

Valles F2015: nueva variedad de trigo para siembras de temporal en México

Héctor Eduardo Villaseñor Mir¹
Julio Huerta Espino¹
René Hortelano Santa Rosa^{1§}
Eliel Martínez Cruz¹
Eduardo Espitia Rangel¹
Ernesto Solís Moya²
Leodegario Osorio Alcalá³
María Florencia Rodríguez García¹

¹Campo Experimental Valle de México-INIFAP. Carretera Los Reyes-Texcoco km 13.5, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México. CP. 56250. (villaseñor.hector@inifap.gob.mx; huerta.julio@inifap.gob.mx; hortelano.rene@inifap.gob.mx, rodriguez.maria@inifap.gob.mx; espitia.eduardo@inifap.gob.mx). ²Campo Experimental Bajío-INIFAP. Carretera Celaya-San Miguel de Allende km 6.5, Celaya, Guanajuato. (solis.ernesto@inifap.gob.mx). ³Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca-INIFAP. Melchor Ocampo No. 7, Santo Domingo Barrio Bajo, ETLA, Oaxaca. (osorio.leodegario@inifap.gob.mx).

§Autor para correspondencia: hortelano.rene@inifap.gob.mx.

Resumen

Valles F2015 es una variedad de trigo harinero que se liberó por el programa de mejoramiento genético de trigo de temporal del INIFAP. La línea experimental fue obtenida a través de la técnica esterilidad masculina para facilitar la selección recurrente (EMFSR), la que requiere de una fuente de androesterilidad, una población recombinante y la selección recurrente, de tal manera que Valles F2015 es la primera variedad que se genera en México a través de EMFSR. Es una variedad de hábito de primavera, de ciclo intermedio a tardío, de porte alto y tolerante al acame. La genealogía de la variedad es: PAMDOLY.PABG (Tardía.C4). Valles F2015 se evaluó de 2011 a 2015 en 79 condiciones diferentes bajo temporal, comparándose con 11 variedades testigo, a las que superó en rendimiento de grano de 15% (Altiplano F2007) a 35% (Nana F2007), mostrando buen comportamiento en cualquier ambiente de temporal. Bajo la incidencia natural de tizones, manchas foliares y roya amarilla, Valles F2015 fue más resistente que las variedades testigo y fue la variedad que mostró menor pérdida en el rendimiento (9% y 10%, respectivamente) cuando se evaluaron con y sin protección con fungicidas. Valles F2015 es de grano duro que produce una masa de gluten fuerte extensible, adecuada para la panificación mecanizada o artesanal y para utilizarse en mezclas para mejorar harinas con poca fuerza o tenaces. Esta nueva variedad se recomienda en todas las áreas productoras de trigo de temporal en siembras tempranas a intermedias.

Palabras clave: androesterilidad, rendimiento, resistencia a enfermedades, trigo de primavera.

Recibido: agosto de 2018

Aceptado: septiembre de 2018

La producción de trigo en México no ha escapado a la tendencia mundial de desabasto de este grano, ya que se ha reducido la superficie sembrada de casi 1 100 000 ha en 1985 a menos de 700 000 ha en 2017. Este hecho supone que se tendrán complicaciones para satisfacer la demanda nacional de trigo (Fuentes, 2008; SIAP, 2018). En el país, la producción de trigo de riego en el ciclo otoño-invierno (OI) en las regiones del noroeste y El Bajío tiene mayor importancia en el abasto nacional, donde se logran mayores rendimientos por la disponibilidad del agua para riego, en esas regiones en la actualidad difícilmente se puede aumentar la superficie, por lo que el aumento de la producción deberá lograrse por rendimientos altos y no mediante incrementos en la superficie irrigada.

La producción de temporal en el ciclo primavera-verano es complementaria en el abasto nacional; en estas condiciones las lluvias son cada vez más erráticas y aproximadamente 80% de las regiones productoras se presentan deficiencias de humedad durante el ciclo de cultivo 60% de las mismas las enfermedades afectan la producción en variedades susceptibles. En México históricamente el trigo que se produce en condiciones de temporal, a diferencia del cosechado bajo riego, se siembra en áreas pequeñas, aisladas y contrastantes en cerca de 15 estados, desde la mixteca oaxaqueña hasta el norte-centro del país, donde las condiciones medioambientales son muy diversas (Villaseñor y Espitia, 2000).

