

NORESTE F2018: NUEVA VARIEDAD DE TRIGO HARINERO PARA ÁREAS DE RIEGO EN MÉXICO

NORESTE F2018: A NEW BREAD WHEAT CULTIVAR FOR IRRIGATED AREAS IN MEXICO

Héctor Eduardo Villaseñor-Mir¹, Julio Huerta-Espino¹, René Hortelano-Santa Rosa^{1*}, Eliel Martínez-Cruz¹, María F. Rodríguez-García¹, Ernesto Solís-Moya², Alberto Borbón-Gracia³, Jorge Iván Alvarado-Padilla⁴, Gabriela Chávez-Villalba⁵, Héctor Cortinas-Escobar⁶, Eutimio Cuellar-Villareal⁷, Leodegario Osorio-Alcalá⁸ y Eduardo Espitia-Rangel¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valle de México, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, México. ²INIFAP, Campo Experimental Bajío, Celaya, Guanajuato, México. ³INIFAP, Campo Experimental Valle de Culiacán, Culiacán, Sinaloa, México. ⁴INIFAP, Campo Experimental Valle de Mexicali, Mexicali, Baja California, México. ⁵INIFAP, Campo Experimental Norman E. Borlaug, Ciudad Obregón, Sonora, México. ⁶INIFAP, Campo Experimental Río Bravo, Río Bravo, Tamaulipas, México. ⁷INIFAP, Campo Experimental Saltillo, Saltillo, Coahuila, México. ⁸INIFAP, Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca, Santo Domingo Barrio Bajo, Etlá, Oaxaca, México.

*Autor de correspondencia (hortelano.rene@inifap.gob.mx)

En México, el trigo (*Triticum* spp.) representa alrededor del 21 % del consumo de granos básicos, segundo lugar después del maíz (*Zea mays* L.), con un consumo *per capita* de 57 kg por año (FAO, 2019). Los estados de Sonora, Guanajuato, Baja California, Sinaloa, Michoacán y Jalisco, concentraron el 93 % (502 mil hectáreas) de la superficie sembrada en el 2019 en condiciones de riego (SIAP, 2020), donde se demandan variedades de trigo panificable con alto potencial de rendimiento, buena calidad industrial y resistentes a royas (*Puccinia graminis*). El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) realiza la evaluación de ensayos nacionales que permite la identificación de nuevos genotipos con mayor potencial de rendimiento, resistencia a royas, resistencia a enfermedades foliares, con amplia adaptación a diversas condiciones de producción y con la calidad que demanda la industria panadera nacional, para superar a las variedades comerciales actualmente sembradas, estrategia que ha permitido la liberación de variedades que conjuntan adaptación a distintos ambientes y mayor productividad.

La nueva variedad de trigo harinero Noreste F2018 presenta un comportamiento favorable bajo condiciones de siembra en riego normal (riego a los 0, 45, 75 y 100 dds) y riego restringido (riego a los 0, 45 y 75 dds), con rendimiento de hasta 5.7 t ha⁻¹ en riego normal, presenta resistencia a roya de la hoja (*Puccinia triticina* E.) y roya lineal amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*), que son las principales enfermedades en trigo (Ponce-Molina *et al.*, 2018; Villaseñor-Espín *et al.*, 2009); además, presenta buena calidad industrial, por lo que esta variedad se pone a disposición de los productores de trigo de las zonas de riego como una alternativa para incrementar los rendimientos y aumentar la rentabilidad del cultivo.

Noreste F2018 se caracterizó fenotípicamente durante los ciclos otoño-invierno (O-I) 2015-2016 y 2016-2017 en Roque, Guanajuato, así como primavera-verano (P-V) 2016 y 2017 en Chapingo, Estado de México. La descripción se realizó de acuerdo con la guía de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV, 1994). Noreste F2018 recibió el número de registro definitivo a nombre de INIFAP como TRI-184-030719 para quedar registrado en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales, así como y el título de obtentor 2313 por parte del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.

