

JOSECHA F2007, NUEVA VARIEDAD DE TRIGO HARINERO PARA LA REGIÓN DE EL BAJÍO Y ZONAS DE RIEGO DEL NORTE DE MÉXICO*

JOSECHA F2007, NEW WHEAT CULTIVAR FOR EL BAJIO REGION AND IRRIGATED AREAS OF NORTHERN MEXICO

Ernesto Solís Moya^{1§}, Julio Huerta Espino², Javier Ireta Moreno³, Ricardo Sánchez de la Cruz⁴, Héctor Eduardo Villaseñor Mir², Eduardo Espitia Rangel² y Aquilino Ramírez Ramírez¹

¹Programa de Trigo, Campo Experimental Bajío, INIFAP. Km 6.5 carretera. Celaya-San Miguel de Allende C. P. 38110. Celaya, Guanajuato. Tel. 01 461 61 15 3 23. Ext. 174. (ramirez.aquilino@inifap.gob.mx). ²Programa de Trigo, Campo Experimental Valle de México, INIFAP. Texcoco, Estado de México. Tel. 01 595 954 2277. (huerta.julio@inifap.gob.mx), (espitia.eduardo@inifap.gob.mx), (villasenor.hector@inifap.gob.mx). ³Programa de Trigo, Campo Experimental Altos de Jalisco, INIFAP. Tepatitlán, Jalisco. Tel. 01 378 78 2 03 55. (ireta.javier@inifap.gob.mx). ⁴Programa de Trigo, Campo Experimental Rio Bravo. INIFAP. Bravo, Tamaulipas. Tel. 01 899 93 4 10 45. (sanchez.ricardo@inifap.gob.mx). [§]Autor para correspondencia: esolismoya@hotmail.com.

RESUMEN

Josecha F2007 was developed by the wheat breeding program of INIFAP at the Bajío Experimental Station, Celaya, Guanajuato. Josecha F2007 takes 83 days to flowering and 128 to maturity, produces 8.7% higher yield than Barcenas S2002 and 8.7% than Kronstand F2003 under irrigated conditions. Josecha F2007 has higher resistance to striped and leaf rust than the commercial wheat varieties being grown at El Bajío region, 11.1% whole grain protein content, 80 kg hL⁻¹ hectoliter weight and 387 W x 10⁻⁴ J gluten strength. Josecha F2007 is recommended for El Bajío region and irrigated wheat-producing areas of Tamaulipas, Nuevo Leon, Zacatecas, Durango and Chihuahua.

El Bajío es la segunda región productora de trigo en México, contribuye con 28.3% de la producción nacional de este cereal (SIAP, 2008). En esta región; 95% de la superficie se siembra con variedades de trigo harinero en su mayoría de gluten suave y el resto con cristalinos. Desde que se liberó la variedad Salamanca S75 (1975), las variedades más utilizadas en la región han sido Saturno S86, Cortazar S94 y Bárcenas S2002, de gluten suave,

de las cuales se siembran 30 000 ha año. En esta región se han sembrado trigos suaves durante más de 30 años; sin embargo, las condiciones ambientales también son adecuadas para la producción de trigo de gluten fuerte.

En la actualidad las empresas panificadoras importan grano de gluten fuerte para satisfacer la demanda y han mostrado interés por la producción de este tipo de trigo en la región de El Bajío. Josecha F2007 que ha mostrado 21.2% más rendimiento que Salamanca S75 y resistencia al ataque de royas, se pone a disposición de los productores de El Bajío como alternativa para incrementar la rentabilidad de este cultivo. Además, Josecha F2007 destaca por su amplia adaptación y alto rendimiento en Zacatecas, Nuevo León, Tamaulipas, Durango y Chihuahua y en todas las regiones productoras de trigo bajo condiciones de riego en México.

La variedad de trigo harinero Josecha F2007 fue desarrollada en el programa cooperativo INIFAP-CIMMYT por hibridación y selección masal de la crusa triple entre los progenitores WBLL4/KASORO//

* Recibido: Febrero de 2009
Aceptado: Diciembre de 2009

PASTOR efectuada en El Batán, Estado de México en 2000. Durante el proceso de selección, desde F_1 hasta F_4 se alternaron las generaciones en Cd. Obregón, Sonora (099Y) durante el invierno y en Toluca, Estado de México (099M) durante el verano. El método de selección consistió en identificar las mejores plantas en cada generación y cosecharlas en forma masal para obtener un compuesto balanceado que se sembró en la siguiente generación (Singh y Huerta-Espino, 2004). En la generación F_5 se practicó selección individual en Celaya, Guanajuato, en esta generación la planta reconocida como 22CEL dio lugar a la generación F_6 que se cosechó en forma masal al considerarse uniforme. A partir de 2004 inició la evaluación de Josecha-F2007 en ensayos de rendimiento en Guanajuato y otros estados para concluir en el ciclo 2007-2008 en predios de productores de El Bajío.

