

Norteña F2007, nueva variedad de trigo para siembras de riego en la región norte y El Bajío de México*

Norteña F2007, new variety of wheat for irrigated fields in the northern region of Mexico and El Bajío

Héctor Eduardo Villaseñor Mir¹, Julio Huerta Espino¹, Ernesto Solís Moya², Eduardo Espitia Rangel^{2§}, Javier Ireta Moreno³ y Roberto Galván Lama

¹Campo Experimental Valle de México. INIFAP. Carretera Los Reyes-Texcoco, km 18.5. Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, C. P. 56250. Tel. 01 595 9212715, 9212657. Ext. 161. (huerta.julio@inifap.gob.mx). ²Campo Experimental Bajío. INIFAP. Carretera Celaya-San Miguel de Allende, km 6.5. Celaya, Guanajuato, C. P. 38110. (solis.ernesto@inifap.gob.mx). ³Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. INIFAP. Carretera Tepatitlán-Lagos de Moreno, km 8. Colonia Rancho Las Cruces, Tepatitlán de Morelos, Jalisco. C. P. 47600. Tel. 01 378 7824638, 7820355. Ext. 3017. (ireta.javier@inifap.gob.mx). ⁴Campo Experimental Delicias. INIFAP. Carretera Delicias-Rosales, km 2. Ciudad Delicias, Chihuahua. A. P. 81. C. P. 33000 Tel. 01 639 4722151. (galvan.roberto@inifap.gob.mx). [§]Autor para correspondencia: espitia.eduardo@inifap.gob.mx.

Resumen

Norteña F2007 fue desarrollada por el programa de mejoramiento genético de trigo del INIFAP en colaboración con CIMMYT. Esta variedad es de hábito de crecimiento de primavera, semienana con 86 cm de altura y de 130 días a madurez; produce 7%, 8% y 12% más rendimiento que Tacupeto F2001, Kronstad F2004 y Bárcenas S2002, respectivamente. En promedio superó en rendimiento a otras variedades testigo como Saturno S86, Cortazar S96, Rayón F89 y Tarachi F2000, entre otras, en las regiones productoras de El Bajío y norte del país. Norteña F2007 es resistente a moderadamente susceptible a la roya de la hoja, y resistente a moderadamente resistente a la roya amarilla; su contenido de proteína de grano es de 11.5% a 13%, con peso hectolítrico de 77 kg hL⁻¹ y una fuerza de gluten de 510*10⁻⁴ J, que la hacen adecuada para la elaboración de pan en la industria mecanizada y como mejoradora de harinas de gluten suave. Se recomienda para las áreas trigueras de El Bajío y norte de México, bajo condiciones de siembra de riego normal y riego limitado.

Palabras clave: gluten, mejoramiento, roya.

Abstract

Norteña F2007 was developed by the INIFAP's breeding program of wheat in collaboration with CIMMYT. This variety is of spring-growth habit, semi-dwarf with 86 cm high and 130 days to maturity; producing 7%, 8% and 12% more than Tacupeto F2001, Kronstad F2004 and Bárcenas S2002, respectively. On average, it outperformed other control varieties such as Saturno S86, Cortazar S96, Rayón F89 and Tarachi F2000, among others, in the regions of El Bajío and northern Mexico. Norteña F2007 is resistant to moderately susceptible to leaf rust and moderately resistant to stripe rust; its grain protein content is 11.5% to 13% and test weight of 77 kg hL⁻¹ and a gluten force 510*10⁻⁴ J, which makes it suitable for making bread in the machine industry and as improved smooth gluten flour. It is recommended for wheat areas of El Bajío and northern Mexico, under regular watering planting and limited irrigation.

Key words: gluten, improvement, rust.

* Recibido: agosto de 2011
Aceptado: diciembre de 2011

A nivel nacional en 2008 se sembraron 845 085 hectáreas de trigo, con una producción de más de 4.2 millones de toneladas y un rendimiento promedio de 5.08 t ha⁻¹. En las regiones productoras de El Bajío y el norte, se sembraron 291 419 hectáreas con una producción de 1.4 millones de toneladas, destacando Guanajuato que aportó poco más de 800 mil toneladas (SIAP, 2008). México presenta déficit de trigo harinero panificable del grupo I y para satisfacer la demanda, en este mismo año se importaron 2.2 millones de toneladas procedentes principalmente de EE.UU (Fuente, 2008).

