M2A
X-53760-D-1Y-1M-1Y-3M-0YDRIRA/GLENLEA
CIT1016-4Y-2Y-2M-1Y-0MHARE/2*MUS
B-8411-500Y-11B-0YIRA*2/SRL//RM/PTR
X-63147-B-3Y-2M-6Y-2Y-1M-0YOCTO NV/3/BGL/CIN//MUS
B-6211-596-5Y-1Y-1M-0YPND/YE75//PTR
X-59866-5M-1Y-5M-2Y-1Y-1B-0YTESMO
X-39860-7Y-5M-1Y-0YTJ/BGL
X-16134-35Y-1Y-1M-1Y-2B-1Y-1M-0YTJ/BGL
X-16134-35Y-1Y-1M-1Y-2B-1Y-1M-0YTJ/BGL
X-16134-35Y-1Y-1M-1Y-3B-0Y**DGB**X-63735-F/CMH81.137
CMH84.1054-1Y-3B-1Y

Tabla 1. Pedigris de genotipos del 5º Vivero de Selección para Resistencia a Carbón Parcial, que no mostraron grandes infecciones después de ser inoculadas artificialmente en tres fechas de siembra en el valle del Yaqui, Sonora, México, durante 1988-1989.

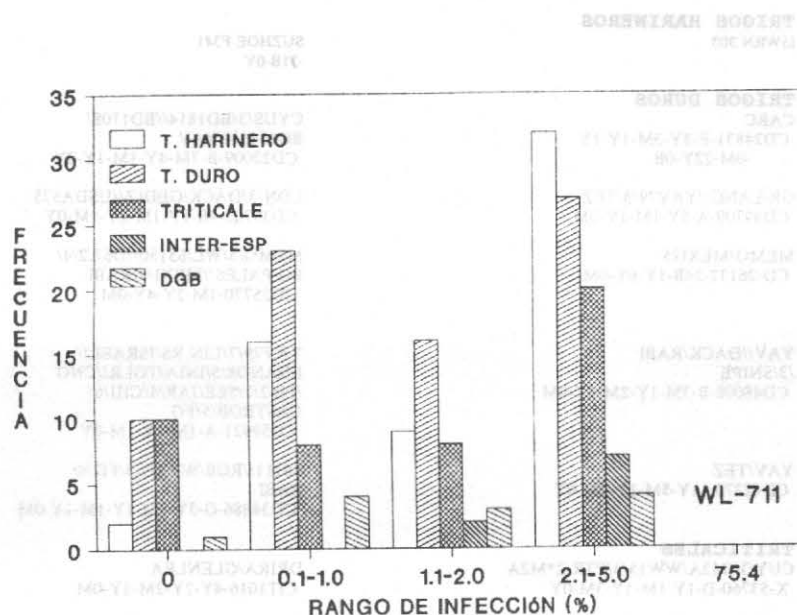


Fig. 1. Número de líneas del 5º Vivero de Selección para Resistencia a Carbón Parcial con niveles de 0-5% de infección, después de ser inoculadas artificialmente en tres fechas de siembra en el valle del Yaqui, Sonora, durante 1988-89. La variedad de trigo harinero WL-711, se utilizó como testigo susceptible. T. harinero = *T. aestivum*, t. duro = *T. durum*, triticales = *X Triticosecale*, Inter-esp. = *T. aestivum* X *Agropyron* spp., DGB = desarrollo de germoplasma básico, principalmente *T. aestivum* X *X Triticosecale*.

heterotálico (Duran y Cromarty, 1977)-, está originando nuevos biotipos. Sin embargo, este proceso también nos indica, que la selección es efectiva ya que existen líneas que consistentemente han mostrado bajos niveles de infección. Mayor estudio es necesario para determinar si existen razas de *Tilletia indica*, y de sus implicaciones en la epidemiología de este hongo y en la identificación de líneas diferenciales.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Fidel Castro Castro, Tomás García Cano, Rosa Ma. López Atilano y Carlos J. González León por su asistencia técnica.

LITERATURA CITADA

- Brennan, J. P., E. J. Warham, J. Hernandez, D. Byerlee y F. Coronel. 1990. Economic losses from Karnal bunt of wheat in Mexico. CIMMYT economic working paper 90/02.
- Duran, R. 1972. Aspects of teliospore germination in North American smut fungi II. Can. J. Bot. 50: 2569-2573.
- Duran, R. y R. Cromarty. 1977. *Tilletia indica*: a heterothallic wheat bunt fungus with multiple alleles controlling incompatibility. Phytopathology 76: 812-815.
- Fuentes-Dávila, G. y S. Rajaram. 1993. Sources of resistance to *Tilletia indica* in wheat (*Triticum aestivum*). Crop Protection. En prensa.
- Fuentes-Dávila, G., S. Rajaram, W. H. Pfeiffer y O. Abdalla. 1992. Results of artificial inoculation of the 4th Karnal Bunt Screening Nursery (KBSN). Annual Wheat Newsletter 38: 157-162.
- Mitra, M. 1931. A new bunt on wheat in India. Ann. Appl. Biol. 18: 178-179.
- Munjal, R. L. 1975. Status of Karnal bunt (*Neovossia indica*) of wheat in Northern India during 1968-69 and 1969-70. Ind. J. Mycol. Plant Pathol. 5: 185-187.
- Singh, D. V., R. Agarwal, J. K. Shrestha, B. R. Thapa y H. J. Dubin. 1989. First report of *Tilletia indica* on wheat in Nepal. Plant Dis. 73: 273.
- Zadoks, J. C., T. T. Chang y C. F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Res. 14: 415-421.