



Agrociencia

ISSN: 1405-3195

agrocien@colpos.mx

Colegio de Postgraduados

México

Aguilar Rincón, Víctor H.; Singh, P. R.; Huerta Espino, Julio; Molina Galán, José D.
Prueba de similitud de genes de resistencia a la roya de la hoja en cinco trigos sintéticos hexaploides
Agrociencia, vol. 34, núm. 6, noviembre-diciembre, 2000, pp. 741-746
Colegio de Postgraduados
Texcoco, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30234609>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

PRUEBA DE SIMILITUD DE GENES DE RESISTENCIA A LA ROYA DE LA HOJA EN CINCO TRIGOS SINTÉTICOS HEXAPLOIDES

TEST OF SIMILARITY OF LEAF RUST RESISTANCE GENES IN FIVE SYNTHETIC HEXAPLOID WHEATS

Víctor H. Aguilar-Rincón¹, R. P. Singh², Julio Huerta-Espino³ y José D. Molina-Galán¹

¹Especialidad de Postgrado en Genética. IREGEP. Colegio de Postgraduados. 56230, Montecillo, Estado de México. (aheber@colpos.colpos.mx). ²CIMMYT. Lisboa 27. Apartado Postal 6-641. 0660, México, D.F. ³INIFAP. CIR Centro. CAEVAMEX. Apartado Postal 10. 56230, Chapingo, Estado de México.

RESUMEN

En los trigos sintéticos hexaploides (SH) (*Triticum turgidum* x *Triticum tauschii*), se han observado diversos factores de resistencia a roya de la hoja (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*). Para utilizar estos genes es necesario conocer, además de su herencia, si estos factores son distintos en cada SH. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue cuantificar el número de genes que determinan la resistencia a roya de la hoja de cinco SH. Estos SH fueron cruzados entre sí obteniéndose las diez cruza simples posibles. De cada una de las cruza se evaluaron los progenitores y la progenie F₂ con la raza NCJ/BN de roya de la hoja. Los resultados indicaron que el SH 2 y el SH 5 portan el mismo gene de resistencia al no encontrarse plantas susceptibles en la F₂. De la misma manera, el análisis de la F₂ de la cruza entre el SH 3 y SH 4 indicó que posiblemente los dos sintéticos tienen un gene de resistencia en común que no pudo ser confirmado por el reducido tamaño de muestra utilizado. En las cruza entre los otros SH se observó segregación en la F₂ lo que indica que los genes que confieren la resistencia en cada uno de estos SH son diferentes.

Palabras clave: *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, *Triticum aestivum*, *Triticum tauschii*, *Triticum turgidum*, genotecnia vegetal, herencia.

INTRODUCCIÓN

La transferencia de caracteres deseables de especies silvestres a cultivadas ha sido posible mediante la utilización de cruza interespecíficas y aún intergenéricas (Sharma y Gill, 1983). En el caso del trigo (*Triticum aestivum*) se ha utilizado diversas especies y géneros relacionados con este cereal, entre las cuales está *Triticum tauschii* que comparte el genoma DD con el trigo harinero (Feldman y Sears, 1981). De esta especie silvestre los siguientes genes de resistencia a roya de la hoja han sido transferidos a trigo harinero: *Lr21*, *Lr22a*, *Lr32*, *Lr39*, *Lr40*, *Lr41*, *Lr42* y *Lr43* (McIntosh *et al.*, 1995), utilizándose, entre otras técnicas, la generación

Recibido: Mayo, 1999. Aprobado: Junio, 2000.
Publicado como NOTA en *Agrociencia* 34: 741-746. 2000.