Una manera de minimizar el desabasto de grano de trigo harinero y las pérdidas causadas por las royas y la sequía, es mediante la siembra de variedades que posean resistencia a las royas y que requieran menor cantidad de agua, aunado a la necesidad de que tengan la calidad de grano que demanda la industria de la panificación (Solís *et al.*, 2003). Una de estas variedades es Norteña F2007, que supera en rendimiento a las variedades de trigo harinero más sembradas en El Bajío y norte de México, como los son Bárcenas S2002, Tacupeto F2001 y Kronstad F2001; además, ha mostrado buena estabilidad y consistencia, resistencia a royas y buena calidad industrial, por lo que se recomienda para siembras de riego durante el ciclo otoño-invierno en las dos regiones antes indicadas.

La variedad de trigo harinero Norteña F2007 es de hábito de primavera y se obtuvo en el programa cooperativo Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) mediante hibridación y selección. Sus progenitores fueron las líneas Parula (PRL) y Pastor (PASTOR). Inicialmente, se realizó una cruce simple entre los progenitores y posteriormente se efectuaron dos retrocruzas hacia Parula, quedando su genealogía como PRL*2/PASTOR.

De la generación F₁ a la F₅ las selecciones se hicieron alternadamente en el INIFAP-CEVY, Cd. Obregón, Sonora, y en la estación experimental del CIMMYT, localizada en San Antonio Atizapán, Estado de México; en la F₆ se cosechó individualmente la planta 27 en el INIFAP-CEVY; la F₇ se cosechó masivamente en el CIMMYT, El Batán, Estado de México. Posteriormente, se seleccionaron y trillaron individualmente 300 espigas que fueron sembradas en surco individual, cosechándose en el INIFAP-CEBAJ, Roque, Guanajuato, 250 surcos masalmente (0250R). Esta semilla se sembró y cosechó masivamente, para obtener la línea

Nationally in 2008, 845 085 hectares of wheat were planted, producing more than 4.2 million tons and an average yield of 5.08 t ha⁻¹. In the regions of El Bajío and northern Mexico, 291 419 hectares were planted with a production of 1.4 million tons, highlighting Guanajuato, which contributed just over 800 thousand tons (SIAP, 2008). Mexico presents deficit on flour wheat bread in group I and in order to meet the demand, this year just over 2.2 million tons were imported mainly from the USA (Font, 2008).

A way to minimize the shortage of flour and wheat grain losses caused by rust and drought, is by planting varieties with rust resistance and require less water, coupled with the need to have the grain quality demanded by the baking industry (Solís *et al.*, 2003). One of these varieties is Norteña F2007, which outperforms bread wheat varieties planted in the Bajío and northern Mexico, such as Bárcenas S2002, Kronstad F2001 and Tacupeto F2001, also showing good stability and consistency, resistance to rust and good industrial quality, so it is recommended for irrigated fields during the autumn-winter in both regions.

Norteña F2007 is variety of bread wheat of spring habit and was obtained in the cooperative program of the National Research Institute for Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP) - International Center for Maize and Wheat Improvement (CIMMYT) by hybridization and selection. Its parents were the lines Parula (PRL) and Pastor (PASTOR). Initially, there was a single cross between the parents and then made two backcrosses to Parula, leaving its genealogy as PRL*2/PASTOR.

From F₁ to F₅, the selections were made alternately in the INIFAP-CEVY, Ciudad Obregon, Sonora, and CIMMYT's experimental station, located in San Antonio Atizapán, State of Mexico; in F₆ the 27 plant was harvested individually in the INIFAP-CEVY; F₇ was harvested en masse at CIMMYT, El Batán, Mexico State. Subsequently, we selected and individually threshed 300 spikes that were planted in a single row and harvested in the INIFAP-CEBAJ, Roque, Guanajuato, 250 masse furrows (0250R). This seed was planted and harvested en masse, for the line that originated Norteña F2007 registered with the following pedigree: CGSS97Y00034M-099TPB-027Y-099M-099Y-099M-27Y-0B-0250R-0R.

