

Altiplano F2007, nueva variedad de trigo para siembras de temporal*

Altiplano F2007, new wheat variety for seasonal plantings

Héctor Eduardo Villaseñor Mir¹, Julio Huerta Espino¹, Eduardo Espitia Rangel^{1§}, Ernesto Solís Moya², Leodegario Osorio Alcalá³, Javier Ireta Moreno⁴ y Patricia Pérez Herrera¹

¹Campo Experimental Valle de México-INIFAP. Carretera Los Reyes-Textcoco, km 18.5. Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, C. P. 56250. Tel. 015959212715. Ext. 161. ²Campo Experimental Bajío-INIFAP. Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, km 6.5, Guanajuato. C. P. 38110. ³Campo Experimental Valles Centrales-INIFAP. ⁴Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, INIFAP. Carretera. Tepatitlán-Lagos de Moreno, km 8. Col. Rancho Las Cruces, Tepatitlán de Morelos, C. P. 47600, Jalisco, Jalisco. Tel. 01378 782 46 38. Ext. 3017. [§]Autor para correspondencia: espitia.eduardo@inifap.gob.mx.

Resumen

La variedad Altiplano F2007 fue generada por el programa de Mejoramiento Genético de Trigo de Temporal del INIFAP con sede en el Campo Experimental Valle de México. Es una variedad de hábito de primavera que fue obtenida de una cruce simple y con la aplicación del método de selección familias masivas. Porte semi-erecto al amacollamiento y posee tallos tolerantes al acame. A inicios del espigamiento tiene una frecuencia alta de plantas con hoja bandera recurvada. En madurez sus espigas son de color claro, piramidales, laxas y de posición ligeramente curvada. Es de porte de planta intermedio y de ciclo de cultivo intermedio a tardío. Es resistente a moderadamente resistente a roya de la hoja y roya amarilla, y tolerante al complejo de enfermedades foliares. De 2005 a 2012 se experimentó en 121 sitios diferentes en temporales críticos (menos de 300 mm), intermedios (300 a 600 mm) y favorables (más de 600 mm), y en las tres condiciones superó a las nueve variedades testigo de 7% hasta 24%, observándose más ventaja en los temporales intermedios. Es una variedad que responde de manera consistente a medida que el ambiente de producción es mejor. Su grano es mediano, semiduro, de color blanco a ámbar, de alto peso hectolítrico, de gluten fuerte, balanceado y con buen volumen de pan, por lo que se clasifica dentro de los trigos del grupo 1, que es adecuado

Abstract

The variety Altiplano F2007 was generated by the Wheat Genetic Improvement Program of the INIFAP based in the Experimental Field Valley of Mexico. It is a variety of spring habit which was obtained from a single cross and the application of the method of selection massive families. Porte semi-erect and has to be tillering tolerant to lodging stalks. In early tasseling has a high frequency of plants with recurved flag leaf. At maturity its ears are light, pyramidal, loose and slightly curved position color. It is intermediate sized plant and cultivation cycle intermediate late. It is resistant to moderately resistant to leaf rust and stripe rust, and tolerant to foliar diseases complex. From 2005 to 2012 he experimented on 121 different sites at critical time (less than 300 mm), intermediate (300 to 600 mm) and favorable (over 600 mm), and the three conditions surpassed the nine control varieties of 7% up to 24%, with more intermediate seasonal advantage. It is a variety that performs consistently as the production environment is better. Its grain is medium, medium-hard, white to amber color, high test weight, strong gluten, balanced and with good bread volume, so it is classified in group 1 wheat, which is suitable for machine industry in the development of packaged bread or bread type roll, but is also suitable

* Recibido: noviembre de 2013
Aceptado: marzo de 2014

para la industria mecanizada en la elaboración de pan de caja o pan tipo bolillo, sin embargo; también es adecuado para mezclas y corregir trigos de gluten suave o que sean tenaces. Se recomienda para su siembra en todas las áreas productoras de trigo de temporal en siembras tempranas a intermedias.

Palabras clave: rendimiento, tolerante al acame y resistencia a enfermedades.

