

'Sáwali Oro C2008', Nueva Variedad de Trigo Cristalino para el Noroeste de México

'Sáwali Oro C2008', New Durum Wheat Cultivar for Northwest Mexico

Pedro Figueroa López, Guillermo Fuentes Dávila, Víctor Valenzuela Herrera, Gabriela Chávez Villalba, José Luis Félix Fuentes y José Alberto Mendoza Lugo, Campo Experimental Norman E. Borlaug, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, km 12 Norman E. Borlaug, Apdo. Postal 155, Cd. Obregón, Son., CP 85000, México. Correspondencia: figueroa.pedro@inifap.gob.mx

(Recibido: Septiembre 20, 2011 Aceptado: Diciembre 29, 2011)

Figueroa LP, Fuentes DG, Valenzuela HV, Chávez VG, Félix FJL y Mendoza LJA. 2012. 'Sáwali Oro C2008', nueva variedad de trigo cristalino para el noroeste de México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 30:91-94.

Resumen. La variedad 'Sáwali Oro C2008' fue desarrollada en el Campo Experimental Norman E. Borlaug, a través de un proyecto colaborativo entre el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Su pedigrí e historial de selección es MUSK_1//ACO89/FNFOOT_2/4/MUSK_4/3/PLATA_3//CREX/ALLA/5/OLUS*2//ILBOR//PATKA_7/YAZI_1, CDSS02Y00786T-0TOPB-0Y-0M-2Y-0M-0Y. Esta variedad es resistente a la roya de la hoja y sus características de calidad para la elaboración de pastas son superiores a la variedad comercial testigo 'Júpate C2001', por lo que se convierte en una mejor opción para el mercado internacional de la exportación para los productores de trigo del noroeste de México. Durante los ciclos agrícolas de evaluación 2006-2007 al 2008-2009, 'Sáwali Oro' mostró un rango de 4.5 a 6.9 t ha⁻¹ en rendimiento experimental de grano, resistencia a la roya de la hoja y la intensidad del pigmento amarillo en el endospermo del grano tuvo en promedio 27.8 puntos en la escala valor b de Minolta. Esta variedad cuenta con el registro TRI-109-240209 en el catálogo nacional de variedades vegetales. La semilla se puede adquirir a través de diversas compañías de semillas.

Palabras clave adicionales: *Triticum durum*, selección, semilla, trigo cristalino.

La producción mundial de trigo duro o cristalino (*Triticum durum*) para el ciclo 2007-2008 fue de 33.1 millones de toneladas (Farmers of North America, 2009). En los estados de Sonora, Baja California, Sinaloa y Baja California Sur, México, se sembró el 63.9% de la superficie nacional con trigo (457,419 ha) en el ciclo otoño-invierno 2008-2009, con un valor de la producción de 4,356 millones de pesos (SIAP, 2009). El trigo en esta región es de hábito de

Abstract. The variety 'Sáwali Oro C2008' was developed at Norman E. Borlaug Experimental Station through a collaborative project between the National Institute for Forestry, Agriculture and Livestock Research and the International Maize and Wheat Improvement Center. Its pedigree and selection history is MUSK_1//ACO89/FNFOOT_2/4/MUSK_4/3/PLATA_3//CREX/ALLA/5/OLUS*2//ILBOR//PATKA_7/YAZI_1, CDSS02Y00786T-0TOPB-0Y-0M-2Y-0M-0Y. This cultivar is resistant to leaf rust, and the quality characteristics for pasta-making are better than commercial control variety 'Júpate C2001', so that it becomes a better option for international export for wheat producers from northwestern Mexico. During crop seasons of evaluation 2006-2007 to 2008-2009, 'Sáwali Oro' showed a range of experimental grain yield of 4.5 to 6.9 t ha⁻¹, resistance to leaf rust, and the intensity of the yellow pigment in the grain endosperm showed an average of 27.8 points in the Minolta b value. This cultivar has the registration TRI-109-240209 in the national catalog of cultivars feasible for registration. Seed may be purchased through several seed companies.

Additional keywords: *Triticum durum*, selection, seed, durum wheat.