Ante este panorama, es preponderante generar nuevas variedades para condiciones de temporal que ayuden a los agricultores a minimizar los efectos negativos de los factores bióticos y abióticos que se presentan en dichas zonas, contribuyendo así a hacer más rentable su cultivo.

Valles F2015 fue liberada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), la cual es apta para siembras de temporal, ya que presenta buen comportamiento en las diferentes condiciones de producción, superando a las variedades que se siembran actualmente; así mismo, se ha destacado por su resistencia a royas y tolerancia al complejo de enfermedades foliares; otro aspecto importante es su calidad industrial, la cual es adecuada para la producción de pan de caja y para mezclarse como mejorador de harinas de trigos de gluten suave y tenaz.

La variedad de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) Valles F2015 es de hábito de primavera y la línea experimental fue obtenida en el programa de mejoramiento genético de trigo de temporal del INIFAP, posteriormente esa línea se evaluó en los viveros y ensayos nacionales. La línea se obtuvo mediante la técnica esterilidad masculina para facilitar la selección recurrente (EMFSR), misma que requiere de una fuente de androesterilidad, una población recombinante y la selección recurrente. La fuente de androesterilidad fue debida a un mutante androestéril dominante denominado 'Oly' (Villaseñor *et al.*, 2014), la población recombinante se formó con 20 progenitores del programa de trigo de temporal del INIFAP que conformaron la población de amplia base genética (PABG), la línea se generó a partir de la recombinación que se realizó en el cuarto ciclo de selección recurrente durante el ciclo otoño-invierno (OI) de 2007-08 (4°CSR-O-I/07-08) en la PABG y en el grupo de plantas tardías.

La genealogía de la variedad es la siguiente: PAMDOLY.PABG (tardía C4). La semilla de la población androestéril recombinante PAMDOLY.PABG producto de su tercer ciclo de selección recurrente, fue sembrada durante el ciclo O-I 2007-2008 en Roque, Guanajuato, bajo condiciones de riego normal, el tamaño de la población fue de 10 000 plantas, durante la floración fueron

seleccionadas 5% de las plantas androestériles que se dejaron a libre apareamiento, esas plantas recombinantes se cosecharon masivamente para dar el cuarto ciclo de selección recurrente (C4). La semilla de ese ciclo de recombinación se sembró durante el ciclo P-V/2008 en Chapingo, Estado de México, bajo condiciones de temporal regular y se cosechó individualmente la planta No. 182 (182C). La semilla de esa planta, en su equivalencia a una generación F₃ por su nivel de homocigosis, fue sembrada como familia en Roque, Guanajuato, en el ciclo O-I 2008- 2009 bajo condiciones de riego limitado (un riego de auxilio) y se cosechó masivamente (0R).

La familia en su generación F₄ fue sembrada en Yanhuatlán, Oaxaca, en el ciclo primavera-verano (PV) 2009 bajo condiciones de temporal regular y se cosechó masivamente (0OAX). En su generación F₅ la semilla fue sembrada en Roque, Guanajuato, bajo condiciones de riego normal (tres riegos de auxilio) y se cosechó masivamente la familia. En la generación F₆ su semilla fue sembrada en Chapingo, Estado de México, durante el ciclo PV-2010 bajo condiciones de temporal favorable en donde fue seleccionada y cosechada individualmente la planta No. 2 (2C), que fue sembrada en su generación F₇ en Roque, Guanajuato, en el ciclo OI 2010- 2011 bajo condiciones de riego normal, y en donde se cosechó masivamente (0R) la línea experimental que se reconoció con el siguiente pedigrí: SRGD (4°CSR OI 2007-2008)-182C-0R-0OAX-0R-2C-0R.