La producción de trigo en México en el 2012 fue cercana a 4 millones de toneladas, registrándose un excedente de trigo macarronero de 500 mil toneladas y un déficit de trigo panificable que se importó de Estados Unidos de América principalmente (SIAP, 2013). En 1985 se produjo en México la cosecha récord que fue de 5.4 millones de toneladas cosechadas en 1.2 millones de hectáreas (Villaseñor, 2000), de tal manera que en el país se tiene la experiencia y las condiciones para producir el trigo que actualmente se demanda (Fuente, 2008), incluso para algunas regiones en donde se produce trigo bajo riego con la calidad del grano importado (Peña, 2006). En los últimos 15 años la industria harinera de México importa anualmente aproximadamente 60% del trigo harinero que consume, cifra que en el 2012 fue cerca de 1.5 millones de toneladas (SIAP, 2013); ese trigo generalmente se producía en el noroeste de México; sin embargo, por la presencia del carbón parcial, por la mayor productividad del trigo macarronero y porque el fleje del noreste al centro del país es muy alto para la industria molinera, se dejó de sembrar trigo harinero panificable (Villaseñor *et al.*, 2008).

Las áreas temporales de México son una alternativa para producir el faltante de trigo harinero panificable, ya que en cerca de un millón de hectáreas es mejor opción que el maíz; sin embargo, en estas siembras el déficit hídrico, las enfermedades y las bajas temperaturas son las principales limitantes de la producción; así por ejemplo, tan sólo en lo que se refiere a las enfermedades, en la variedad Tlaxcala F2000 la roya amarilla junto con el tizón foliar le causan mermas en el rendimiento de hasta 30% (Villaseñor *et al.*, 2012), de tal manera que las variedades son un componente importante para lograr mayor productividad en siembras de temporal.

El Programa de Mejoramiento Genético de Trigo de Temporal del INIFAP, con sede en el CEVAMEX se inició en 1969 (Moreno y Villaseñor, 1993), desde ese tiempo ha trabajado durante los ciclos al año y ha liberado 20 variedades para siembras de temporal (Villaseñor *et al.*, 2009). Altiplano F2007 es una aportación más del programa de mejoramiento y cubre las necesidades para siembras de temporal. Por su adaptación

for mixing and correct soft wheat gluten or are tenacious. It is recommended for planting in all wheat growing areas of seasonal plantings in early to intermediate.

Keywords: yield, tolerant to lodging and disease resistance.

Wheat production in Mexico in 2012 was close to 4 million tonnes, registering a surplus macaroni 500 thousand tons of wheat and bread wheat deficit that was imported from the United States primarily (SIAP, 2013). In 1985 the record harvest was 5.4 million tonnes harvested 1.2 million hectares (Villaseñor, 2000), so that the country has the experience and the conditions to produce wheat occurred in Mexico currently demand (Source, 2008), even for some regions where irrigated wheat is produced with quality imported grain (Peña, 2006). In the past 15 years the flour industry of Mexico annually imports about 60% of its wheat flour (Peña *et al.*, 2008.), A figure that in 2012 was about 1.5 million tonnes (SIAP, 2013) that wheat usually was produced in northwestern Mexico, no clutch, by the presence of Karnal bunt by increased productivity of macaroni wheat and that the strip Northeast to the Midwest is very high for the milling industry, was allowed to plant breadmaking bread wheat (Villaseñor *et al.*, 2008).

Rainfed areas of Mexico are an alternative to produce the missing bread wheat of bread-making, because in more than a million hectares is better choice than corn, but these crops in drought stress, disease and low temperatures are major production constraints, so for example, only in what they refer to diseases, variety Tlaxcala F2000 yellow rust with leaf blight will cause reductions in yield up to 30% (Villaseñor *et al.*, 2012), such that the varieties are important for higher productivity in crops temporary component.