La variedad Josecha F2007 es de hábito de crecimiento de primavera, altura promedio de 93 cm (semienana), ciclo de intermedio a tardío, con 83 días a floración y 128 días a madurez fisiológica. El tallo es fuerte, hueco, de color crema y moderadamente resistente al acame. Esta nueva variedad sembrada a 120 kg de semilla ha^{-1} produce de 304 a 428 espigas m^2 en función de la fecha de siembra.

La espiga es de color blanco, piramidal, laxa, con barbas y longitud de 13 a 16 cm, produce de 15 a 19 espiguillas de las cuales 1 ó 2 (de la base) pueden ser estériles. Generalmente produce tres granos en la base, cuatro en la parte media y tres en el ápice. Las glumas son de color blanco, de 8 a 10 mm de largo y 4 mm de ancho. El pico es medio, de 8 mm de longitud. La forma predominante del hombro es elevado.

Grano de color rojo, forma ovoide, bordes redondeados y endospermo fuerte. El grano es de tamaño medio, de 6 a 7 mm de largo y de 3 a 4 mm de ancho, con peso específico medio de 80 kg hL^{-1} y peso de 1 000 granos de 35 a 43 g en función de la fecha de siembra.

En Josecha F2007 se postularon los genes de resistencia *Lr10*, *Lr23* y *Lr27+31*. El gene *Lr10* se postula por su respuesta la raza TCB/TD. Previamente, *Lr10* fue postulado en 11 de 73 variedades liberadas de 1950 a 1988 en México (Singh y Rajaram, 1991; 1992; Singh, 1993) y en 10 de 48 genotipos desarrollados para condiciones de temporal (Huerta *et al.*, 2002). El gen *Lr10* es uno de los presentes en trigos duros con genoma AABB y trigos

harineros con genoma AABBDD (Huerta y González, 2000), ha sido identificado y confirmado en la variedad Altar C84 y otros trigos duros (Aguilar-Rincón *et al.*, 2000). En las variedades de El Bajío se ha postulado en Bárcenas S2002 (Solís *et al.*, 2003) y Maya S2007 (Solís *et al.*, 2008).

El gen *Lr23* se postuló por el tipo de infección característico, que se observa como un pequeño punto clorótico y/o necrótico en la hoja, del tamaño de la punta de un alfiler y que es consecuencia de la muerte de una célula causada por la infección del hongo de la raza MCJ/QM. *Lr23* es uno de los genes de resistencia más comunes, presente en las variedades desarrolladas para las áreas de temporal en México, entre las que se incluyen: Chapingo VF74, Glenson M81, México M82, Seri M82, Curinda F86, Temporalera M87, Batán F96, e incluso en variedades más recientes como Rebeca 2000 (Huerta y Singh, 2000). *Lr23* también se postuló en Urbina S2007 (Solís *et al.*, 2007). En la variedad Josecha F2007, el gen *Lr23* puede provenir del progenitor pastor en el que se ha postulado su presencia (Huerta y Singh, 2000).

Los genes complementarios *Lr27+Lr31*, se identifican por el tipo de infección característico en respuesta a una raza avirulenta como LCJ/BN, estos genes han sido postulados solos en la variedad Ocoroni o en combinación con otros genes en las variedades Zaragoza F75, Jupateco F73, Tonichi S81, Anáhuac F75, Cocoraque F75 y Delicias S81 (Singh y Rajaram, 1992) así como en nueve genotipos de trigo para temporal (Huerta *et al.*, 2002). También se postuló en la variedad Bárcenas S2002 (Solís *et al.*, 2003).

En planta adulta, la severidad máxima de ataque de roya en hoja bandera de la variedad Josecha F2007 es 10%, con inoculaciones artificiales en Celaya, Guanajuato, en el ciclo primavera verano con las razas MCJ/SP y MBJ/SP a las cuales Josecha F2007 es susceptible en estado de plántula, lo que indica que esta nueva variedad fundamenta su resistencia de campo en por lo menos tres genes de resistencia de planta adulta (Singh *et al.*, 2001). Los genes de planta adulta son de efecto aditivo y confieren resistencia al ataque “lento” de la roya de la hoja (Singh *et al.*, 2001), resistencia que es efectiva contra todas las razas que existen en México y otras regiones del mundo en las que se cultiva trigo y protege de las epifitias de roya hasta 84% (Singh y Huerta-Espino, 1997).