La indicada línea experimental se evaluó durante el ciclo PV-2011 en la prueba preliminar de rendimiento (PPR) en cuatro localidades de los estados de Tlaxcala y México, posteriormente durante el ciclo PV-2012 se evaluó en el vivero nacional de selección de trigo de temporal (VSTHT) en 20 localidades ubicadas desde Oaxaca hasta Chihuahua. En los veranos de 2013 a 2015 se probó en los ensayos nacionales de rendimiento de trigo de temporal (ERTHT), en cerca de 60 ensayos diferentes, en donde sobresalió con respecto a las variedades testigo por su mayor rendimiento de grano en diferentes condiciones de producción de temporal y por su mayor resistencia a enfermedades. El método genotécnico de obtención utilizado fue de selección recurrente mediante el uso de la androesterilidad y método de selección de familias masivas para derivar la línea uniforme.

En el Cuadro 1 se presenta la reacción a royas y enfermedades foliares de Valles F2015 y variedades testigo, en donde se observa que las superó en resistencia a roya amarilla amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp. *Triticici*) y roya de la hoja (*Puccinia Triticina*), y destacó, junto con Rebeca F2000, como la variedad más resistente a tizones y manchas foliares.

Cuadro 1. Días a madurez y características fitopatológicas de Valles F2015 y de variedades testigo en siembras de temporal.

Variedad	DM	Roya de la hoja	Roya amarilla	Foliares
Valles F2015	114	0 a 20MR	0 a 15MR	6/30 (MR)
Altiplano F2007	115	0 a 20MR	10MR a 30MS	6/30 (T)
Nana F2007	107	15MR a 50MS	30MS a 90S	7/30 (T)
Triunfo F2004	112	15MR a 30MR	10MR a 70S	7/30 (T)
Náhuatl F2000	109	0 a 40MR	15MR a 60MS	7/80 (MS)
Tlaxcala F2000	110	10MR a 40MR	10MR a 40MS	7/40 (MS)
Juchi F2000	111	10MR a 30MR	20MS a 80S	7/40 (T)

Variedad	DM	Roya de la hoja	Roya amarilla	Foliare
Rebeca F2000	117	20MR a 50MS	10MR a 50MS	6/30 (MR)
Batán F96	111	40MS a 80S	20MR a 60MS	7/40 (T)
Romoga F96	111	10MR a 40MR	10MR a 30MR	7/60 (MS)

DM= días a madurez; R= resistente; S= susceptible; MR= moderadamente resistente; MS= moderadamente susceptible; T= tolerante; reacción a roya de la hoja y roya amarilla es la lectura mínima y máxima observada durante cinco años. Reacción a foliares es la lectura máxima observada en ambientes lluviosos en donde se presentó el complejo de enfermedades causado por *Septoria tritici*, *S. nodorum*, *Phyrenophora tritici-repentis* y *Cochliobolus sativus*.

En el Cuadro 2 se presentan las pérdidas en el rendimiento causadas por el complejo de las enfermedades foliares y roya amarilla en Valles F2015 y en tres variedades testigo, en donde se observó que para el caso de las enfermedades foliares, éstas causaron en Valles F2015 pérdidas de 9%, mientras que en las variedades testigo fueron 20% (altiplano F2007) al 36% (Nana F2007), con respecto a roya amarilla, las pérdidas en Valles F2015 fue 10% y en los testigos de 20% (Altiplano F2007) a 54% (Nana F2007), lo que demuestra que Valles F2015 es más resistente que las variedades testigo.

Cuadro 2. Pérdidas de rendimiento de grano causado por el complejo de enfermedades foliares y roya amarilla en Valles F2015 y variedades testigo evaluadas en localidades del Estado de México y Tlaxcala durante los ciclos PV-2016 y PV-2017.

Variedad	Enfermedades foliares [§]			Roya amarilla ^{§§}		
	CF	SF	Pérdidas (%)	CF	SF	Pérdidas (%)
Tlaxcala F2000	6472	4938	-24	4761	3627	-24
Nana F2007	6771	4313	-36	4874	2320	-54
Altiplano F2007	6965	5597	-20	4798	3846	-20
Valles F2015	7257	6604	-9	5217	4711	-10

CF= con fungicida; SF= sin fungicida; §= evaluada en Nanacamilpa, Tlaxcala en 2016-2017 y en Juchitepec, Estado de México en 2017; §§= evaluadas en Terrenate, Tlaxcala, 2016-2017 e Ixtafiyuca, Tlaxcala y Santa Lucía, Estado de México en 2017.