The Wheat Breeding Program of the INIFAP, located in CEVAMEX began in 1969 (Moreno and Villaseñor, 1993) since that time has worked for cycles per year and has released 20 varieties of seasonal plantings (Villaseñor *et al.*, 2009). Altiplano F2007 is a contribution of the breeding program and meet the needs for seasonal plantings. By adapting and stability, this variety has been noted for its high yields compared with other varieties released for rainfed, so ranks as excellent choice for planting in all environments of rainfed wheat production in Mexico. Altiplano F2007 was obtained by hybridization and selection, using the method of massive families.

y estabilidad, esta variedad ha destacado por sus altos rendimientos comparados con otras variedades liberadas para secano, por lo que se ubica como excelente opción para siembras en todos los ambientes de producción de trigo de temporal en México. Altiplano F2007 fue obtenida por hibridación y selección, utilizando el método de familias masivas.

La cruce identificada como TC980280 se realizó en el Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX) ubicado en Chapingo, Estado de México (19° 31' LN y 2 240 msnm) en 1999 y su F₁ se avanzó masivamente. En la generación F₂ fue seleccionada la planta número 13 (13C) en el CEVAMEX; se realizó selección interfamiliar en las generaciones F₃ en el Campo Experimental El Bajío (CEBAJ), ubicado en Celaya, Guanajuato (20° 32' latitud norte y 1 752 m), F₄ en el CEVAMEX y F₅ en el CEBAJ; en la F₆ se seleccionó en el CEVAMEX la planta individual número 6 (6C), y en la F₇ en el CEBAJ se cosechó masivamente la línea que dio origen a la variedad. La genealogía es GAVIA/ROM/4/PINO/IMU//ROM/3/PVN/PC y su pedigrí TC980280-13C-0R-0C-0R-6C-0R.

Altiplano F2007 fue evaluada de 2005 a 2012 en 121 localidades de los estados de Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Estado de México, Guanajuato, Michoacán, Jalisco, Aguascalientes, Zacatecas, Durango y Chihuahua, como parte de los ensayos nacionales de trigo harinero de temporal. Es de hábito de crecimiento de primavera, de porte semi-erecto al amacollamiento y posee tallos tolerantes al acame; a inicios del espigamiento tiene una frecuencia alta de plantas con hoja bandera recurvada, de espigamiento uniforme y espigas con poca serosidad durante el llenado de grano; en madurez sus espigas son de color claro, piramidales, laxas y de posición ligeramente curvada; su grano es mediano, blanco a ámbar y de consistencia dura; su altura de planta es de 90 cm en promedio; sin embargo, en condiciones de sequía (150 mm) presentó alturas de 55 cm y en lugares lluviosos (750 mm) de 115 cm. Ésta variedad se clasifica de ciclo tardío, semejante a Rebeca F2000; en promedio el número de días a floración y madurez es de 86 y 153 días, respectivamente.

Esta variedad registró lecturas de infección de roya de la hoja (*Puccinia triticina*) de 0R (resistente) a 10MR (moderadamente resistente), tipo de reacción que iguala las reacciones de las mejores variedades testigo (Tlaxcala F2000 y Romoga F96), pero con menor porcentaje de infección. Para roya amarilla (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) es resistente a moderadamente resistente (0R a 15 MR) a las razas presentes hasta el ciclo primavera- verano 2012 en temporal, de tal manera que ésta variedad mostró los mayores niveles de resistencia a roya

The crosses identified as TC980280 was conducted in the Experimental Field Mexico Valley (CEVAMEX) located in Chapingo, State of Mexico (19° 31' LN and 2 240 m) in 1999 and has progressed massively F₁. In the F₂ generation was selected plant number 13 (13C) in the CEVAMEX; family selection was performed in generations F₃ in the Experimental Field El Bajío (CEBAJ) located in Celaya, Guanajuato, (20° 32' north latitude and 1 752 m), F₄ and F₅ in CEVAMEX of CEBAJ, in the F₆ was selected in the individual plant CEVAMEX No. 6 (6C), and the F₇ in CEBAJ massively reaped the line gave rise to the variety. Genealogy is GAVIA/ROM/4/PINO/IMU//ROM/3/PVN/PC and pedigree TC980280-13C-0R-0C-0R-6C-0R.