ABSTRACT

Several wheat leaf rust *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* resistance genes have been identified in synthetic hexaploid (SH) wheat (*Triticum turgidum* x *Triticum tauschii*). In order to utilize such resistance genes in the future, first an understanding of their genetics and degree of diversity among the SH is necessary. Therefore, the objective of this study was to determine the number of genes involved in the resistance to leaf rust in five SHs. These SHs were crossed among themselves and the ten possible simple crosses were obtained. For each cross, the resistance of the parents and the F₂ generation was tested against the NCJ/BN leaf rust race. The results showed that SH 2 and SH 5 share the same resistance gene based on the absence of susceptible F₂ plants. In the same way, the analysis of the F₂ generation of the cross SH 3 and SH 4 indicates the possibility that these two synthetics have one resistance gene in common. This, however, was not confirmed due to the low sample size used. The remaining crosses showed segregation of resistant and susceptible F₂ plants indicating that the rust resistance genes in the SH of each cross were different.

Key words: *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, *Triticum aestivum*, *Triticum tauschii*, *Triticum turgidum*, plant breeding, heredity.

INTRODUCTION

Transfer of desirable characters from wild species that are related to cultivated ones has been made possible through interspecific and intergeneric crosses (Sharma and Gill, 1983). In wheat (*Triticum aestivum*) several related but diverse species and genus have been used, of which *Triticum tauschii* shares the D-genome with bread wheat (Feldman and Sears, 1981). Leaf rust resistance genes, *Lr21*, *Lr22a*, *Lr32*, *Lr39*, *Lr40*, *Lr41*, *Lr42* and *Lr43*, have been transferred from this species to bread wheat (McIntosh *et al.*, 1995). Generation of synthetic hexaploids (SH) through the cross *Triticum aestivum* x *Triticum tauschii* and using colchicine for chromosome doubling is one of the available methods amongst others. These SH can be easily crossed with

de sintéticos hexaploides (SH), mediante la crucea *Triticum turgidum* x *Triticum tauschii* y la duplicación del genoma del triploide resultante por medio de colchicina. Para introducir la variabilidad deseada, los SH pueden ser cruzados con trigo común en un programa de mejoramiento.

En el Programa de Cruzas Amplias, del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) se han desarrollado más de 500 SH (Mujeeb-Kazi, 1995). Algunos de estos sintéticos han mostrado resistencia a roya de la hoja (*Puccinia recondita*), carbón parcial (*Tilletia indica*), tizón de la hoja causado por *Helminthosporium* y tizón foliar (*Septoria tritici*) (Villareal *et al.*, 1992, 1995, 1996; Mujeeb-Kazi *et al.*, 1996, 2000). La genética de la resistencia a roya de la hoja de algunos de estos SH ha sido estudiada por Aguilar *et al.* (1999, 2000), quienes han determinado la presencia de genes simples tales como *Lr10*. Por otro lado, para utilizar estos genes en un programa de mejoramiento, se necesita conocer la diversidad de los factores de resistencia que poseen diferentes SH, pues de tratarse de genes diferentes entonces pueden ser acumulados. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar el grado de similitud de los genes de resistencia a roya de la hoja de tipo específico en cinco SH.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los cinco trigos SH utilizados en este estudio provinieron del CIMMYT (Cuadro 1), y el estudio de la genética de la resistencia a roya de la hoja de los mismos (Aguilar *et al.*, 1999, 2000) indicó que los SH 2, 4 y 5 deben su resistencia a un gen simple dominante; el SH 1, a uno recesivo; y el SH 3 (Aguilar *et al.*)⁴ a por lo menos dos genes simples dominantes y un recesivo; uno de los genes dominantes de SH 3 es el *Lr10* (Cuadro 1).

En los ciclos agrícolas 1995-1996 se obtuvo las 10 cruza simples posibles entre los cinco sintéticos hexaploides. Semilla F₁ de cada crucea se sembró en campo en dos surcos de 1 m con plantas espaciadas cada 5 cm; de éstos se cosecharon, por separado, la semilla F₂ de cinco plantas individuales.