Esta variedad muestra rendimiento estable en un amplio rango de fechas de siembra con rendimiento potencial superior a las 9 t ha⁻¹ en el período entre el 16 de noviembre, y 31 de diciembre en El Bajío. Al comparar el rendimiento de Josecha F2007 con el de las variedades comerciales sembradas en esta región, la nueva variedad superó el rendimiento de Salamanca S75 y Saturno S86 en 21.2%; Cortazar S94 12.8% y Bárcenas S2002 7.3%. El rendimiento de Josecha F2007 es superior al de cualquier variedad sembrada en el período del 16 de noviembre al 15 de enero, especialmente del 16 de noviembre al 31 de diciembre, período en el que el rendimiento es superior en más de 450 kg ha⁻¹. No obstante que el ciclo de Josecha F2007 es más largo que el de las variedades comerciales, presenta alto rendimiento en siembras tardías (15 de enero).

Con riego restringido (dos o tres riegos), se observó que Josecha F2007 fue superior en el rendimiento promedio a Salamanca S75 y Saturno S86; sin embargo, otras variedades comerciales como Cortazar S94 y Bárcenas S2002 la superaron con 4.0 y 8.9%, respectivamente. Por lo anterior, se sugiere que a la variedad Josecha F2007 se apliquen 4 ó 5 riegos y en el caso de que sólo sea posible aplicar tres riegos se recomienda utilizar otras variedades como Cortazar S94, Bárcenas S2002 o las nuevas variedades Urbina S2007 y Maya S2007, las cuales son de ciclo más corto y producen más que Josecha F2007 bajo la condición de riego restringido.

Josecha F2007 se evaluó en 40 localidades en los estados de Guanajuato, Jalisco, Sinaloa, Sonora, Baja California Norte, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, bajo condiciones de riego suficiente (cuatro o cinco riegos) y riego restringido (presiembra y un riego de auxilio). En El Bajío, bajo condición de riego restringido, Josecha F2007 fue superada por la variedad Bárcenas S2002; sin embargo, a nivel nacional el rendimiento de Josecha F2007 superó con 319 kg ha⁻¹ a Bárcenas S2002. El rendimiento promedio de Josecha F2007 con la aplicación de dos y cuatro riegos, superó al de las variedades comerciales en las distintas regiones productoras y en El Bajío a Bárcenas S2002 y Gema C2004 con 12.3 y 4.5%, respectivamente y en la región Noroeste superó a Kronstand F2003, Tacupeto F2001 y Júpare C2002 con 8.7, 5.4 y 2.3%, respectivamente.

La nueva variedad de trigo harinero de gluten fuerte Josecha F2007 (producida bajo condiciones de riego) supera en 4 unidades el peso hectolítrico requerido para el

trigo harinero del grupo 1 en el máximo grado de calidad "Méjico 1". Lo anterior significa alto rendimiento de harina.

El índice de perlado de Josecha F2007 producido en condiciones de riego es 38%, valor representativo de la clasificación de los trigos duros, generalmente de gluten fuerte. La dureza del grano de Josecha F2007 es similar a la de la variedad testigo Kronstad F2003. El índice de sedimentación es 48 cc, el cual corresponde al de variedades de gluten fuerte y es similar al de la variedad testigo Kronstad F2003 (53 cc).

El contenido de proteína de la harina integral es 11.1%, valor intermedio y aceptable para uso en la industria de la panificación. Este valor es 1.4% inferior al de la variedad testigo Kronstad F2003. El contenido de proteína en la harina refinada de la nueva variedad de trigo harinero de gluten fuerte Josecha F2007 producido en condiciones de riego (10.5%) es intermedio y aceptable para elaboración de pan.

La NMX-FF-036-1996 (DGN, 1996) define al gluten como la fracción proteica de la masa que le confiere visco-elasticidad. Esta característica es propia de cada variedad y se especifica en el registro y recomendación para el tipo de productos en que puede ser utilizada como materia prima. Aun cuando la calidad del gluten es una característica regida principalmente por el genotipo, puede modificarse en función de las condiciones ambientales presentes durante el desarrollo del cultivo y el manejo agronómico (Zeleny, 1978). La nueva variedad Josecha F2007, bajo condiciones de riego presenta alta fuerza de gluten ($387 \text{ W} \times 10^{-4} \text{ J}$), característica de los trigos de gluten fuerte, ligeramente inferior a la de la variedad testigo Kronstad F2003 ($444 \text{ W} \times 10^{-4} \text{ J}$), lo que la clasifica como apta para la panificación mecanizada.