Altiplano F2007 was evaluated from 2005 to 2012 in 121 locations in the States of Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, State of Mexico, Guanajuato, Michoacán, Jalisco, Aguascalientes, Zacatecas, Durango and Chihuahua, as part of national trials of rainfed bread wheat. It's growth habit of spring, semi-erect to tillering demeanor and possesses tolerant to lodging stalks; early tasseling has a high frequency of plants with flag leaf recurved, tasseling uniform and spikes with little serosity during grain filling, in their maturity are light spikes, pyramidal, loose and slightly colored curved position, its grain is medium amber and white hard consistency, its plant height is 90 cm on average, but under drought (150 mm) had heights of 55 cm and rainy places (750 mm) of 115 cm. This variety is classified as late cycle, like Rebeca F2000, on average the number of days to flowering and maturity is 86 and 153 days, respectively.

This variety of infection recorded readings of leaf rust (*Puccinia triticina*) of 0R (resistant) to 10 MR (moderately resistant), reaction type reactions equals the best check varieties (Tlaxcala F2000 and Romoga F96), but with lower percentage of infection. For yellow rust (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) is resistant to moderately resistant (0R 15 MR) breeds present until the spring-summer season 2012 in time, so that this variety showed the highest levels of rust resistance Yellow, both the foliage and the tang (Box 1). For foliar diseases complex where leaf blight (*Cochleobolus sativum*), tan spot (*Phyrenophora tritici-repentis*), leaf spot (*Septoria tritici*), leaf spot (*Fusarium nivale*) and glume blight were presented (*S. nodorum*), Altiplano F2007 equaled Rebeca F2000 resistance, which was the most resistant of the control varieties.

In Altiplano F2007 has Lr46 resistance gene located on chromosome 1BL first identified in the detected range Pavon F76 (Singh *et al.*, 1998) and confers resistance besides leaf rust, resistance to other foliar diseases including yellow rust

amarilla, tanto en el follaje como en la espiga (Cuadro 1). Para el complejo de enfermedades foliares, donde se presentaron tizón foliar (*Cochleobolus sativum*), mancha bronceada (*Phyrenophora tritici-repentis*), mancha foliar (*Septoria tritici*), mancha de la hoja (*Fusarium nivale*) y tizón de la gluma (*S. nodorum*), Altiplano F2007 igualó la resistencia de Rebeca F2000, que fue la más resistente de las variedades testigo.

(William *et al.*, 2003; Singh *et al.*, 2005; Rosewarne *et al.*, 2006.). Altiplano F2007 is almost immune to breed MEX96-11 having the formula of virulence/avirulence Yr 1, 4, 5, 8, 15, 17/2, 3, 6, 7, 9, 10, 27, based on the lines differentials arising from Avocet (Singh *et al.*, 2000.) this indicates that this variety based stripe rust resistance in 3-4 genes in adult slow curl and additive effects (Singh *et al.*, 2001.) plant.

Cuadro 1. Respuesta a roya de la hoja, roya amarilla y enfermedades foliares de la variedad Altiplano F2007 y variedades testigo evaluadas en primavera-verano 2005 a 2012.

Table 1. Response to leaf rust, yellow rust and leaf diseases of Altiplano F2007 variety and control varieties evaluated in spring-summer 2005-2012.

Varietal	Roya amarilla follaje	Roya amarilla espiga (%)	Roya hoja	Foliares
Altiplano F2007	TR a 15MR	5	0R a 10MR	7/30 (T)
Triunfo F2004	20MS a 50MS	20	0R a 50S	7/50 (MS)
Rebeca F2000	TR a 40MS	20	15MS a 70S	7/30 (T)
Tlaxcala F2000	10MR a 40MS	15	0R a 30MR	7/50 (MS)
Náhuatl F2000	0R a 60S	20	0R a 80S	7/60 (MS)
Juchi F2000	15MR a 60MS	30	0R a 70S	7/40 (T)
Batán F96	40MS a 60S	70	0R a 70S	7/50 (MS)
Romoga F96	0R a 50MS	15	0R a 30MR	7/70 (S)
Temporalera M87	40MS a 70S	10	0R a 100S	7/50 (MS)
Gálvez M87	40MS a 80S	20	0R a 100S	7/80 (S)

TR= trazas; MR= moderadamente resistente; MS= moderadamente susceptible; S= susceptible; T= tolerante.