La evaluación de la resistencia se hizo en etapa de plántula, en condiciones de invernadero en la sede del CIMMYT, en el Batán, Estado de México. De cada una de las cinco plantas individuales de cada crucea, se utilizó entre 30 y 35 semillas. La inoculación se hizo con la raza de roya de la hoja NCJ/BN (Singh, 1991), debido a que fue avirulenta a los diferentes SH como se aprecia en el Cuadro 1. Plántulas de nueve días de edad fueron inoculadas rociándolas con urediosporas suspendidas en aceite mineral (Soltrol 170; Phillips 66 Co., Bortlesville, OK); posteriormente fueron colocadas en una cámara de rocío durante 12 a 14 h a una temperatura de 18 a 20 °C. Finalmente, las plántulas se transfirieron al invernadero en un régimen de temperatura de 18 a 24 °C. De cada población F₂ se registró el número de plantas resistentes y susceptibles entre 9 y 11 días después de la

common wheat in a breeding program for generating genetic diversity.

The Wide Crosses Program at the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) has developed more than 500 SH (Mujeeb-Kazi, 1995). Some of these synthetics have shown resistance to leaf rust (*Puccinia recondita*), Kernel bunt (*Tilletia indica*), foliar blights caused by *Helminthosporium* and *Septoria tritici* (Villareal *et al.*, 1992, 1995, 1996; Mujeeb-Kazi *et al.*, 1996, 2000). Genetics of leaf rust resistance in some of these SH were studied by Aguilar *et al.* (1999, 2000), who determined the presence of single genes such as *Lr10*. For utilization of these genes in a breeding program it is necessary to determine the genetic diversity present in different SH. Resistance genes can be accumulated if they are different. The objective of this study was to determine the level of similarity among the specific type of leaf rust resistance genes present in five SH.

MATERIALS AND METHODS

The five SH wheats included in this study were developed at CIMMYT (Table 1). Inheritance studies (Aguilar *et al.*, 1999, 2000) have indicated that a single dominant gene conferred resistance in SH 2, 4 and 5; a single recessive gene in SH 1; and at least two dominant and one recessive genes in SH 3 (Aguilar *et al.*)⁴. One of the dominant genes in SH3 was *Lr10* (Table 1).

The 10 possible simple crosses among the five synthetic hexaploids were made during the 1995-1996 crop season. The F₁ seeds from each cross were sown in the field in two 1-m rows with 5 cm spacing between plants. F₂ seeds were obtained by harvesting separately 5 plants from each cross.

Cuadro 1. Genealogía, tipo de infección a la raza NCJ/BN[†] y genes presentes en cinco sintéticos hexaploides (*Triticum turgidum* x *T. tauschii*).

Table 1. Pedigree, infection type displayed with race NCJ/BN[†] and genes present in five synthetic hexaploids (*Triticum turgidum* x *T. tauschii*).

Sintético	Genealogía	TI [¶]	Genes de resistencia [§]
1	Rabi//GS/Cra/3/T. <i>tauschii</i> -190	1, 3 ⁺	Un gene recesivo
2	Croc 1/T. <i>tauschii</i> -215	12	Un gene dominante
3	Altar 84/T. <i>tauschii</i> -221	22 ⁺ , 3	Tres genes (1 dominante, 1 recesivo, y Lr10).
4	68112/Ward/T. <i>tauschii</i> -369	12	Un gene dominante
5	Sterna/T. <i>tauschii</i> -358	12	Un gene dominante

[†] Nomenclatura de Singh (1991).

[¶] Tipo de infección con base en una escala de 0 a 4 (Roelfs *et al.*, 1992).

[§] Aguilar *et al.* (1999, 2000).

⁴ Aguilar R., V. H., R. P. Singh, F. Castillo G. y J. Huerta E. Genes para la resistencia a la roya de la hoja de un trigo sintético hexaploide. Revista Fitotecnia Mexicana. En arbitraje.

inoculación, según el tipo de infección (TI) basado en una escala de 0 a 4 (Roelfs *et al.*, 1992) donde valores de 3 y 4 son plántulas susceptibles, y de 0, 1 y 2, al igual que puntos intermedios, son resistentes.

