

Obtención de líneas de trigo resistentes a *Mayetiola destructor* Say en la Campiña Sur de Extremadura

J. DEL MORAL, A. DELIBES, J.A. MARTÍN-SÁNCHEZ, A. MEJÍAS, I. LÓPEZ-BRAÑAS, E. SIN, M^a. J. MONTES, F. PÉREZ-ROJAS, F. J. ESPINAL, M.SENERO

La línea H-93-33, homocigota para el gen H27, que confiere resistencia a *Mayetiola destructor* Say, ha sido cruzada con variedades comerciales de trigo seleccionadas por su calidad harinera y sus características agronómicas. Esos cruzamientos han producido numerosas líneas avanzadas. La línea Ma8, que contiene el gen H27, ha demostrado su resistencia al parásito en condiciones controladas de cámara y campo, y muestra mejores características agronómicas que las variedades comerciales con las que se ha cruzado.

J. DEL MORAL, A. MEJÍAS, J. PÉREZ-ROJAS, F. J. ESPINAL, M. SENERO. Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico (SIA). Junta de Extremadura. Apartado 22. CP. 06080 Badajoz. E-mail: jmorallv@aym.juntaex.es

A. DELIBES, I. LÓPEZ-BRAÑAS, M^a. J. MONTES. Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos. Ciudad Universitaria. CP. 28040 Madrid. E-mail: adelibes@bit.etsia.upm.es

J.A. MARTÍN-SÁNCHEZ, E. SIN. Institut de Recerca i Tecnologia Agoalimetáries (IRTA) C/ Alcalde Rovira Roure 177. CP 25198. Lleida. E-mail: JuanAntonio.Martin@irta.es.

Palabras clave: *Mayetiola destructor* Say, trigo, resistencia, productividad, Extremadura.

INTRODUCCIÓN

La Campiña Sur de Extremadura (Sudoste de España) es una comarca donde el cultivo principal es el cereal (aproximadamente 150.000 ha).

En esta comarca está registrada la presencia de *Mayetiola destructor* Say, insecto que parasita casi exclusivamente al trigo (Figura 1) y que tiene 2-3 periodos de infestación a lo largo del cultivo en una campaña (DEL MORAL *et al.*, 1994a; 1994b; 1998 DEL MORAL y MEJÍAS, 1998).

La repetición del cultivo de trigo en las mismas parcelas y el adelanto de la fecha de siembra, motivado por las características del clima y suelo de la comarca, favorecen la

formación de plagas endémicas de *M. destructor*. Estas plagas ocasionan pérdidas que se han estimado entre el 14 y el 35% de la cosecha (DEL MORAL *et al.*, 1993; 1994a).

Para evitar las plagas de este insecto se está desarrollando, desde los últimos diez años, un programa de sanidad que se inició estudiando la aplicación de medidas agronómicas (DEL MORAL *et al.*, 1993a; 1994d, 1994e, 1997; DEL MORAL y MEJÍAS, 1995) y de tratamientos fitosanitarios (DEL MORAL *et al.*, 1994c). No obstante, ello parecía que no era suficiente, y se consideró conveniente introducir en el programa variedades resistentes al parásito y cuyas características agronómicas fueran iguales o superiores que las cultivadas por los agricultores extremeños.



Figura 1.—Pupas de *Mayetiola destructor* Say en la base de un tallo de trigo (Dibujo de D. Del Moral).

Desde la década de los treinta se sabe que *Aegilops ventricosa* es una especie con resistencia a numerosos parásitos, entre otros *M. destructor*. A partir de entonces, han sido nu-

merosos los trabajos sobre la incorporación de esa resistencia al trigo desde dicha gramínea.

La resistencia a *Mayetiola destructor* se ha encontrado, además de en el genoma de *Ae. ventricosa*, en diversas especies de *Triticum* y otras gramíneas, concretamente *Secale cereale* L., *Aegilops* spp, *Agropyron* spp (MILTON, 1969; GILL *et al.*, 1985; GILL ET RAUPP, 1987; BUNTIN *et al.*, 1990; SHARMA *et al.*, 1992; HATCHETT *et al.*, 1993; RAUP *et al.*, 1993).