En Altiplano F2007 se detectó la presencia del gen de resistencia *Lr46* localizado en el cromosoma 1BL identificado primeramente en la variedad Pavón F76 (Singh *et al.*, 1998) y confiere, además de resistencia a la roya de la hoja, resistencia a otras enfermedades foliares incluyendo roya amarilla (William *et al.*, 2003; Singh *et al.*, 2005; Rosewarne *et al.*, 2006). Altiplano F2007 es casi inmune a la raza MEX96-11 que tiene la fórmula de avirulencia/virulencia Yr1, 4, 5, 8, 15, 17/2, 3, 6, 7, 9, 10, 27, basado en las líneas diferenciales derivadas de Avocet (Singh *et al.*, 2000); lo anterior indica que esta variedad basa su resistencia a roya lineal en 3 a 4 genes de enrollamiento lento en planta adulta y de efectos aditivos (Singh *et al.*, 2001).

Altiplano F2007 posee *Yr29* (William *et al.*, 2003) que es un gen que confiere resistencia a todas las razas del patógeno, pero no confiere inmunidad. También posee *Yr30* que está ligado al gene *Sr2* que confiere resistencia a la roya del tallo, inclusive a *Ug99* (Singh *et al.*, 2005). Posee otro gene de resistencia por designar en planta adulta y que se encuentra localizado en el cromosoma 7BL, lo que se determinó mediante el uso de marcadores moleculares (Herrera-Foessel *et al.*, 2009).

Se evaluaron las características agronómicas de Altiplano F2007 comparada con variedades de alto rendimiento como Rebeca F2000, Triunfo F2004, Tlaxcala F2000,

Altiplano F2007 has R29 (William *et al.*, 2003) which is a gene that confers resistance to all races of the pathogen, but does not confer immunity. It also has R30 that is linked to *Sr2* gene conferring resistance to stem rust, including *Ug99* (Singh *et al.*, 2005). It has another resistance gene in adult plant and designate which is located on chromosome 7BL, which was determined by the use of molecular markers (Herrera-Foessel *et al.*, 2009).

Agronomic traits of Altiplano F2007 compared to high yielding varieties like Rebeca F2000, Triunfo F2004, Tlaxcala F2000, Romoga F96 and Náhuatl F2000 were evaluated, and the low yield and Batán F96, Juchi F2000, Gálvez M87 and Temporalera M87, the testing was conducted in 121 sites classified according to Villaseñor and Espitia (2000), in critical environments (< 300 mm) with lower yields to 2.5 t ha⁻¹, intermediate environments (300 to 600 mm) with yields of 2.5 to 3.5 t ha⁻¹ and in favorable environments (> 600 mm) with higher yields to 3.5 t ha⁻¹ (Table 2). Altiplano F2007 on average outperformed the varieties Rebeca F2000 and Triunfo F2004, 6% to Romoga F96 and Tlaxcala F2000 with 11%, and Náhuatl F2000 with 15%, at the low-yielding varieties exceeded 20% (Juchi F2000) to 24% (Batán F96). Altiplano F2007 outperformed all the three control varieties in production environments,