Valles F2015 es moderadamente resistente a roya amarilla, debido a que posee genes de raza específica que se manifiesta en estado de plántula, en particular a la raza CMEX14.25. Los bajos grados de severidad registrados en Valles F2015, en campo en la etapa de hoja bandera (de 0 a 20), cuando se realizaron inoculaciones artificiales con los aislamientos CMEX14.25, MEX14.141 y MEX14.146 identificados durante 2014, que vencieron la resistencia de Luminaria F2012 y de Nana F2007 (Solis *et al.*, 2016) y que combinan virulencia para los genes Yr2, Yr3, Yr6, Yr7, Yr8, Yr9, Yr17, Yr27 y Yr31 entre otros, indican que basa su resistencia en por lo menos tres genes de enroscamiento lento en planta adulta, siendo importantes los genes Yr18, Yr29 y Yr30. Estos genes confieren resistencia efectiva en contra de todas las razas que existen en México y otras regiones trigueras en el mundo.

La moderada resistencia a roya de la hoja de Valles F2015 se debe a que posee los genes de resistencia de raza específica Lr10, Lr17, Lr23 y los genes complementarios Lr27+Lr31. La presencia de Lr10 en Valles F2015 le confiere resistencia a la raza TCB/TD, una de las más comunes hasta 1994 (Huerta y Singh, 1996; Huerta *et al.*, 2002), el gen Lr17 les confiere resistencia

a las razas MFB/SP y TCB/TD y el gen Lr23 le confiere resistencia a la raza MCJ/QM y ha sido uno de los genes de resistencia más comunes en las variedades sembradas en temporal en México (Huerta y Singh, 2000). Los genes complementarios Lr27+31 presentes en Valles F2015, no tienen efecto cuando están separados contra las razas MBJ/SP y MCJ/SP, así como a la raza BBG/BP de trigos cristalinos (Huerta-Espino *et al.*, 2009). En planta adulta, la resistencia de Valles F2015, se basa en la acción de tres genes que confieren resistencia de enroscamiento lento y que generalmente son más efectivos en hoja bandera, uno de esos genes es Lr34, asociado a la quemadura de la punta de la hoja y que es común en las variedades Juchi F2000 y Tlaxcala F2000 (Huerta *et al.*, 2002) y Triunfo F2004 (Villaseñor *et al.*, 2007).

En el Cuadro 3 se presenta la comparación de rendimiento de grano de Valles F2015 y las variedades testigo, en donde se observa que en general y por tipos de ambiente, esta nueva variedad fue más productiva que las variedades testigo. En promedio las superó de 15% (Altiplano F2007) hasta 35% (Nana F2007), en ambientes favorables de 7% (Altiplano F2007) hasta 31% (Batán F96); en ambientes intermedios de 22% (Altiplano F2007) hasta 44% (Nana F2007) y en ambientes críticos 18% (Altiplano F2007) hasta 32% (Náhuatl F2000).

Cuadro 3. Rendimiento de grano de Valles F2015 y variedades testigo en diferentes ambientes de temporal del 2012 a 2015.

Variedad	General (79 Loc)		AF (24 Loc)		AI 25 (Loc)		AC (30 Loc)	
	(kg ha ⁻¹)	% Dif	(kg ha ⁻¹)	% Dif	(kg ha ⁻¹)	% Dif	(kg ha ⁻¹)	% Dif
Valles F2015	3149	...	4120	...	3591	...	2061	...
Altiplano F2007	2687	-15	3848	-7	2802	-22	1682	-18
Rebeca F2000	2365	-25	3519	-15	2410	-33	1482	-28
Temporalera M87	2343	-26	3220	-22	2423	-33	1608	-22
Romoga F96	2325	-26	3159	-23	2487	-31	1527	-26
Tlaxcala F2000	2248	-29	3184	-23	2296	-36	1463	-29
Triunfo F2004	2215	-30	2963	-28	2299	-36	1538	-25
Náhuatl F2000	2184	-31	3169	-23	2196	-39	1401	-32
Batán F96	2150	-32	2887	-31	2280	-37	1462	-29
Gálvez M87	2139	-32	3032	-26	2165	-40	1431	-31
Juchi F2000	2117	-33	2870	-30	2217	-38	1440	-30
Nana F2007	2062	-35	2936	-29	2024	-44	1447	-30