La línea experimental que originó a la nueva variedad Noreste F2018 se obtuvo del Programa de Mejoramiento Genético de Trigos Harineros del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT); dicha línea se evaluó en los viveros y ensayos nacionales de trigo de riego del INIFAP. La línea se obtuvo por hibridación y avance generacional; se realizó una cruce simple entre los progenitores ND643/2*WBLL1 (Parental A) y MUNAL (Parental B), la que en su generación F₁ se recombinó con la línea MUNAL#1 (Parental C), para dar la siguiente genealogía:

ND643/2*WBLL1//MUNAL/3/MUNAL#1

El método genotécnico consistió en hibridación entre tres progenitores y método masal de selección para la formación de la línea pura. La cruce simple se realizó en Cd. Obregón, Sonora, entre los progenitores identificados como PARENTAL A y PARENTAL B, en el ciclo O-I /2007-2008; la F₁ obtenida se identificó como la cruce CMSS08Y00247S, la cual se sembró en El Batán, Texcoco, Edo. de México en el ciclo P-V/2008, misma que

se cruzó con el PARENTAL C. La semilla de la cruza triple identificada con el número CMSS08B00780T se sembró en la generación F₁ Top en Ciudad Obregón, Sonora en el ciclo O-I/2008-2009 bajo condiciones de riego normal y se cosecharon en forma masal un número indefinido de plantas (099 TOPY) que dieron origen a la generación F₂, la cual fue sembrada en Atizapán, Edo. de México durante el ciclo P-V/2009, bajo condiciones de temporal regular y cosechadas de forma masal un número indefinido de plantas seleccionadas (099 M). La F₃ se envió a la estación de Njoro en Kenia para evaluar su reacción a la roya del tallo raza *Ug99* durante el ciclo P-V/2010, donde se realizó la cosecha en masa de plantas seleccionadas por su resistencia a royas, de esta forma se seleccionó un número indefinido de plantas resistentes, las cuales se trillaron en masa (099NJ). La siembra de la generación F₄ fue en Ciudad Obregón, Sonora en el ciclo O-I/2010-2011 bajo condiciones de riego normal, donde la planta 29 se seleccionó y cosechó de forma individual, y por su grano de color blanco se le asignaron las letras WG (29WGY). La siembra de la semilla de esta planta, en su generación F₅ se realizó en El Batán, Texcoco, Estado de México en el ciclo P-V /2012 bajo condiciones de temporal regular, y se obtuvo la cosecha masal de la línea experimental (0B). Su pedigrí es el siguiente:

CMSS08B00780T-099TOPY-099M-099NJ-29WGY-0B

La variedad Noreste F2018 es de hábito de primavera, semienana con 90 cm de altura de planta (Figura 1); de ciclo intermedio, con 78 días a floración y 118 días a madurez fisiológica. El tallo es fuerte, hueco, de color crema, espigas largas de color claro, con glaucescencia media y bordes paralelos, laxa, con barbas, tiene una longitud de 11 a 14 cm y produce de 20 a 24 espiguillas. El grano es de color blanco, de forma ovoide, bordes redondeados y endospermo medio fuerte con respuesta al fenol tenue, y con coloración del coleóptilo a la reacción del fenol ausente o muy débil.

La línea experimental se evaluó por el INIFAP durante seis años en los viveros reconocidos como PC-CIMMYT y en el tercer vivero de selección en los ciclos O-I/2012-2013, O-I/2013-2014, O-I/2014-2015 y O-I/2017-2018, así como en los ensayo nacionales decimosegundo y decimoquinto de trigo de riego. La evaluación se realizó en ocho estados con un total de 77 experimentos a nivel nacional bajo condiciones de riego normal y riego limitado. También se probó en los viveros de evaluación por enfermedades que se establecieron en la región de los Valles Altos de México en los estados de Puebla, Tlaxcala y Estado de México durante los ciclos P-V/2014 a P-V/2017.