Romoga F96 y Náhuatl F2000; y con las de bajo rendimiento como Batán F96, Juchi F2000, Gálvez M87 y Temporalera M87; las pruebas se realizaron en 121 sitios clasificados de acuerdo con Villaseñor y Espitia (2000), en ambientes críticos (<300 mm) con rendimientos menores a 2.5 t ha⁻¹; ambientes intermedios (300 a 600 mm) con rendimientos de 2.5 a 3.5 t ha⁻¹ y en ambientes favorables (>600 mm) con rendimientos mayores a 3.5 t ha⁻¹ (Cuadro 2). Altiplano F2007 en promedio superó a las variedades Rebeca F2000 y Triunfo F2004 con 6%, a Tlaxcala F2000 y Romoga F96 con 11%, y a Náhuatl F2000 con 15%; a las variedades de bajo rendimiento las superó entre 20% (Juchi F2000) a 24% (Batán F96). Altiplano F2007 superó a todas las variedades testigo en los tres ambientes de producción; en los ambientes intermedios fue mayor su ventaja y en los ambientes críticos se redujo ligeramente con respecto a las variedades precoces Tlaxcala F2000 y Gálvez M87. De acuerdo con el análisis de los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell (1966), los coeficientes de regresión de Altiplano F2007 y Tlaxcala F2000 fueron los mayores ($\beta_1=1.3$), lo que determina que estas variedades son las que tienden a responder mejor a medida que se mejora el ambiente de producción; Tlaxcala F2000 se comportó como una variedad estable, de acuerdo a la manera como fue descrita por Villaseñor *et al.* (2005); Altiplano mostró semejante comportamiento, aunque la ventaja de esta última sobre Tlaxcala F2000 es su mayor potencial de rendimiento.

in intermediate environments was greater your advantage in critical environments and decreased slightly compared to the early varieties Tlaxcala F2000 and Gálvez M87. According to the analysis of the stability parameters of Eberhart and Russell (1966), the regression coefficients of Altiplano F2007 and Tlaxcala F2000 were older ($\beta_1=1.3$), which determines which varieties are those that are tend to respond better as it improves the production environment; Tlaxcala F2000 behaved as a stable variety, according to the way it was described by Villaseñor *et al.* (2005); Altiplano showed similar behavior, although the advantage of the latter on Tlaxcala F2000 is its higher yield potential.

Altiplano F2007 is characterized by its high test weight grain, strong gluten and good bread volume. Grain hardness is a basic parameter for classifying wheat, feature commonly associated with a higher protein content and gluten quality (Zeleny, 1978). According to Pearl index (PI=44%), Altiplano F2007 is classified as semi-hard wheat, a characteristic that makes it suitable for rainfed.

Presented a test weight of 76 kg/ hl and protein content in flour 11.8%, surpassing the control varieties in the two variables. Its sedimentation rate was 53 mL and the value of its behavior was 422 x 10⁻⁴ J, figures that correspond to a strong gluten wheat (group 1). The toughness value was 1.2

Cuadro 2. Comparación del rendimiento de grano y características agronómicas de Altiplano F2007 (Alt) y nueve variedades testigo en promedio de 121 evaluaciones en los ambientes de producción favorables, intermedios y críticos. Primavera- verano-2005 a 2012.

Table 2. Comparison of grain yield and agronomic traits of Altiplano F2007 (Alt) and nine control varieties averaged 121 reviews in environments favorable, intermediate and critical production. Spring-Summer 2005 to 2012.

Variedad	Comportamiento general (121)				Ambientes favorables (29)				Ambientes intermedios (40)				Ambientes críticos (52)							
	kg ha ⁻¹	(%)	DF	DM	AP	kg ha ⁻¹	(%)	DF	DM	AP	kg ha ⁻¹	(%)	DF	DM	AP	kg ha ⁻¹	(%)	DF	DM	AP
	Alt	Alt	Alt	Alt	Alt	Alt	Alt	Alt	Alt	Alt	Alt	Alt	Alt	Alt	Alt	Alt	Alt	Alt	Alt	Alt
Altiplano F2007	3173	-	64	114	90	4842	-	66	123	100	3585	-	65	114	96	1933	-	62	108	80
Rebeca F2000	2979	-6	66	116	83	4648	-4	69	126	91	3341	-7	67	118	89	1774	-8	64	110	74
Triunfo F2004	2978	-6	61	112	80	4561	-6	64	121	87	3265	-9	62	113	85	1805	-7	59	105	72
Tlaxcala F2000	2837	-11	59	110	79	4240	-12	61	118	87	3240	-10	60	111	85	1790	-8	57	104	71
Romoga F96	2809	-11	61	111	79	4374	-10	64	120	87	3086	-14	62	112	84	1727	-11	60	105	70
Náhuatl F2000	2710	-15	59	107	81	4302	-11	62	117	91	2917	-19	59	109	87	1669	-14	57	101	71
Juchi F2000	2554	-20	60	111	80	3915	-19	63	120	88	2791	-22	61	112	86	1598	-17	58	105	71
Temporalera M87	2491	-21	61	111	85	3876	-20	64	121	94	2635	-26	62	113	91	1600	-17	59	105	74
Gálvez M87	2480	-22	55	106	77	3687	-24	58	115	85	2677	-25	56	108	82	1643	-15	53	100	68
Batán F96	2399	-24	61	110	78	3783	-22	64	119	86	2533	-29	62	111	83	1521	-21	60	104	70
Tukey (5%)	232		0.5	1.2	1.6	326		1	1.4	3	278		1	2.8	3	168		1	1.8	2