El agrónomo Alonso Peña obtuvo en 1951 una colección de líneas de trigo que eran el resultado del cruzamiento (*Triticum turgidum* x *Aegilops ventricosa*) x *Triticum aestivum*; en una de ellas (H-93-33) se pudo comprobar que existía una marcada y significativa resistencia a la población de *Mayetiola destructor* presente en Extremadura (LÓPEZ-BRAÑA *et al.*, 1992, 1993, 1993a; DELIBES *et al.*, 1994; DEL MORAL *et al.*, 1995).

La resistencia de la línea H-93-33 ha sido estudiada en campo y en condiciones controladas de cámara, habiendo observado que dicha resistencia está determinada por el gen H27 (alelo dominante) situado en el cromosoma 4M^v (procedente de *Aegilops ventricosa*), resultado que ha sido corroborado con el marcador bioquímico Acph-M^v1 ligado a dicho gen de resistencia (DELIBES *et al.*, 1994, 1997, 1998).

La línea H-93-33, resistente a *M. destructor*, se está retrocruzando con variedades comerciales de trigo de buena calidad panadera

Cuadro 1.—Líneas y variedades de trigo estudiadas en el ensayo.

Líneas y variedades de trigo ensayadas	Origen	Resistencia a <i>M. destructor</i>
Adalid	Variedad comercial de trigo	—
Astral	“	—
Cartaya	“	—
Osona	“	—
Ma3	Derivada de <i>Ae. triuncialis</i> y Osona (varios retrocruzamientos y autofecundaciones)	—
Ma6	“	—
H-93-33	Derivada de <i>Ae. ventricosa</i> , Astral y Adalid	+ (H27 en homocigosis)
Ma7	Derivada de H-93-33, Astral y Adalid (varios retrocruzamientos y autofecundaciones)	—
Ma8	“	+ (H27 en heterocigosis)
Ma9	“	—
Ma10	“	—

Cuadro 2.—Resultado de la comparación, mediante ANOVA, del nivel de parasitismo de las líneas ensayadas.

Líneas	Pupas/tallo	Significación (*)
H-93-33	0,13	a
Ma-8	0,64	b
Ma-7	1,01	c
Astral	1,06	c d
Ma-10	1,08	c d
Cartaya	1,12	c d
Ma-9	1,31	d e
Ma-6	1,41	e f
Adalid	1,49	f g
Ma-3	1,56	g
Osona	2,03	h

(*) Son significativamente diferentes (99% de confianza) las líneas que difieren en todas sus letras.

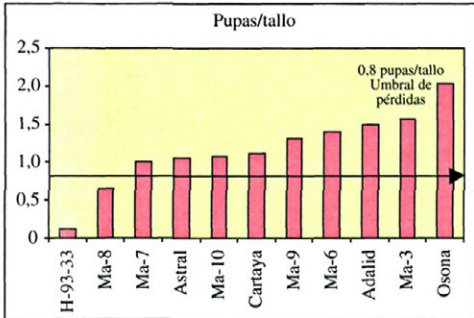


Figura 2.—Nivel de parasitismo de *Mayetiola destructor* que han mostrado cada una de las líneas ensayadas.

y bien adaptadas a la comarca donde existe este problema (DEL MORAL *et al.*, 1999).

El interés de este artículo es presentar los resultados experimentales de una colección de líneas avanzadas de trigo, fruto de los retrocruzamientos citados

MATERIAL Y MÉTODOS

La colección de líneas y variedades de trigo ensayadas está recogida en el cuadro nº 1. Ella está formada por la línea H-93-33, cuatro variedades comerciales de trigo utilizadas en los retrocruzamientos o ampliamente cultivadas por los agricultores por sus buenas características productivas, dos lí-

Cuadro 3.—Resultado de la comparación, mediante ANOVA, de la cantidad de espigas/superficie (ahijamiento) de las líneas ensayadas.

Líneas	Nº de espigas/parcela	Significación (*)
Astral	157	a
Adalid	143,5	a b
Ma-8	139,5	b c
Ma-6	133	b c d
H-93-33	128,75	b c d
Ma-7	127,25	c d
Ma-9	123,25	d
Ma-10	120	d e
Ma-3	119,5	d e
Osona	107,25	e f
Cartaya	103,5	f

(*) Son significativamente diferentes (99% de confianza) las líneas que difieren en todas sus letras.