La relación tenacidad/extensibilidad es otro parámetro de importancia en la calidad del gluten de las harinas de trigo panificable. La nueva variedad de trigo harinero de gluten fuerte Josecha F2007 presenta gluten tenaz ($T/L = 2.3$), mayor que el de la variedad Kronstad ($T/L = 1.4$). Por ello, se recomienda que la harina de la nueva variedad Josecha F2007 se use mezclada con harina de gluten extensible en el proceso mecanizado de panificación, a fin de reducir la tenacidad para que no se vea afectado el volumen del producto.

La fuerza y extensibilidad del gluten de la masa de trigo harinero están influenciadas directamente por la proporción de sus componentes principales, gliadiñas y gluteninas, así como por la combinación de alelos o sub-unidades específicas de gluteninas tanto de alto peso molecular (G-APM), como de bajo peso molecular (G-BPM) y gliadiñas, las cuales contribuyen de manera diferente en la definición de fuerza y extensibilidad del gluten (Weegels *et al.*, 1996).

La nueva variedad de trigo harinero de gluten fuerte Josecha F2007 contiene las gluteninas de alto peso molecular 2* asociadas al genoma A, 17+18 al genoma B y 5+10 al genoma D, de manera similar a las presentes en la variedad testigo Kronstad F2003. Las combinaciones de alelos presentes en estas variedades tienen efecto positivo sobre la fuerza general del gluten y volumen de sedimentación. Estas características se encuentran relacionadas a su vez con la calidad de panificación; es decir, los trigos que contienen gluteninas de alto peso molecular generan pan de alto volumen.

No obstante que gluten de Josecha F2007 es tenaz, permite obtener volumen intermedio de pan (promedio de 673 cc), inferior al de la variedad Kronstad F2003 (835 c). La migra Josecha F2007 es de color y estructura aceptable.

Se recomienda mezclar la harina de Josecha F2007 con harina de gluten fuerte extensible en la proporción adecuada, a fin de mejorar la calidad en la industria mecanizada. También se puede mezclar con harinas de trigo de gluten suave balanceado a extensible para elevarles la fuerza y puedan ser utilizadas en la industria de la panificación mecanizada.

La siembra de la nueva variedad Josecha F2007 se recomienda bajo condiciones de riego para la región Bajío, que comprende parte de los estados de Guanajuato, Michoacán, Jalisco y Querétaro, entre 1 500 y 1 800 m, temperatura media de 20 °C y precipitación de 450 a 650 mm. También se puede sembrar en las regiones productoras de trigo en los estados de Zacatecas, Nuevo León, Tamaulipas, Durango y Chihuahua bajo condiciones de riego.

La variedad Josecha F2007 fue inscrita y protegida en el Catálogo de Variedades factibles de Certificación (CVC) con el número 2039-TRI-076-270308/C. La semilla básica de Josecha F2007 se puede adquirir en el Campo Experimental Bajío del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

RECONOCIMIENTOS

Con el nombre de esta variedad, los autores reconocen la destacada labor del M. C. José Chávez Chávez, investigador del programa de mejoramiento genético de trigo del Campo Experimental Altos de Jalisco del INIFAP durante las décadas de 1970 y 1980. El M. C. Chávez participó en el desarrollo de variedades de trigo; entre ellas, Arandas F91, sembrada en la década de 1990 en El Bajío. Al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), institución que proporcionó al programa de mejoramiento genético de trigo del INIFAP ensayos y viveros de selección donde se desarrolló la nueva variedad Josecha F2007.