Noreste F2018 mostró resistencia a roya amarilla en la

hoja (0 a 15 MR % de infección; moderada resistencia), que superó ampliamente la resistencia de las variedades testigo Roelfs F2007 (15 a 60 MS %; moderada susceptibilidad), Kronstad F2004 (0 a 60 MS %), Onavas F2009 (5 R a 60 MR %; resistente a moderada resistencia), Villa Juárez F2009 (0 a 50 MS %), Tacupeto F2001 (30 MR a 90 S %; moderada resistencia a susceptibilidad) y Palmerín F2004 (0 a 40 MS %).

En roya amarilla en la espiga, la nueva variedad registró lecturas de infección de 0 a 5 %, lo que demuestra su alta resistencia, mientras que para las variedades testigo la infección fue desde 5 hasta 50 %; la variedad Tacupeto F2001 presentó la máxima severidad con un 70 % de infección. Se realizaron inoculaciones en campo con los aislamientos CEVAMEX14.25, MEX14.191 y MEX14.146 con virulencia al grupo de genes *Yr2*, *Yr3*, *Yr6*, *Yr7*, *Yr8*, *Yr9*, *Yr17*, *Yr27* y *Yr31*, y los bajos niveles de infección indican que su resistencia se fundamenta en, por lo menos, tres genes de progreso de la roya lento en planta adulta (Singh *et al.*, 2000), que incluyen *Yr18*, *Yr29* y *Yr30* que son efectivos contra las razas de roya amarilla que se presentan con mayor frecuencia en las zonas trigueras de nuestro país. En roya de la hoja, Noreste F2018 presentó infecciones máximas de 10 %, mostró alta resistencia a dicho patógeno; en cambio, la infección en los testigos fue desde 5 hasta 80 %. Debido a la presencia de los genes *Lr34/Yr18* (Singh, 1992) y *Lr46/Yr29* (William *et al.*, 2003), Noreste F2018 presenta bajos niveles de infección en ambas royas

El rendimiento, en general, de Noreste F2018 (5642 kg ha⁻¹) fue superior al de las variedades testigo Villa Juárez F2009, Roelfs 2007, Ónavas F2009, Kronstad F2004, Tacupeto F2001 y Palmerín F2004 en 6, 7, 9, 10, 12 y 28 %, de manera respectiva. La tendencia de rendimiento fue similar en riego normal (calendario de riego 0-45-75-100) ya que Noreste F2018 (5798 kg ha⁻¹) superó a los testigos, desde 5 % a Roelfs F2007 hasta 23 % a Palmerín.

La diferencia fue más acentuada en riego limitado (calendario de riego 0-45-75), ya que Noreste F2018 (5446 kg ha⁻¹) presentó rendimientos 5 % mayor que Villa Juárez F2009 y hasta 35 % en comparación con Palmerín F2004, por lo que se infiere que la nueva variedad es estable y consistente a través de las diferentes condiciones de producción.

El peso hectolítrico promedio fue mayor de 80 kg hL⁻¹, superior al el de Villa Juárez F2009, Roelfs F2007 y Kronstad F2004, por lo que se espera obtener altos rendimientos de harina refinada durante la molienda. Con base en la dureza de grano Noreste F2018 (índice de perlado ≤ 45 %) se clasifica como de grano semi-duro. El contenido promedio

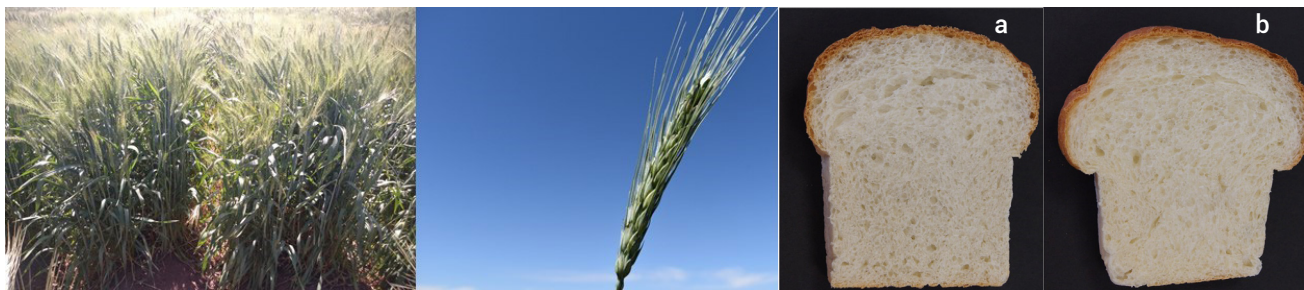


Figura 1. Aspecto de la planta, espiga y comparación de la miga de pan de Kronstad F2004 (a) y de la nueva variedad Noreste F2018 (b) de muy buena calidad panadera.