Norteña F2007 was assessed in the national trials of the National Wheat Irrigated Programme INIFAP from 2004 to 2008 in 64 trials tested under normal watering and

que originó a Norteña F2007 que se registró con el siguiente pedigrí: CGSS97Y00034M-099TPB-027Y-099M-099Y-099M-27Y-0B-0250R-0R.

Norteña F2007 se evaluó en los ensayos nacionales del Programa Nacional de Trigo de Riego del INIFAP de 2004 a 2008, en 64 ensayos probados bajo riego normal y riego limitado en las regiones productoras de El Bajío, el norte y el noroeste de México. Norteña F2007 es de porte semienano (86 cm de altura) y de ciclo intermedio (130 días a madurez). Su tallo es hueco, de color crema y moderadamente resistente al acame. La espiga es de color blanco, tiene una longitud de 14 a 16 cm y produce de 16 a 19 espiguillas. El grano es de color blanco, de forma ovoide, bordes redondeados, con endospermo duro, de gluten fuerte y mide de 6 a 8 mm de largo y de 4 a 5 mm de ancho.

Norteña F2007 se valoró ante la incidencia natural de royas del tallo (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*), de la hoja (*P. triticina*) y amarilla (*P. striiformis* f. sp. *tritici*) bajo condiciones de riego durante los ciclos O-I/2003-2004 al O-I/2007-08; y bajo temporal durante P-V/2006 y 2007. Esta variedad presentó inmunidad a roya del tallo, fue inmune a moderadamente susceptible a roya de la hoja (0 a 40 MS) y fue inmune a moderadamente resistente roya lineal amarilla (0 a 10 MR). En la variedad Norteña F2007 se postularon los genes *Lr3* y *Lr14a*; estos no son efectivos en plántula contra dos de las razas más comunes que existen en México la MBJ/SP y MCJ/SP (Singh y Dubin, 1997).

En planta adulta se postuló el gene *Lr13*, que sólo confiere resistencia a algunas razas que existen en la actualidad en las zonas productoras de trigo en México; *Lr13* no es efectivo en contra de las dos razas de roya de la hoja antes mencionadas (MBJ/SP y MCJ/SP), por lo que la resistencia en Norteña F2007, se basa en la acción de al menos tres genes de efecto aditivo; uno de estos genes es *Lr46* localizado en el cromosoma 1BL (Singh *et al.*, 1998); otro más, aún no identificado, se encuentra en el cromosoma 7BL, muy cercano a los genes *Lr14a* y *Lr14b* (Zhang *et al.*, 2008); y el tercero de efecto aditivo se desconoce su localización en el genoma.

El tipo de resistencia a la roya de la hoja que Norteña F2007 posee es de enroscamiento lento. Para roya amarilla en plántula, es resistente a las razas 14E14, Mex02.28, Mex96.11 y Mex03.37 y en estado de planta adulta es resistente a las razas 14E14, Mex02.28, Mex02.63, Mex96.11 y Mex03.37. Norteña F2007, posee el gene *Yr31* que confiere un nivel intermedio de resistencia en plántula

limited irrigation in the regions of El Bajío, northern and northwestern Mexico. Norteña F2007 is sized semi-dwarf (86 cm high) and intermediate cycle (130 days to maturity). Its stem is hollow, cream-colored and moderately resistant to lodging. The spike is white, has a length of 14 to 16 cm and produces from 16 to 19 spikelets. The grain is white, egg-shaped, rounded edges with hard endosperm, strong gluten and 6 to 8 mm long and 4 to 5 mm wide.