AGRADECIMIENTOS

Al CONACyT por el financiamiento parcial para llevar a cabo las evaluaciones finales de esta nueva variedad, proyecto CONACyT-SAGARPA-COFUPRO 12163. Esta variedad es un producto del proyecto PRECI 2056029A del INIFAP. Asimismo, agradecen a la Fundación Guanajuato Produce, A. C. (proyecto 482/08) por el financiamiento parcial de los trabajos de investigación que condujeron a la obtención de la nueva variedad Josecha F2007.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, R. V. H.; Singh, R. P.; Molina, G. J. D. y Huerta, E. J. 2000. Herencia de la resistencia a roya de la hoja en cuatro trigos sintéticos hexaploidos. Agrociencia. 31(2):235-246.
- Dirección General de Normas (DGN). 1996. Norma Mexicana NMX-FF-036-1996. Productos alimenticios no industrializados. Cereales. Trigo. (*Triticum aestivum* L. y *Triticum durum* Desf.). Especificaciones y métodos de prueba. 11 p.
- Huerta, E. J. y González, I. R. M. 2000. Tipos y grupos de trigo. In: Villaseñor, M. H. E. y Espitia, R. E. (eds.). El Trigo de temporal en México. Chapingo, Estado de México. México. SAGAR. INIFAP. Campo Experimental Valle de México. pp. 40-51. (Libro Técnico Núm. 1).
- Huerta, E. J. y Singh, R. P. 2000. Las royas del trigo. In: Villaseñor, M. H. E. y Espitia, R. E. (eds.). El trigo de temporal en México. Chapingo, Estado de México. México. SAGAR. INIFAP. Campo Experimental Valle de México. pp. 231-249. (Libro Técnico Núm. 1).

- Huerta, E. J.; Villaseñor, M. H. E.; Espitia, R. E.; Leyva, M. S. G. y Singh, R. P. 2002. Análisis de la resistencia a la roya de la hoja en trigos harineros para temporal. Rev. Fitotec. Mex. 25(2):161-169.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2008. SAGARPA. México. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/> (consultado septiembre, 2008).
- Singh, R. P. and Rajaram, S. 1991. Resistance to *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* in 50 mexican bread wheat cultivars. Crop Sci. 31:1372-1479.
- Singh, R. P. and Rajaram, S. 1992. Genes for resistance to *Puccinia recondita* f. sp. *Triticci* in 73 mexican bread wheat (*Triticum aestivum*) cultivars. In: Zeller, F. J. and Fishbeck, G. (eds.). Proceedings of the 8th european and mediterranean cereal rusts and powdery mildews. Conference. 8-11 september, 1992. Weihenstephan/Germany. Vortr, Pflanzenzuechtg. 24:211-213.
- Singh, R. P. 1993. Resistance to leafrust in 26 mexican wheat cultivars. Crop Sci. 33:633-637.
- Singh, R. P. and Huerta-Espino, J. 1997. Effect of leaf rust resistance gene *Lr34* on grain yield and agronomic traits of spring wheat. Crop Sci. 37:390-395.
- Singh, R. P.; Huerta-Espino, J. and William, M. 2001. Slow rusting genes based resistance to leaf and yellow rusts in wheat: Genetics and breeding at CIMMYT. pp 103-108. In: Eastwood, R. Hollamby, Rathjen, G. T. and Gororo, N. (eds.) Wheat breeding society of Australia. 10th Assembly Proceedings. 16-21 September. Mildura, Australia.
- Singh, R. P. and Huerta-Espino, J. 2004. The use of 'single backcross, selected-bulk' breeding approach for transferring minor genes based rust resistance into adapted cultivars. In: Black, C. K. Panozzo, J. F. and Rebetzke, G. J. (Eds.) cereals 2004. Proceedings of 54th Australian Cereal Chemistry Conference and 11th Wheat Breeders Assembly, 21-24 september, 2004. Canberra Australia.
- Solís, M. E.; Salazar, Z. A.; Huerta, E. J.; Ramírez, R. A.; Villaseñor, M. H. E. y Espitia, R. E. 2003. Bárcenas S2002: nueva variedad de trigo harinero para el Bajío. Rev. Fitotec. Mex. 26(1):73-74.
- Solís, M. E.; Huerta, E. J.; Pérez, H. P.; Ramírez, R. A.; Villaseñor, M. H. E. y Espitia, R. E. 2007. Urbina S2007 nueva variedad de trigo harinero para riego en El Bajío. INIFAP, Campo Experimental Bajío, Celaya Guanajuato, México. 20 p. (Folleto Técnico Núm. 2).
- Solís, M. E.; Huerta, E. J; Villaseñor, M. H. E.; Ramírez, R. A. y Pérez, H. P. 2008. Maya S2007, nueva variedad de trigo harinero para riego en El Bajío. Celaya Guanajuato, México. INIFAP, Campo Experimental Bajío, 24 p. (Folleto Técnico Núm. 3).
- Weegels, P. L.; Harner, R. L. and Schofield, J. D. 1996. Critical review: functional properties of wheat glutenin. J. Cereal Sci. 23:1-18.
- Zeleny, L. 1978. Criteria of wheat quality. Chapter 2. In: wheat chemistry and technology. Am. Assoc. Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, pp. 19-49.