Para confirmar la presencia de los genes de resistencia a roya de la hoja observados en los estudios de Aguilar *et al.* (1999, 2000), se aplicaron pruebas de χ^2 en la F_2 considerando el total de plántulas provenientes de las cinco plantas F_1 individuales en cada cruce. Las segregaciones esperadas fueron las siguientes: para las cruces SH 1 con los SH 2, 4 y 5, la relación 13:3 correspondiente a un gen recesivo en el SH 1 y uno dominante en cualquiera de los otros tres sintéticos; para las segregaciones de las tres cruces simples entre los SH 2, 4 y 5, la relación 15:1, que corresponde a la segregación de dos genes dominantes, uno en cada SH; en las cruces del SH 3 con los SH 2, 4 y 5 se evaluó la relación 61:3 que corresponde a la segregación de un gen dominante y uno recesivo del SH 3, y uno dominante en cualquiera de los otros SH. Las cruces del SH 3 y los SH 2 y 5 también se compararon contra la relación 15:1, debido a que las dos clases de plantas (resistentes y susceptibles), se ajustaron a la relación que corresponde a la de dos genes dominantes. Finalmente, los resultados de la cruce SH 1 x SH 3 se compararon con la relación 55:9 que corresponde a la segregación de dos genes recesivos y uno dominante.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se observa que la segregación en las Cruzas 1, 3 y 4 se ajustó a la relación 13:3 (resistentes : susceptibles), correspondiendo a la segregación del gene recesivo del SH 1 y el gene dominante en los SH 2, 4 y 5 (Aguilar *et al.*, 2000); no obstante, aunque la primera cruce presentó un nivel de significancia en $p=0.034$, se puede considerar que sigue la tendencia mencionada.

En cuanto a la segregación en plantas resistentes y susceptibles de las cruces de los SH 2, 4 y 5, los cuales presentan un gene dominante de resistencia cada uno (Aguilar *et al.*, 2000), las cruces SH 2 x SH 4 y SH 4 x SH 5 produjeron progenies que se ajustaron a la relación 15:1, tal como se esperaba para dos genes dominantes independientes, y en la cruce SH 2 x SH 5 las 166 plántulas F_2 fueron resistentes (Cuadro 2). Esto sugiere que los SH 2 y SH 5 contienen el mismo gen dominante de resistencia a roya de la hoja. Además, como el SH 1 se cruzó con los SH 2 y SH 5, los cuales presentan el mismo gene de resistencia, entonces puede considerarse que las Cruzas 1 y 4 son similares dado que la segregación en estas cruces fue similar al presentar una tendencia de 13 resistentes: 3 susceptibles, con $p=0.034$ y 0.047, respectivamente, lo que estaría de acuerdo con una segregación de un gene simple recesivo (del SH 1) más uno dominante (del SH 2 ó SH 5) presentes en estos sintéticos.

En la Cruza 2, la segregación en plántulas resistentes y susceptibles se ajustó a una relación 15:1 ($p=0.80$) propia de la segregación de dos genes simples dominantes. Esto indica que los genes recesivos en estos dos sintéticos son diferentes. Sin embargo, la segregación no

Evaluation of resistance was carried out in the seedling growth stage in greenhouse conditions at CIMMYT in El Batán, of State México. Between 30-35 seeds were sown for each of the five harvested F_1 plants. Inoculation was carried out with leaf rust race NCJ/BN (Singh, 1991). As shown in Table 1, this race was avirulent for resistance genes present in different SH. Nine-day old seedlings were sprayed with urediospores suspended in a lightweight mineral oil (Soltrol 170; Phillips 66 Co., Bortlesville, OK); then transferred to a dew chamber for 12-14 h at 18-20 °C temperature. Finally plants were moved to a greenhouse maintained between 18 to 24 °C. Number of resistant and susceptible plants were determined based on their infection type (IT) following the 0-4 scale (Roelfs *et al.*, 1992) for each F_2 population about 9 to 11 days after inoculation. Infection types 0, 1 and 2 were considered resistant whereas 3 and 4 susceptible.