Résumé. La variété 'Sawali Or C2008' a été développée dans la station expérimentale Norman E. Borlaug, à travers un projet de collaboration entre l'Institut National de la Recherche Forestière Agricole et de l'Élevage et le Centre International d'Amélioration du Maïs et du Blé. Son pedigree et son histoire de sélection sont MUSK_1//ACO89/FNFOOT_2/4/MUSK_4/3/PLATA_3//CREX/ALLA/5/OLUS*2//ILBOR//PATKA_7/YAZI_1, CDSS02Y00786T-0TOPB-0Y-0M-2Y-0M-0Y. Cette variété est résistante aux populations de la rouille des feuilles répandues dans le nord-ouest du Mexique, potentiellement de par la présence du gène de résistance Lr 14a. Ses caractéristiques de qualité pour la fabrication de pâtes sont supérieures à la variété commerciale et témoin 'Júpate C2001'. Elle devient ainsi une meilleure option pour

crecimiento de primavera y se cultiva durante el otoño-invierno bajo condiciones de riego. En México, el trigo duro o cristalino se produce principalmente en el estado de Sonora, donde a partir del ciclo 2001-2002, de las 190718 ha sembradas, ocupó más de 70% de la superficie (Camacho *et al.*, 2004). La preferencia por esta clase de trigo por los productores en el noroeste de México, se debe a que tiene un alto potencial de rendimiento, aceptación en el mercado de exportación, tolerancia al carbón parcial y a la roya de la hoja (*Puccinia triticina*). La variedad de trigo cristalino más sembrada en la región hasta el ciclo 2002-2003 fue 'Altar C84', a pesar que su resistencia a la roya de la hoja ya había sido vencida por la nueva raza BBG-BN (Singh *et al.*, 2004), que afectó la producción durante los ciclos 2000-2001 y 2001-2002 (Camacho *et al.*, 2010). La variedad 'Júpate C2001' (Camacho *et al.*, 2004), resistente a las razas de roya de la hoja que atacaron a las variedades de trigo duro liberadas hasta el año 2000, dominó el área dedicada al trigo en el sur de Sonora desde el 2003-2004 hasta el 2008-2009, donde se sembró en 119,327 ha (42.3%). Sin embargo, la roya de la hoja superó la resistencia esta variedad, por lo que no solo se ha buscado diversificar las fuentes de resistencia para esta enfermedad, pero también incrementar el pigmento del grano, característica importante de calidad para el mercado de la exportación.

Con base en las evaluaciones de rendimiento de grano llevadas a cabo a partir del ciclo 2006-2007 en el Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB), se propuso la liberación de la línea experimental de trigo cristalino MUSK_1//ACO89/FNFOOT_2/4/MUSK_4/3/PLATA_3//CREX/ALLA/5/OLUS*2/ILBOR//PATKA_7/YAZI_1, como nueva variedad denominada 'Sáwali Oro C2008'. Las comparaciones de rendimiento y calidad se efectuaron con respecto a 'Júpate C2001', la cual ha sido la variedad más cultivada en el estado en los últimos años. 'Sáwali Oro C2008' representa una nueva opción de trigo cristalino para los agricultores de Sonora interesados en la exportación, con potencial de rendimiento aceptable y alta calidad para la elaboración de pastas. Esta variedad se obtuvo por hibridación y selección a través del método genealógico de mejoramiento genético a partir de la cruce MUSK_1//ACO89/FNFOOT_2/4/MUSK_4/3/PLATA_3//CREX/ALLA/5/OLUS*2/ILBOR//PATKA_7/YAZI_1, cuyo número de cruce e historia de selección es CDSS02Y00786T-0TOPB-0Y-0M-2Y-0M-0Y. Las selecciones individuales y en masa se llevaron a cabo en forma alterna entre las estaciones experimentales de San Antonio Atizapán (M), Estado de México (19° 17' LN y 2 640 msnm), El Batán (B) (19° 31' 45.69" LN y 98° 50'47.32" LO, 2 249 msnm) y el Valle del Yaqui (Y) (27° 22' 14.39" LN y 109° 55' 52.40" LO, 40 msnm), en Sonora y la purificación de espiga por surco fue llevada a cabo por el programa de trigo del INIFAP en el CENEB. Las condiciones de siembra fueron de temporal en las estaciones de San Antonio Atizapán y el Batán, y de riego en el Valle del Yaqui. La variedad cuenta con el registro TRI-109-240209 en el catálogo de variedades factibles de certificación (CVC).