AF= ambientes favorables; AI=ambientes intermedios; AC= ambientes críticos; (%) dif = diferencia con respecto a Valles F2015.

Valles F2015 posee grano duro, lo cual es deseable para condiciones de temporal, porque reduce la germinación en la espiga cuando existe presencia de lluvia en su madurez. Esta nueva variedad se caracterizó por presentar masas de gluten fuerte (W en promedio 322 10⁻⁴J) y extensibles (valor PL “relación tenacidad/extensibilidad” en promedio 0.7), lo que le permitió alcanzar en promedio un volumen de pan de 822 mL, igualando a las mejores variedades testigo. Por su calidad, Valles F2015 es una variedad adecuada para la panificación mecanizada o artesanal y para utilizarse en mezclas para mejorar harinas con poca fuerza o tenaces.

Conclusiones

Valles F2015, es una variedad que se adapta a todas las regiones productoras de trigo de temporal en México, ya que es de amplia adaptación, se puede sembrar en ambientes favorables o lluvioso (> 600 mm), intermedios o medio lluviosos (entre 300 a 600 mm) y críticos o erráticos (< 300 mm) en los estados de Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Guanajuato, Jalisco, Aguascalientes, Zacatecas, Durango, Chihuahua y Estado de México.

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 investigación.

Literatura citada

- Fuente, P. J. L. 2008. ¿Quiénes somos? La industria molinera de trigo en México. Revista CANIMOLT. 1(1):4-10.
- 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.
- Huerta, E. J. and Singh, R. P. 1996. Misconceptions on the durability of some adult leaf rust resistance genes in wheat. *In*: Kema, G. H. J.; Niks, R. E. and Daamen, R. A. Proceedings of the 9th European and Mediterranean Cereal Rust and Powdery Mildews Conference. September 2-6, 1996. Lunteren, The Netherlands. 109-111 pp.
- 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. SAGAR-INIFAP-CIRCE-CEVAMEX. Libro técnico núm. 1. 231-249 pp.
- Huerta, E. J.; Singh, R. P.; Herrera, F. S. A.; Pérez, L. J. B. and Figueroa, L. P. 2009. First detection of Virulence in *Puccinia triticina* to Resistance Genes Lr27+Lr31 present in durum wheat in Mexico. Plant Dis. 93(1):110.
- SIAP. 2018. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. México, DF. www.siap.gob.mx.
- Solís, M. E.; Huerta, E. J.; Pérez, H. P.; Villaseñor, M. H. E.; Ramírez, R. A. y de la Cruz, G. M. L. 2016. Alondra F2014, nueva variedad de trigo harinero para el Bajío, México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 7(5):1225-1229.
- 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. (Eds.). El trigo de temporal en México. SAGAR-INIFAP-CIRCE-CEVAMEX. México. 85-98 pp.
- Villaseñor, M. H. E.; Espitia, R. E.; Huerta, E. J.; Solís, M. E.; González, I. R.; Osorio, A. L. y Pérez, H. P. 2007. Triunfo F2004, nueva variedad de trigo harinero de temporal en México. Agric. Téc. Méx. 33(3):319-322.
- Villaseñor, M. H. E.; Huerta, E. J.; Espitia, R. E.; Hortelano, S. R. R.; Rodríguez, G. M. F. y Martínez, C. E. 2014. Genética y estabilidad del mutante androestéril dominante de trigo ‘Oly’. Rev. Mex. Cienc. Agríc. Pub. Esp. Núm. 8:1509-1515.