de proteína en harina fue de 11.7 %, superior al de las variedades testigo Villa Juárez F2009 y Roelfs F2007, y similar a Kronstad F2004. Por la fuerza de su masa, mayor a 300×10^{-4} J (W), se clasificó como fuerte y por su relación tenacidad-extensibilidad de 0.5 como una masa de excelente extensibilidad, por lo que, con base en la dureza de grano y masa fuerte-extensible, Noreste F2018 obtuvo volumen de pan de 840 mL, promedio mayor que el de Kronstad F2004 (Figura 1), variedad testigo considerada de muy buena calidad panadera (Martínez-Cruz *et al.*, 2016).

Por lo anterior, Noreste F2018 es apropiada para la industria de la panificación mecanizada con potencial para mejorar mezclas con harinas de masas débiles o tenaces. La semilla de Noreste F2018 se encuentra disponible desde diciembre de 2019 en el Campo Experimental El Bajío y Campo Experimental Valle de México del INIFAP para su venta a compañías productoras que la demanden.

AGRADECIMIENTOS

Al FONSEC SAGARPA-CONACYT (Proyecto 146788) y a MASAGRO Proyecto WYC-2018-002 por el financiamiento de los ensayos nacionales.

BIBLIOGRAFÍA

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations (2019) Food

Outlook Biannual Report on Global Food Markets. Rome, Italy. 164 p.

Martínez-Cruz E., E. Espitia-Rangel, H. E. Villaseñor-Mir, R. Hortelano-Santa Rosa, P. Pérez-Herrera y A. Limón-Ortega (2016) Calidad industrial de germoplasma introducido de trigo (*Triticum aestivum* L.) en condiciones de temporal en México. *Agrociencia* 50:449-458.

Ponce-Molina L. J., J. Huerta-Espino, R. P. Singh, B. R. Basnet, E. Lagudah, V. H. Aguilar-Rincón, G. Alvarado, ... and C. Lan (2018) Characterization of adult plant resistance to leaf rust and stripe rust in Indian wheat cultivar 'New Pusa 876'. *Crop Science* 58:630-638, <https://doi.org/10.2135/cropsci2017.06.0396>

SIAP, Servicio de Información y Agroalimentaria y Pesquera (2020) Anuario estadístico de la producción agrícola. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> www.siap.gob.mx (Diciembre 2020).

Singh R. P. (1992) Genetic association of leaf rust resistance gene *Lr34* with adult plant resistance to stripe rust in bread wheat. *Phytopathology* 82:835-838, <https://doi.org/10.1094/Phyto-82-835>

Singh R. P., J. Huerta-Espino and S. Rajaram (2000) Achieving near-immunity to leaf and stripe rusts in wheat by combining slow rusting resistance genes. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 35:133-139.

UPOV, Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (1994) Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. Trigo (*Triticum aestivum* L. emend. Fiori et Paol.). Documento TG/3/8. Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales. Ginebra, Suiza. 43 p.

Villaseñor-Espín Ó. M., J. Huerta-Espino, S. G. Leyva-Mir, H. E. Villaseñor-Mir, R. P. Singh, J. S. Sandoval-Islas y E. Espitia-Rangel (2009) Genética de la resistencia a roya amarilla en plantas adultas de trigo harinero. *Revista Fitotecnia Mexicana* 32:217-223.

William M., R. P. Singh, J. Huerta-Espino, S. Ortiz I. and D. Hoisington (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, <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2003.93.2.153>