DF= días a floración; DM= días a madurez; AP= altura de planta.

Altiplano F2007 se caracteriza por su grano de alto peso hectolítrico, de gluten fuerte y con buen volumen de pan. La dureza de grano es un parámetro básico para clasificar al trigo, característica comúnmente asociada a un mayor contenido de proteína y calidad de gluten (Zeleny, 1978). De acuerdo al índice de perlado (IP= 44%), Altiplano F2007 se clasifica dentro de los trigos semi-duros, característica que la hace adecuada para siembras de temporal.

Presentó peso hectolítrico de 76 kg/hL y un contenido de proteína en la harina de 11.8%, superando a las variedades testigo en las dos variables. Su índice de sedimentación fue de 53 mL y el valor del comportamiento alveográfico de su harina fue 422×10^{-4} J, cifras que corresponden a un trigo de gluten fuerte (grupo 1). Su valor de tenacidad del gluten fue 1.2, lo que junto con el valor de su fuerza lo clasifican como un trigo de gluten fuerte balanceado, características apropiadas principalmente para la panificación mecanizada para hacer pan de caja o pan tipo bolillo; sin embargo, también se adecua para mezclas y corregir trigos de gluten suave o que sean tenaces.

Se recomienda sembrar Altiplano F2007 como la mejor opción en los tres ambientes de producción presentes en las áreas temporales de los estados de Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Estado de México, Guanajuato, Michoacán, Jalisco, Aguascalientes, Zacatecas, Durango y Chihuahua. Ésta variedad responde bien en siembras de verano en alturas que van 1 900 msnm hasta 2 900 msnm. Por su ciclo de cultivo intermedio a tardío, se sugiere sembrar en fechas tempranas a intermedias.

Agradecimientos

Los autores(a) agradecen al proyecto: “Sistema de mejoramiento genético para generar variedades resistentes a royas, de alto rendimiento y alta calidad para una producción sustentable de trigo en México” Núm. 146788. Fondo SAGARPA-CONACYT, por el financiamiento parcial de la presente investigación y su publicación.

Literatura citada

Eberhart, S. A. and Russell, W. A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36-40.

gluten, which together with the value of his strength classified as a strong gluten wheat balanced, appropriate features mainly for mechanized bakery to make bread box or bread-type roll, but also suitable for blending and soft wheat gluten correct or are tenacious.

We recommend planting Altiplano F2007 as the best option in the three production environments present in the rainfed areas of the States of Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, State of Mexico, Guanajuato, Michoacán, Jalisco, Aguascalientes, Zacatecas, Durango and Chihuahua.