Cuadro 4.—Resultado de la comparación, mediante ANOVA, de la cantidad del peso de semillas/espiga de las líneas ensayadas.

Líneas	Granos/espiga	Significación(*)
Ma-10	68,85	a
Ma-9	68,1	a
Cartaya	66,85	a
Osona	65,85	a
Ma-7	64,7	a b
Ma-8	62,25	a b c
Ma-6	57,8	b c
Adalid	56,15	b c
Ma-3	54,3	c
H-93-33	41,45	d
Astral	34,75	e

(*) Son significativamente diferentes (99% de confianza) las líneas que difieren en todas sus letras.

neas obtenidas por cruzamientos de trigo con *Aegilops triuncialis* (sin el gen de resistencia H-27) y 4 líneas obtenidas al retrocruzar la H-93-33 (con el gen de resistencia H-27) con variedades comerciales.

Las 11 variables son cultivadas en parcelas elementales de 30 x 30 cm en una zona con fuerte infestación del parásito. Las 11 variables se distribuyen al azar en 4 bloques.

Una vez que las espigas alcanzan la madurez, son extraídas del suelo todas las plantas y se determina el nivel de parasitismo por *Mayetiola destructor* y el valor agronómico de cada una de las variables ensayadas. Los parámetros elegidos para medir el nivel de

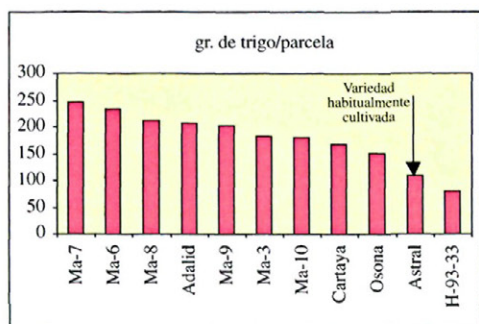


Figura 3.—Peso de la cosecha obtenida en las parcelas de las líneas ensayadas.

parasitismo y el valor agronómico son los siguientes:

- nº de pupas de *M. destructor*/tallo (100 tallos elegidos al azar).
- nº de espigas/superficie.
- nº de espiguillas/espiga (5 espigas elegidas al azar).
- nº de granos/espiga (5 espigas elegidas al azar).
- peso de grano/parcela.
- peso de 1000 granos.

El método estadístico elegido para analizar los resultados obtenidos es el ANOVA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos y el análisis de los mismos se muestran en los cuadros y figuras que acompañan al artículo.

El Cuadro 2 evidencia que las dos líneas procedentes de *Aegilops ventricosa* (H-93-33 y Ma8) parecen manifestar resistencia a *M. destructor*. En la primera de ellas, donde el marcador bioquímico Acph-M*1 ha identificado al gen H27 en homocigosis, la resistencia es más clara que en la segunda, donde el gen está segregando. Estos resultados parecen confirmar los estudios citogenéticos sobre la resistencia del gen H27 (Delibes *et al.* 1994, 1997). La Figura 2 muestra los resultados del Cuadro 2, señalando el umbral de peligrosidad del parásito en la Campiña Sur de Extremadura.

Cuadro 5.—Resultado de la comparación, mediante ANOVA, de la cantidad del peso de mil granos de las líneas ensayadas.

Líneas	Peso de 1000 granos	Significación (*)
Ma-6	43,36	a
Ma-8	36,07	b
Ma-10	35,56	b c
Ma-7	33,27	b c d
Adalid	33,13	b c d
Ma-9	32,51	c d e
Ma-3	32,49	c d e
Cartaya	31,92	d e
Astral	30,17	d e
Osona	29,23	e
H-93-33	20,66	f

(*) Son significativamente diferentes (99% de confianza) las líneas que difieren en todas sus letras.

En el Cuadro 3 se comprueba que la línea Ma8 tiene una buena capacidad de ahijamiento (número de espigas/parcela); en los Cuadros 4, 5 y 6 y la Figura 3, se aprecia que dicha línea (Ma8) parece ser más productiva que la mayoría de las variedades comerciales ensayadas (Figura 4), sobre todo respecto al trigo Astral, que es la variedad elegida por la mayoría de los agricultores en la comarca donde aparecen las plagas de *Mayetiola*.