Norteña F2007 was assessed with the natural incidence of stem rust (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*), leaf (*P. triticina*) and yellow (*P. striiformis* f. sp. *tritici*) under irrigated conditions during O-I/2003-04 to O-I/2007-08 cycles; and rainfed during PV/2006 and 2007. This variety showed immunity to stem rust, immune to moderately susceptible to leaf rust (0 to 40 MS) and was moderately resistant immune to stripe rust (0 to 10 MR). In the Norteña F2007 variety, genes *Lr3* and *Lr14a* were postulated; these are not effective in seedling against two of the most common breeds that exist in Mexico MBJ/SP and MCJ/SP (Singh and Dubin, 1997).

In adult plant, the gene *Lr13* was postulated, that only confers resistance to some races that exist today in the wheat-producing areas of Mexico; *Lr13* is ineffective against the two races of leaf rust (MBJ/SP and MCJ/SP), so that the resistance in Norteña F2007 is based on the action of at least three genes of additive effect; one of these genes is localized on the chromosome *Lr46* located in the chromosome 1BL (Singh *et al.*, 1998); another, yet unidentified is located on chromosome 7BL, very close to genes *Lr14a* and *Lr14b* (Zhang *et al.*, 2008), and the third of additive effect is unknown within the genome.

The resistance type to leaf rust that Norteña F2007 has is slow. For yellow rust in seedlings, is resistant to races 14E14, Mex02.28, Mex96.11 and Mex03.37 and for adult plants it is resistant to races 14E14, Mex02.28, Mex02.63, Mex96.11 and Mex03.37. Norteña F2007 has the *Yr31* gene that confers an intermediate level of seedling resistance against the existing races in Mexico, particularly to Mex96.11; but as an adult plant along with other resistance genes, confers virtual immunity.

The adult plant resistance against yellow rust, it is in part due to the *Yr31* gene, which confers immunity (Singh *et al.*, 2003). The other present genes are the *Yr29*, linked to the *Lr46*, or pleiotropic for itself (William *et al.*, 2003); the gene linked to *Yr30* gene confers durable resistance to stem rust *Sr2* (Singh *et al.*, 2005); and a final resistance gene of the same nature as *Yr29* and *Yr30* gene, located on the

en contra de las razas existentes en México y en particular a la raza Mex96.11; pero en planta adulta junto con otros genes de resistencia confiere casi inmunidad.

La resistencia en planta adulta en contra de la roya amarilla, en parte se debe al gen *Yr31* que le confiere inmunidad (Singh *et al.*, 2003). Los otros genes presentes son el gen *Yr29* que se encuentra ligado al gen *Lr46* o es pleiotrópico al mismo (William *et al.*, 2003); el gene *Yr30* ligado al gene que confiere resistencia durable a la roya del tallo *Sr2* (Singh *et al.*, 2005); y un último gen de resistencia de la misma naturaleza que el gene *Yr29* y *Yr30*, localizado en el cromosoma 7B, que confiere resistencia a la roya de la hoja y que aún no ha sido designado (Com. Pers. Dr. Julio Huerta Espino, Investigador INIFAP-CEVAMEX).

La variedad Norteña F2007 se evaluó en 64 ensayos bajo la modalidad de riego normal y riego limitado, en las regiones de México ubicadas en el norte (Nuevo León, Tamaulipas, Chihuahua y Coahuila) y El Bajío (Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Oaxaca). Esta variedad fue comparada contra ocho variedades testigo, pero se presenta su comparación contra las cuatro más sobresalientes que fueron Júpare C2001, Tacupeto F2001, Bárcenas S2002 y Kronstad F2004. El Cuadro 1 presenta los resultados generales en donde Norteña F2007 superó en rendimiento a las otras variedades.

Cuadro 1. Rendimiento de grano (kg ha⁻¹) de la variedad Norteña F2007 y cuatro variedades testigo en 9 estados y 64 evaluaciones. Ciclos otoño-invierno 2004 a 2008.

Table 1. Norteña F2007 grain yield (kg ha⁻¹) and four control varieties in 9 states and 64 evaluations. Autumn-winter cycles from 2004 to 2008.