A partir del ciclo agrícola 2006-2007 se iniciaron las

le marché international d'exportation des producteurs du blé du nord-ouest du Mexique. Pendant les saisons agricoles d'évaluation 2006-2007 à 2008-2009, Sawali Or a montré un rendement expérimental de grain de 4,5 à 6,9 t ha⁻¹, la résistance à la rouille des feuilles ainsi que l'intensité du pigment jaune dans l'endosperme. Il a pris en moyenne 27,8 points dans l'échelle de la valeur b de Minolta. Cette variété est enregistrée sous le code TRI-109-240209 dans le Catalogue National des Variétés Végétales. Les graines peuvent être acquises par diverses compagnies productrices de semences.

Mot clés supplémentaires: *Triticum durum*, sélection, semence, blé cristallin.

The worldwide production of durum wheat (*Triticum durum*) for the 2007-2008 crop season was 33.1 million tons (Farmers of North America, 2009). Out of the area sown with wheat in Mexico, 63.9% (457,419 ha) was planted in the states of Sonora, Sinaloa, Baja California, and South Baja California during the 2008-2009 fall-winter season, with a production value of 4,356 million pesos (SIAP, 2009). Wheat in this region is spring type, and it is cultivated during the fall-winter under irrigated conditions. Durum wheat in Mexico is produced mainly in the state of Sonora, and since the 2001-2002 season, it occupied more than 70% of the 190,718 ha planted (Camacho *et al.*, 2004). Preference for this class of wheat by the producers in Northwestern Mexico is due to its high yield potential, acceptance in the export market, as well as its tolerance to partial bunt and leaf rust (*Puccinia triticina*). 'Altar C84' was the most planted durum wheat cultivar in the region until the 2002-2003 season, despite the loss of resistance to leaf rust new race BBG-BN (Singh *et al.*, 2004), which affected the production during the 2000-2001 and 2001-2002 seasons (Camacho *et al.*, 2010). Wheat cultivar 'Júpate C2001' (Camacho *et al.*, 2004), resistant to the leaf rust races that attacked the durum wheat cultivars released up to the year 2000, dominated the area grown with wheat from 2003-2004 to 2008-2009, occupying 119,327 ha (42.3%) during that last season. However, leaf rust overcame its resistance; therefore, efforts are being carried out not only on diversifying the sources of resistance to this disease, but also, to increase the grains pigment, an important quality characteristic for the export market.

Based on grain yield evaluations carried out since the 2006-2007 season at the Norman E. Borlaug Experimental Station (CENEB), it was proposed the release of the durum wheat experimental line MUSK_1//ACO89/FNFOOT_2/4/MUSK_4/3/PLATA_3//CREX/ALLA/5/OLUS*2/ILBOR//PATKA_7/YAZI_1 as a new variety under the name 'Sáwali Oro C2008'. Grain yield and quality comparisons were made with regards to 'Júpate C2001', which has been the most widely grown cultivar in recent years. 'Sáwali Oro C2008' represents a new option of durum wheat for farmers in Sonora interested in exports, with an acceptable yield potential and high quality for pasta-making. This cultivar was obtained by hybridization and selection through the pedigree breeding method from the

evaluaciones de rendimiento y calidad industrial en el CENEB. El rendimiento de grano se determinó en diferentes fechas de siembra, con dos y tres riegos de auxilio. Durante los tres ciclos de evaluación con tres riegos de auxilio en cuatro fechas de siembra, 'Sáwali Oro C2008' presentó un promedio de 5.9 t ha⁻¹, con una diferencia superior de 189 kg con respecto a 'Júpate C2001'. Las fechas de mejor rendimiento fueron entre el 15 y 30 de noviembre con un promedio de 6.9 y 6.7 t ha⁻¹, respectivamente.