Estos resultados permiten suponer que la línea Ma8, una vez alcanzada la homocigosis del gen H27, y conseguida la homogenei-

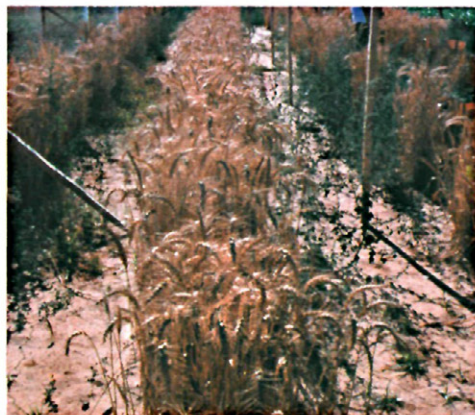


Figura 4.—La línea avanzada Ma8 manifiesta, además de su resistencia a *M. destructor*, unas buenas características agronómicas.

Cuadro 6.—Resultado de la comparación, mediante ANOVA, de la cosecha obtenida por las líneas ensayadas.

Líneas	gr. de trigo/parcela	Significación (*)
Ma-7	246,99	a
Ma-6	234,48	a b
Ma-8	211,21	b c
Adalid	206,73	b c
Ma-9	202,36	b c
Ma-3	182,14	c d
Ma-10	181,49	c d
Cartaya	167,09	d
Osona	151,97	d
Astral	109,95	e
H-93-33	79,93	e

(*) Son significativamente diferentes (99% de confianza) las variables que difieren en todas sus letras.

dad exigida para cualquier variedad de trigo, podría ser útil para incluirla en los progra-

mas de sanidad y poder evitar las pérdidas ocasionadas por las plagas de *Mayetiola destructor*.

AGRADECIMIENTOS

A los agricultores Lorenzo Barragán y Manuel Ojeda por los cuidados culturales del campo de observación. Al Lcdo. en Bellas Artes Diego Del Moral Martínez por el dibujo que ilustra este artículo.

Este trabajo ha sido realizado dentro del programa de trabajo del proyecto AGF98-1057-C04-04 financiado por La Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) y del IPR99A042 financiado por la Junta de Extremadura.

ABSTRACT

MORAL J. DEL, A. DELIBES, J.A. MARTÍN-SÁNCHEZ, A. MEJÍAS, I. LÓPEZ-BRAÑAS, E. SIN, M.J. MONTES; F. PÉREZ-ROJAS, F. J. ESPINAL; M. SENERO. Obtaining of wheat lines resistant to *Mayetiola destructor* Say in the southern fields of Extremadura. *Bol. San. Veg. Plagas*, 28: 585-590.

The H-93-33 line, homocigotic for the H27 gene, which confers resistance to *Mayetiola destructor* Say, has been crossbred with commercial varieties of wheat selected for its flour quality and its agronomic characteristics. These crossbreds have produced many advanced lines. The Ma8 line, which has the H27 gene, has proved its resistance to the parasite in controlled conditions in camera and field, and also shows better agronomic characteristics than the commercial varieties which it has been crossbred to.

Key words: *Mayetiola destructor* Say, wheat, resistance, productivity, Extremadura (Spain).