To determine the number of genes for leaf rust resistance in studies conducted by Aguilar *et al.* (1999, 2000) χ^2 -tests were conducted taking account of all F_2 plants derived from the five F_1 plants from each cross. If synthetics carry different resistance genes, then expected F_2 segregation ratios for their intercrosses are the following: a 13:3 ratio for crosses of SH 1 with SH 2, 4 and 5 corresponding to the segregation of one recessive gene from SH 1 and one dominant gene from other three synthetics. Similarly, a 15:1 ratio is expected in three simple crosses involving SH 2, 4 and 5 where each parent contributes a dominant gene. We would expect a 61:3 ratio in crosses of SH 3 with SH 2, 4 and 5 where SH 3 will contribute one dominant and one recessive genes and other SH will contribute a dominant gene. The observed F_2 segregation ratios from the crosses of SH 3 with SH 2 and 5 were also tested against 15:1 ratio because the two classes of plants (resistant and susceptible) were also in agreement with this ratio expected for segregation of two dominant genes. Finally, the segregation results in the cross SH 1 x SH 3 were also compared with a 55:9 ratio expected for segregation of two recessive and one dominant genes.

RESULTS AND DISCUSSION

As shown in Table 2, F_2 segregation in Crosses 1, 2 and 3 conformed to 13:3 (resistant: susceptible) ratio corresponding to the segregation of a recessive gene from SH 1 and the dominant gene from SH 2, 4 and 5 (Aguilar *et al.*, 2000). Although in the first cross the level of significance had a p value of 0.034 only, the tendency of observed ratio can be considered similar to the expected.

Crosses between SH 2, 4 and 5, known to carry a dominant resistance gene (Aguilar *et al.*, 2000), gave resistant and susceptible progenies in a 15:1 ratio (expected for segregation of two independent dominant genes) in SH 2 x SH 4 and SH 4 x SH 5. However, all F_2 seedlings in the cross SH 2 x SH 5 were resistant (Table 2). This suggests that SH 2 and SH 5 carried the same dominant gene for leaf rust resistance. It can be considered that Crosses 1 and 4 were similar as they involved SH 1 and the same gene carrying SH 2 and SH 5. These crosses gave F_2 seedlings in a 13 resistant: 3 susceptible ratio

correspondió con lo esperado para dos genes recesivos y uno dominante (55 resistentes: 9 susceptibles) que en conjunto presentan estos dos sintéticos (Cuadro 1) y que se expresan como resistentes a la raza NCJ/BN (Aguilar *et al.*, 1999, Aguilar *et al.*⁴). Si se considera que estos tres genes están presentes en esta cruce, entonces hubo un mayor número de plántulas resistentes que lo esperado, y de ser así, este exceso en el número de plántulas resistentes pudo ser causado por diversas interacciones que pueden presentarse en la cruce entre dos trigos sintéticos hexaploides, como son la presencia de genes supresores o genes no supresores comunes en estos sintéticos (Kema y Lange, 1992; Villareal *et al.*, 1992; Singh *et al.*, 1996; Aguilar *et al.*⁴). En este estudio no se considera el efecto del gen *Lr10* que está presente en el SH 3, según se aprecia en el Cuadro 1, pues la raza NCJ/BN es virulenta a este gene.

La segregación en la cruce SH 3 x SH 5 se ajustó a la relación entre plántulas resistentes y susceptibles de 61:3 ($p > 0.40$) al igual que a la relación 15:1 ($p > 0.10$); sin embargo, la primera relación es la que se esperaría para dos genes dominantes y un gene recesivo, que en conjunto presentan estos dos sintéticos (Cuadro 1). En la Cruza 5 (SH 2 x SH 3), que es una cruce similar a la anterior pues el SH 2 y el SH 5 presentan el mismo gene de resistencia, la segregación también se ajustó a la relación 15:1 ($p > 0.30$), y aunque no se ajustó a la relación 61:3 ($p = 0.035$), estuvo muy cercano al nivel de no significancia, por lo que se podría considerar que sí corresponde a la segregación esperada para dos genes dominantes y uno recesivo. Según estos resultados el gene dominante en los SH 2 y 5 es diferente al gene dominante en el SH 3.