Variedad	Riego limitado	Riego normal	Medio	Jup (%)	Kro (%)	Bár (%)	Tac (%)
Norteña F2007	4 071	5 481	4 821	3.5	8	12.2	7
Tacupeto F2001	4 019	4 935	4 510	-3.2	1	4.9	0
Bárcenas S2002	3 842	4 710	4 298	-7.7	-3.7	0	-4.7
Kronstad F2003	3 854	5 007	4 465	-4.1	0	3.9	-1
Júpare C2001	3 684	5 523	4 657	0	4.3	8.4	1

El rendimiento promedio de Norteña F2007 fue de 4 821 kg ha⁻¹, superando a Bárcenas S2002, Kronstad F2004, Tacupeto F2002 y Júpare C2001 en 12.2%, 8%, 7% y 3.5%, respectivamente. Estos resultados indican que esta nueva variedad es de alto rendimiento y expresa buena respuesta al riego restringido. Los parámetros de estabilidad de Norteña F2007 (media= 4804; β_i = 1.09; S^2_{di} (*103 = -17.2) indican que es de alto rendimiento con

chromosome 7B, which confers resistance to leaf rust and has not yet been designated (Pers. Comm. Dr. Julio Huerta Espino, Researcher, INIFAP-CEVAMEX).

The Norteña F2007 variety was assessed in 64 trials in the form of normal watering and limited irrigation in regions located in northern Mexico (Nuevo León, Tamaulipas, Chihuahua and Coahuila) and El Bajío as well (Guanajuato, Jalisco, Michoacán and Oaxaca). This strain was compared to eight control varieties, but presents a comparison against the four most outstanding were Júpare C2001, Tacupeto F2001, Bárcenas S2002 and Kronstad F2004. Table 1 presents the overall results where Norteña F2007 outperformed the other varieties.

The average yield for Norteña F2007 was 4 821 kg ha⁻¹, beating Bárcenas S2002, Kronstad F2004, Tacupeto F2002 and Júpare C2001 at 12.2%, 8%, 7% and 3.5% respectively. These results indicate that this new variety is high yielding and expresses good response for restricted irrigation. The stability parameters of Norteña F2007 (mean=4804; β_i = 1.09; S^2_{di} (*103= -17.2) indicate that high yield with good stability, so that when the production environment for Norteña F2007 is improved, productivity increases proportionally, which determines which is a variety to grow in all areas where the production was evaluated.

This variety is characterized by an amber grain, hard and high test weight (77 kg hL⁻¹). The average protein content in grain (12.4%) and its flour (11.3%) it's quite similar to Kronstad F2004. It has a gluten force of 510*10⁻⁴ J and an average P/E of 0.91, so it is classified as a strong balanced bread wheat. The bread volume (802 cc) is lower than Kronstad F2004, rated as the variety for irrigated areas of strong gluten with better industrial quality.

una estabilidad buena, por lo que a medida que se mejora el ambiente de producción Norteña F2007, incrementa su productividad de manera proporcional, que determina que es una variedad para sembrar en todas las áreas productoras donde fue evaluada.

Esta variedad se caracteriza por tener un grano color ámbar, duro y alto peso hectolítrico (77 kg hL^{-1}). El contenido de proteína promedio en su grano (12.4%) y en su harina (11.3%), es similar al de Kronstad F2004. Tiene una fuerza de gluten de $510 \times 10^{-4} \text{ J}$ y un valor promedio de P/L de 0.91, por lo que se clasifica como un trigo harinero fuerte balanceado. El volumen de pan (802 cc) resulta inferior al de Kronstad F2004, catalogada como la variedad para áreas de riego de gluten fuerte con mejor calidad industrial.

El color y estructura de la miga de su pan son buenos. Por su calidad tiende a comportarse como una variedad adecuada para la industria de la panificación, haciéndola adecuada para la elaboración de pan en la industria mecanizada y como mejoradora de harinas de trigos de gluten suave balanceado a extensible. Adicionalmente, su uso se recomienda para la producción de harina integral, ya que su harina resulta más claras que las elaboradas con trigos de grano rojo.