REFERENCIAS

- Buntin G.D., P.L. Bruckner, J.W. Foster, Johnson and J.E. 1990. Effectiveness of selected genes for Hessian fly resistance in Wheat. *J. Agric. Entomol.* 7 (4): 283-291.
- DEL MORAL J., GALLEGO M., CASADO D., CHICA V. 1993. Valoración de la importancia de la plaga de *Mayetiola destructor* Say sobre el cultivo de trigo en Badajoz IV Jornadas Científicas de la Sociedad española de entomología aplicada Resúmenes de las Jornadas: 120.
- DEL MORAL J., GALLEGO M., CASADO D., CHICA V., MEJÍAS A., CHACÓN A. 1993a. Relación de la fitotecnia del cultivo de trigo con el parasitismo de *Mayetiola destructor* Say IV Jornadas Científicas de la Sociedad española de entomología aplicada Resúmenes de las Jornadas: 121.
- DEL MORAL J., GALLEGO M., CASADO D., CHICA V. 1994A. *Mayetiola destructor* Say (I) Estudio sobre una plaga del insecto en trigales de Badajoz (España) *Bol. San. Veg. Plagas*, 20:187-197
- DEL MORAL J., GALLEGO M., CASADO D., CHICA V. 1994B. *Mayetiola destructor* Say (II). Aproximación a su ciclo biológico en Badajoz y estudio morfológico para diferenciarla de *Mayetiola mimeuri* Mesnil *Bol.San.Veg.Plagas*, 20:199-210.
- DEL MORAL J., GALLEGO M., CASADO D., CHICA V., MEJÍAS A., CHACÓN A. 1994C. *Mayetiola destructor* Say (III). Terapéutica recomendable contra las plagas de este insecto en los trigales de la Campiña Sur de Extremadura *Bol.San.Veg.Plagas*, 20:211-220
- DEL MORAL J., GALLEGO M., CASADO D., CHICA V.,