Finalmente, en la Cruza 8 (SH 3 x SH 4) no se presentó la segregación esperada de dos genes dominantes y uno recesivo (Cuadro 2), ya que todas las plántulas resultaron resistentes. Esto podría indicar, primero, que estos dos sintéticos presentan un gene dominante en común; segundo, que al esperar una segregación de tres genes, y dado que sólo se contó con 157 plántulas de esta cruce en el estudio, quizá ocurrió un error de muestreo, y por ello posiblemente no se detectaron las plántulas susceptibles; otra posibilidad es que los genes dominantes presentes en estos dos SH sean diferentes. Para comprobar esta última hipótesis será necesario efectuar una nueva evaluación con un mayor número de plántulas.

Las especies silvestres pueden ser fuente de genes de resistencia a enfermedades tal como lo muestran los SH estudiados por Aguilar *et al.* (1999, 2000); sin embargo, algunas colectas de estas especies pueden presentar genes de resistencia similares, y por ello es necesario determinar esta posible similitud a través de la prueba de la segregación, que en este caso es en la cruce de sintéticos resistentes. La verificación de genes similares en

Cuadro 2. Clasificación de plantas F₂ por su resistencia a *Puccinia recondita* en cruces simples entre cinco sintéticos de trigo evaluados con la raza NCJ/BN.

Table 2. Classification of F₂ plants for resistance to *Puccinia recondita* in simple crosses involving five synthetic wheats evaluated with race NCJ/BN.

Cruza	Reacción de plantas		χ^2	p
	R	S		
1. (SH1 x SH2)	132	18	13:3	0.034
2. (SH1 x SH3)	157	11	15:1	>0.80
			55:9	0.005
3. (SH1 x SH4)	124	19	13:3	>0.09
4. (SH1 x SH5)	128	18	13:3	>0.046
5. (SH2 x SH3)	145	13	15:1	>0.30
			61:3	0.035
6. (SH2 x SH4)	59	6	15:1	>0.30
7. (SH2 x SH5)	166	0	15:1	<0.001
8. (SH3 x SH4)	157	0	61:3	<0.01
9. (SH3 x SH5)	122	4	15:1	>0.10
			61:3	0.42
10. (SH4 x SH5)	67	2	15:1	>0.20

with $p = 0.034$ and 0.047 , respectively, which was in agreement with the segregation of a single recessive (from SH 1) and one dominant (from SH 2 or SH 6) gene present in these synthetics.

Segregation of resistant and susceptible plants in Cross 2 conformed with a 15:1 ratio ($p = 0.80$) expected for segregation of two dominant genes. This indicated that the recessive genes present in the synthetic parents were different. This ratio did not agree with that expected for segregation of two recessive and one dominant genes (55 resistant: 9 susceptible) that would have segregated together from the two synthetic parents conferring resistance to race NCJ/BN (Aguilar *et al.*, 1999, Aguilar *et al.*⁴). If it is considered that all three genes were present in the above cross, then the resistant seedlings were obtained in higher frequency than expected. Excessive resistant seedlings in crosses involving two synthetics could be due to several interactions, such as the presence of suppressing genes commonly known to be present in synthetics (Kema and Lange, 1992; Villareal *et al.*, 1992; Singh *et al.*, 1996; Aguilar *et al.*⁴). In this study the effect of gene *Lr10*, present in SH 3, is not considered because race NCJ/BN was virulent to it (Table 1).

The segregation of resistant and susceptible plants in cross SH 3 x SH 5 conformed to 61:3 ($p > 0.40$) and 15:1 ($p > 0.10$) ratios. The first segregation ratio is that expected for the segregation of two dominant and one recessive genes which would have derived from the two synthetic parents (Table 1). In Cross 5 (SH 2 x SH 3), which is similar to the above cross involving SH 2 and SH 5 carrying the same resistance genes, the segregation again conformed to a 63:3 ratio ($p = 0.035$) with a close significance level. Hence, it can be interpreted that the

diferentes sintéticos hexaploides permite, cuando se cuenta para un mismo gene con más de una fuente que lo contenga, seleccionar la mejor fuente basándose en otras características que dichos sintéticos puedan presentar, como sería la resistencia a otras enfermedades (Villareal *et al.*, 1995) y otros caracteres agronómicos (Villareal *et al.*, 1994).