Conclusiones

Norteña F2007 se recomienda para su siembra en las áreas trigueras de El Bajío y norte de México, bajo condiciones de riego normal y riego limitado. En El Bajío, por su ciclo de cultivo se recomienda sembrar en fechas tempranas a intermedias, esto es durante los primeros 20 días de diciembre. En el norte puede sembrarse en cualquier fecha de siembra, dentro del límite del ámbito de recomendación para variedades de esa región.

Agradecimientos

Al programa de trigos harineros del CIMMYT, institución que proporcionó al programa de mejoramiento genético de trigo del INIFAP los viveros de donde fue seleccionada la línea, que dio origen la nueva variedad Norteña F2007. Al

The color and crumb structure of bread are good. For its quality tends to behave as a variety suitable for the baking industry, making it suitable for making bread in the machine industry and as flour improver wheat soft gluten, balanced to extensible. Additionally, its use is recommended for wheat production since its flour is lighter than those made with red wheat grain.

Conclusions

Norteña F2007 is recommended for planting in the wheat areas of El Bajío and northern Mexico, under conditions of normal watering and limited irrigation. In El Bajío, on the growing season is recommended to sow during early to intermediate dates, i.e. for the first 20 days of December. In the north can be sown at any planting date, within the limits of field recommendation for varieties of that region.

End of the English version



Literatura citada

- Fuente, P. J. L. 2008. La industria molinera de trigo de México. *In*: Revista de la Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo (CANIMOLT). 4-7 pp. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2008. Obtenido de la red. URL: www.siap.gob.mx.
- Singh, R. P. and Dubin, H. J. 1997. Sustainable control of wheat diseases in wheat. *In*: Primer Simposio Internacional de Trigo. 7-9 April. Cd. Obregón, Sonora, Mexico. Memorias. 93-103 pp.
- Singh, R. P.; Mujeeb-Kazi, A. and Huerta, E. J. 1998. *Lr46* a gene conferring slow-rusting resistance to leaf rust in wheat. *Phytopathology*. 88:890-894.
- Singh, R. P.; William, H. M.; Huerta, E. J. and Crosby, M. 2003. Identification and mapping of gene *Yr31* for resistance to stripe rust in *Triticum aestivum* cultivar Pastor. *In*: proceedings of the Tenth International Wheat Genetics Symposium. Vol. 1. Paestum, Italy 1-6 September 2003. 411-413 pp.
- Singh, R. P.; Huerta, E. J. and Manilal, W. 2005. Genetics and breeding for durable resistance to leaf and stripe rust in wheat. *Turkish J. Agric. For.* 29:121-127.

CONACYT-SAGARPA-COFUPRO por el financiamiento parcial de los trabajos de investigación a través del proyecto número 12163 denominado: “Generación de variedades de trigo tolerantes a enfermedades, eficientes en el uso del agua, con alta calidad y alto rendimiento en México”. Al INIFAP por el apoyo brindado a través del proyecto número PRECI 2056029A denominado: “Formación y liberación de variedades de trigo con buena calidad tecnológica para condiciones de riego y temporal en México y monitoreo de razas fisiológicas de royas”. Finalmente se agradece a Fundación Guanajuato Produce, A. C. por el financiamiento parcial de los trabajos de investigación proyecto 482/08.

- Solís, M. E.; Salazar, Z. A.; Huerta, E. J.; Villaseñor, M. H. E.; y Ramírez, R. A. 2003. Bárcenas S2002: nueva variedad de trigo harinero para El Bajío. Folleto técnico. Núm. 1. INIFAP-CIRCE-CEBAJ. 24 p.
- William, M.; Singh, R. P., Huerta, E. J.; Ortiz, I. S. and Hoisington, D. 2003. Molecular marker mapping of leaf rust resistance gene *Lr46* and its association with stripe rust resistance gene *Yr29* in wheat. *Phytopathology*. 93:153-159.
- Zhang, J. X.; Singh, R. P.; Kolmer, J. A.; Huerta, E. J.; Jin, Y. and Anderson, J. A. 2008. Inheritance of leaf rust resistance in CIMMYT wheat weebill 1. *Crop Sci.* 48:1037-1047.