- MEJÍAS, A., CHACÓN A. 1994d. *Mayetiola destructor* Say (IV). Estudio sobre la fitotécnica del cultivo de trigo relacionado con el parásito. *Bol. San. Veg. Plagas*, **20**: 221-227.
- DEL MORAL J., A. MEJÍAS, A. CHACÓN, A. DELIBES, J.A. MARTÍN. 1994e. Consideraciones para el desarrollo de un programa de sanidad respecto a la plaga de *Mayetiola destructor* Say en los trigos de Badajoz *Prácticas ecológicas para una agricultura de calidad* (Ed. Junta de Castilla La Mancha): 120-127.
- DEL MORAL J., MEJÍAS A. 1995. Efecto del arizado del trigo en el desarrollo del Mosquito del trigo *Mayetiola destructor* Say *V Jornadas científicas de la sociedad española de entomología aplicada Resúmenes de las Jornadas* (Ed. Junta de Andalucía): 14.
- DEL MORAL J., MEJÍAS A., DELIBES A., LÓPEZ-BRAÑA I., MARTÍN-SÁNCHEZ J.A., MARTÍNEZ C., SIN E. 1995. Localización cromosómica de la resistencia a *Mayetiola destructor* Say en una línea de trigo. *V Jornadas científicas de la Sociedad española de entomología aplicada Resúmenes de las Jornadas* (Ed. Junta de Andalucía.): 133.
- DEL MORAL J., A. MEJÍAS, D. CORRALES. 1997. Primeros resultados de la influencia que tiene la alternativa de cultivos en el parasitismo de *Mayetiola destructor* Say. *VI Jornadas científicas de la sociedad española de entomología aplicada. Resúmenes de las jornadas de entomología aplicada*. (Ed. Universitat de Lleida): 49.
- DEL MORAL J., MEJÍAS A. 1998. Parasitism of *Mayetiola* spp. (Diptera: Cecidomyiidae) in winter cereals in Extremadura (Spain). *IOBC wprs Bulletin* **21** (8): 145-149.
- DEL MORAL J., A. MEJÍAS, D. CORRALES. 1998. Identificación de resistencia a *Mayetiola destructor* Say en dos nuevas variedades de triticale (*Triticosecale*) *Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas*, **24** (Adenda al 4): 883-888.
- DEL MORAL J., A., MEJÍAS, D. CORRALES. 1998a. Procedimiento para la determinación de los momentos de infestación del trigo por *Mayetiola destructor* Say en el sudoeste de España. *Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas*, **24** (Adenda al 4): 897-904.
- DEL MORAL J., A. DELIBES, J.A. MARTÍN, A. MEJÍAS, I. LÓPEZ-BRAÑAS, E. SIN, CH. MARTÍNEZ, M.J. MONTES; J. JIMÉNEZ. 1999. Características genotípicas y fenotípicas de una colección de líneas de trigo resistentes al mosquito (*Mayetiola destructor* Say). *Congreso Nacional de Entomología Aplicada. VII Jornadas Científicas. Libro de resúmenes* (Ed. Junta de Andalucía).
- DELIBES A., LÓPEZ-BRAÑA I., MENA M., GALLEGO M., DEL MORAL J., MARTÍN-SÁNCHEZ J.A.; MARTÍNEZ C., SIN E. 1994. Transferencia y caracterización de un gen de resistencia al insecto *Mayetiola destructor* Say procedente de *Aegilops ventricosa*. *29 Jornadas de Genética Luso-Española, VI Resúmenes de las Jornadas* (Ed. Universitat de Lleida): 65.
- DELIBES A., J. DEL MORAL, A. MEJÍAS, M. GALLEGO; D. C. I. BRAÑAS; J.A. MARTÍN. 1997. Hessian fly resistance gene transferred from chromosome 4M* of *Aegilops ventricosa* to *Triticum aestivum*. *Theoretical Applied Genetics* **94**: 858-864.
- DELIBES A., J. DEL MORAL, MARTÍN-SÁNCHEZ, A. MEJÍAS; M. GALLEGO, D. CASADO, E. SIN, I. LÓPEZ-BRAÑAS. 1998. Gene H-27 of wheat. (*Catalogue of gene symbols for wheat International Wheat Genetics Conference* (Ed. McIntosh, R.A.; G.E. Hart; K.M. Devos; M.D. Gale; W.J. Rogers) **5**: 128, 181.
- GILL B.S., H.C. SHARMA, W.J. RAUP, L.E. BROWDER, J.H. HATCHETT, T.L. HARVEY, J.G. MOSEMAN, J.G. WAINES. 1985. Evaluation of *Aegilops* Species for Resistance to Wheat Owdery Mildew, Wheat Leaf Rust, Hessian Fly, and Greenbug. *Plant Disease* **69**: 314-316.
- GILL B.S., W.J. RAUPP. 1987. Direct Genetic Transfers from *Aegilops squarrosa* L., to Hexaploid Wheat. *Crop.Sci.* **27**: 445-450.
- HATCHETT J.H., R.G. SEARS, T.S. COX. 1993. Inheritance of Resistance to Hessian fly in rye and Wheat-Rye translocation Lines. *Crop. Sci.* **33**: 730-734.
- LÓPEZ-BRAÑA I., MENA M., GARCÍA OLMEDO F., CASADO D., CHICA V., GALLEGO M., DEL MORAL J. 1992. Transferencia de genes de resistencia a *Mayetiola destructor* de *Aegilops ventricosa* a trigo hexaploide. *XXVII Jornadas Luso-Españolas de Genética Resúmenes de las Jornadas* (Ed. Universidad de Extremadura): 257.
- LÓPEZ-BRAÑA I., DELIBES A., MENA M., GARCÍA-OLMEDO F., CASADO D., CHICA V., GALLEGO M., DEL MORAL J. 1993. Caracterización de una línea de trigo resistente a *Mayetiola destructor* obtenida a partir de un cruzamiento [(*T. turgidum* x *Ae. ventricosa*) x *T. aestivum*] *XVIII Congreso Nacional de Bioquímica. Libro de Resúmenes*: 76.
- LÓPEZ-BRAÑA I., DELIBES A., MENA M., GARCÍA OLMEDO F., SIN E., MARTÍNEZ C., MARTÍN J.A., CASADO D., CHICA V., GALLEGO M., MEJÍAS A., CHACÓN A., DEL MORAL J. 1993a. Primeros resultados de resistencias de plantas de trigo a la plaga de *Mayetiola destructor* Say en Badajoz. *IV Jornadas científicas de la Sociedad española de entomología aplicada. Resúmenes de las Jornadas*: 69.
- MILTON, J. 1969. Mejoramiento genético del trigo. Ed Limusa- Wyley . México
- RAUPP W.J., A. AMRI, J.H. HATCHETT, B.S. GILL, D.L. WILSON, T.S. COX. 1993. Chromosomal location of Hessian Fly-Resistance Genes H22, H23, and H24 Derived from *Triticum tauschii* in the Genome of Wheat *The Journal of Heredity* **84**(2).
- SHARMA H.C., J.E. FOSTER, H.W. OHM, F.L. PATTERSON. 1992. A note on resistance to Hessian fly (*Mayetiola destructor*) [Diptera: Cecidomyiidae] biotype L in tribe Triticeae *Phytoprotection* **73**(2): 79-82.

(Recepción: 28 febrero 2002)

(Aceptación: 12 marzo 2002)