En la cruce entre sintéticos pueden producirse segregaciones de acuerdo con los genes ya detectados en cada sintético; sin embargo, en algunos casos pueden presentarse diferentes alteraciones, lo cual podría deberse, entre otras causas, a la presencia o ausencia de genes represores de la resistencia en estos sintéticos (Singh *et al.*, 1996). Según los resultados, los SH 2 y 5 presentaron el mismo gene de resistencia. De la misma manera, el gene de resistencia dominante (diferente a *Lr10*) en el SH 3 posiblemente sea el mismo que se encuentra presente en el SH 4 (Aguilar *et al.*, 2000; Aguilar *et al.*⁴), no obstante que los TI que presentaron los progenitores de los dos sintéticos a diferentes razas son diferentes (Aguilar *et al.*, 2000; Aguilar *et al.*⁴), lo cual seguramente se debe a que el SH 3, además del gene mencionado, presenta un gene recesivo, más el gene *Lr10*.

CONCLUSIONES

La segregación en siete de las diez cruces evaluadas se ajustó a la relación esperada de acuerdo con la acción génica de dominancia o recesividad detectada en estudios previos. La segregación en la cruce SH 1 x SH 3 no reveló genes en común ni presentó la segregación esperada, lo que puede atribuirse a interacciones génicas en la cruce de estos sintéticos. El SH 2 y el SH 5 poseen el mismo gene dominante de resistencia. Finalmente, el SH 3 y el SH 4 presentan un gene dominante en común.

LITERATURA CITADA

- Aguilar R., V. H., R. P. Singh y J. D. Molina G. 1999. Genética de la resistencia a roya de la hoja de cuatro trigos sintéticos anfidiplóides. *Revista Fitotecnia Mexicana* 22(2): 215-226.
- Aguilar R., V. H., R. P. Singh, J. D. Molina G. y J. Huerta-Espino. 2000. Herencia de la resistencia a roya de la hoja en cuatro trigos sintéticos hexaploides. *Agrociencia* 34: 235-246.
- Feldman, M. y E. R. Sears. 1981. Los recursos genéticos del trigo silvestre. *Investigación y Ciencia* 54: 50-61.
- Kema, G. H. J., and W. Lange. 1992. Race-specific suppression of resistance to yellow rust in synthetic hexaploids of wheat. *Vortr. Pflanzenzucht* 24: 206.
- McIntosh, R. A., C. R. Wellings, and R. F. Park (eds.). 1995. *Wheat Rusts: An Atlas of Resistance Genes*. CSIRO, Australia, 200 p.
- Mujeeb-Kazi, A. 1995. Interspecific crosses: Hybrid production and utilization. *In: Utilizing Wild Grass Biodiversity in Wheat Improvement: 15 Years of Wide Cross Research at CIMMYT*. Mujeeb-Kazi, A., and G. P. Hettel (eds.). CIMMYT Res. Rep. No. 2. México, D. F. pp: 14-21.
- Mujeeb-Kazi A., R. L. Villareal, L. A. Gilchrist, and S. Rajaram. 1996. Registration of five wheat germoplasm to *Helminthosporium* leaf blight. *Crop Sci.* 36: 216-217.

observed ratio was in agreement to the expected ratio for segregation of two dominant and one recessive genes. Based on these results the dominant genes present in SH 2 and 5 were different from the dominant gene in SH 3.

Finally, the Cross 8 (SH 3 x SH 4) did not show the segregation ratio expected for two dominant and one recessive genes (Table 2) as all seedlings were resistant. This could indicate, first, that these two synthetics carried the same dominant gene; second, that a susceptible seedling by chance was not detected in the population of 157 seedlings due to a sampling error; another explanation is that the dominant genes in these two SH may be different. More seedlings must be obtained and tested to prove that the two dominant genes were different.