End of the English version



- Fuente, P. J. L. 2008. ¿Quiénes somos? La industria molinera de trigo en México. *Revista Canimolt* 1(1):4-10.
- Herrera-Foessel, S. A.; Singh, R. P.; Huerta-Espino, J. and Lagudah, E. S. 2009. Characterization and mapping of a gene component for durable leaf rust resistance in chromosome arm 7BL. *Phytopathology* 99:S53.
- Moreno, G. R. y Villaseñor, M. H. E. 1993. Trigo de temporal. *In: Márquez, S. F. (Ed.). Producción y genotecnia de plantas autógamas.* AGT, Editor. México, D. F., México. 195-208 p.
- Peña, B. R. J. 2006. Calidad de trigo. *In: Ríos, R. S. A.; Solís, M. E. y Hernández, M. M. (Eds.). 1^{er}. Foro producción y comercialización de trigo en Guanajuato. Memoria científica 2006.* INIFAP-CEBAJ. 202 p.
- Rosewarne, G. M.; Singh, R. P.; Huerta-Espino, J.; William, H. M.; Bouchet, S.; Cloutier, S.; McFadden, H. and Lagudah, E. S. 2006. Leaf tip necrosis, molecular markers and proteasome subunits associated with the slow rusting resistance genes *Lr46/Yr29*. *Theor. Appl. Genet.* 112:500-508.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP. 2013. Estadísticas de producción agrícola. www.siap.gob.mx.
- Singh, R. P.; Mujeeb-Kazi, A. and Huerta-Espino, J. 1998. *Lr46* a gene conferring slow-rusting resistance to leaf rust in wheat. *Phytopathology* 88:890-894.
- Singh, R. P.; Huerta-Espino, J. and Rajaram, S. 2000. Achieving near-immunity to leaf and stripe rusts in wheat by combining slow rusting resistance genes. *Acta Fitopatológica Hungarica* 35:133-139.
- 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. *In: Eastwood, R.; Hollamby, R. G. T. and Gororo, N. (Eds.). Wheat breeding society of Australia. 10th Assembly Proceedings. 16-21 September. Mildura, Australia.*
- Singh, R. P.; Huerta-Espino, J. and William, M. 2005. Genetics and breeding for durable resistance to leaf and stripe rust in wheat. *Turk J. Agric. For.* 29(2005):121-127.
- Villaseñor, M. H. E. 2000. Importancia del trigo. *In: Villaseñor, M. H. E. y Espitia, R. E. (Eds.). El trigo de temporal en México. Libro técnico Núm. 1.* INIFAP-CIRCE-CEVAMEX. 7-22 pp.
- Villaseñor, M. H. E. y Espitia, R. E. 2000. Características de las áreas productoras de trigo de temporal: problemática y condiciones de producción. *In: Villaseñor, M. H. E. y Espitia, R. E. 2000. El trigo de temporal en México. Libro Técnico Núm. 1.* INIFAP-CIR-CENTRO. 85-98 pp.

- Villaseñor, M. H. E.; Espitia, R. E.; Huerta, E. J.; María, R. A.; Osorio, A. L.; Aguirre, M. D. and Peña, B. J. 2005. Registration of Tlaxcala F2000 wheat. *Crop Sci.* 45:425-426.
- Villaseñor, M. H. E.; Limón, O. y Rodríguez, G. M. F. 2008. Perspectivas de las siembras de trigo de temporal para reforzar la producción Nacional. Medio de difusión de la industria molinera de trigo. *Revista Canimolt.* 1:12-14.
- Villaseñor, M. H. E.; Huerta, E. J.; Pérez, H. P.; Rodríguez, G. M. F.; Martínez, C. E.; Hortelano, S. R. R. y Espitia, R. E. 2009. La investigación de trigo en el Campo Experimental Valle de México: Historia y Aportaciones. *Reseña Histórica 66 años al servicio de México 1943-2009.* Campo Experimental Valle de México. Publicación especial Núm. 19-31 p.
- Villaseñor, M. H. E.; Hortelano, S. R.; Martínez, C. E.; Mariscal, A. L. A.; Leyva M. S. G. y Huerta, E. J. 2012. Control químico de las enfermedades: una alternativa para la producción de trigo de temporal en Tlaxcala. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 3:595-600.
- William, M.; Singh, R. P.; Huerta-Espino, 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.
- Zeleny, L. 1978. Criteria of wheat quality. Chapter 2. *In: wheat chemistry and technology.* American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, USA. 19-49 pp.