The wild species can be source of disease resistance genes as shown in SH studied by Aguilar *et al.* (1999, 2000); however, some collections of these species may carry the same resistance genes. Therefore, it is necessary to determine genetic similarity through segregation analysis. Verification of gene similarity and identification of more than one source for the same resistance gene in different synthetic hexaploids allows the selection of a better source based on characteristics such as resistance to other diseases (Villareal *et al.*, 1995) or agronomic traits (Villareal *et al.*, 1994).

In crosses involving synthetics it is possible to obtain segregation ratios based on the number of genes detected in them individually; however, in some cases altered ratios may result due to the presence or absence of genes suppressing resistance in these synthetics (Singh *et al.*, 1996). Based on the results, SH 2 and 5 carried the same resistance gene. Similarly, the dominant gene (different from *Lr10*) in SH 3 possibly is the same as the gene present in SH 4 (Aguilar *et al.*, 2000; Aguilar *et al.*⁴). The progenitors of these two synthetics showed different IT when tested with various races (Aguilar *et al.*, 2000; Aguilar *et al.*⁴) which is due to the fact that SH 3 carried one additional recessive gene and gene *Lr10* in addition to the above mentioned dominant gene.

CONCLUSIONS

The segregation in seven out of ten crosses evaluated was in agreement to the expected ratio based on the dominant or recessive gene action observed in earlier studies. Segregation in SH 1 x SH 3 neither showed the presence of a common gene nor showed the expected segregation which is attributed to the genetic interaction in the cross of these synthetics. SH 2 and SH 5 possess the same dominant resistance gene. Finally, SH 3 and SH 4 also had a common dominant gene.

—End of the English version—



- Mujeeb-Kazi A., L. Gilchrist, R. L. Villareal, and R. Delgado. 2000. Registration of ten wheat germplasm lines resistant to *Septoria tritici* leaf blotch. *Crop Science* 40: 590-591.
- Roelfs, A. P., R. P. Singh y E. E. Saari. 1992. Las Royas del Trigo: Conceptos y Métodos para el Manejo de esas Enfermedades. CIMMYT. México, D.F. p. 43.
- Sharma, H. C., and B. S. Gill. 1983. Current status of wide hybridization in wheat. *Euphytica* 32: 17-31.
- Singh, R. P. 1991. Pathogenicity variations of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* and *P. graminis* f. sp. *tritici* in wheat-growing areas of Mexico during 1988 and 1989. *Plant Dis.* 75: 790-794.
- Singh, R. P. H. Ma, and E. Autrique. 1996. Suppressors for leaf rust and stripe rust resistance in interspecific crosses. In : Proc. 9th European and Mediterranean Cereal Rusts & Powdery Mildews Conference. Kema, G. H. J., R. E. Niks, and R. A. Daamen (eds.). 2-6 September 1996. Lunteren, The Netherlands. pp: 176-178.
- Villareal R., L., R. P. Singh, and A. Mujeeb-Kazi. 1992. Expression of resistance to *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* in synthetic hexaploid wheats. *Vortr. Pflanzenzüchtg* 24: 253-255.
- Villareal R., L., A. Mujeeb-Kazi, E. Del Toro, J. Crossa, and S. Rajaram. 1994. Agronomic variability in selected *Triticum turgidum* x *T. tauschii* synthetic hexaploid wheats. *J. Agron. & Crop Sci.* 173 : 307-317.
- Villareal R., L., G. Fuentes-Davila, A. Mujeeb-Kazi, and S. Rajaram. 1995. Inheritance of resistance to *Tilletia indica* (Mitra) in synthetic hexaploid wheat x *Triticum aestivum* crosses. *Plant Breed.* 114: 547-548.
- Villareal R. L., A. Mujeeb-Kazi, G. Fuentes-Davila, and S. Rajaram. 1996. Registration of four synthetic hexaploid wheat germplasm lines derived from *Triticum turgidum* x *Triticum tauschii* crosses and resistant to Kernel bunt. *Crop Sci.* 36: 218.