'Sáwali Oro C2008' es de planta alta con 89 cm de altura (Figura 1), el ciclo vegetativo de 81 días a



Figura 1. 'Sáwali Oro C2008', variedad de trigo cristalino, tiene hábito de crecimiento erecto y la frecuencia de plantas con la hoja bandera curvada es ausente o baja.

Figure 1. 'Sáwali Oro C2008', durum wheat variety, has an erect growth habit and the frequency of recurved flag leaves is either absent or low.

espigamiento y 122 a madurez fisiológica. La planta tiene hábito de crecimiento erecto y la frecuencia de plantas con la hoja bandera curvada es ausente o baja. Al madurar, los tallos presentan una médula mediana en sección transversal. La espiga tiene perfil de bordes paralelos, densidad media y longitud mediana (8 a 8.5 cm), excluyendo las aristas o barbas que comparadas con la espiga son más largas; produce de 19 a 20 espiguillas, cada espiguilla produce de tres a cinco granos en el tercio inferior de la espiga predominando cuatro, de tres a cinco en el tercio medio predominando cuatro y cinco, y de uno a cinco en el tercio superior predominando cuatro, tres y dos; tiene glaucencia media y la distribución de las barbas, las cuales adquieren color ligeramente café, es en toda la espiga. Antes del inicio de la madurez fisiológica del grano, la intensidad de la cera sobre la espiga es de magnitud media y al final se torna color blanco, manteniendo una vellosidad débil en el margen del primer segmento del ráquis. En el tercio medio de la espiga, la forma de la gluma es alargada y la vellosidad de la superficie externa está ausente; la forma del hombro se presenta redondeada y el ancho es angosto; la longitud de la punta es muy corta y presenta una forma derecha. El grano es semi-elíptico (Figura 2), mide 6.9 mm de longitud, 3 mm de ancho con peso medio de 50 mg; la vellosidad de la brocha en vista dorsal es mediana y la coloración del grano al ser tratado con fenol puede ser muy tenue o nula. El peso

cross MUSK_1//ACO89/FNFOOT_2/4/MUSK_4/3/PLATA_3//CREX/ALLA/5/OLUS*2//ILBOR//PATKA_7/YAZI_1, with the number and selection history CDSS02Y00786T-0TOPB-0Y-0M-2Y-0M-0Y. Shuttle breeding was carried between the Experimental Stations located in San Antonio Atizapan (M), State of Mexico (19° 17' L N and 2 640 masl), El Batán (B) (19° 31' 45.69" L N and 98° 50'47.32" L O, 2 249 masl), and the Yaqui Valley, Sonora (Y) (27° 22' 14.39" L N and 109° 55' 52.40" L O, 40 masl). Spike per row purification was performed by INIFAP wheat program at CENEB. The crop was cultivated under rainfed conditions in San Antonio Atizapan and El Batán, and under irrigation in the Yaqui Valley. 'Sáwali Oro C2008' has the registration TRI-109-240209 in the catalog of cultivars feasible for certification (CVC).

Grain yield and industrial quality evaluations began at CENEB from the 2006-2007 crop season. Grain yield was determined in different sowing dates, with two and three complementary irrigations. During the three seasons of evaluation, 'Sáwali Oro C2008' showed an average of 5.9 t ha⁻¹, with a difference of 189 kg over Júpate C2001, when cultivated in four sowing dates with three complementary irrigations. The best sowing dates were November 15 and 30 with an average of 6.9 and 6.7 t ha⁻¹, respectively.

The plant of 'Sáwali Oro C2008' is 89 cm tall (Figure 1), with 81 days to heading and 122 to physiological maturity. Plant growth habit is erect and the frequency of recurved flag leaves is either absent or low. At maturity, the straw has a medium pith in cross section. The ear shape is parallel-sided, medium density, and medium length (8 to 8.5 cm), excluding the awns which if compared to the ear, are longer; it produces 19 to 20 spikelets; each spikelet produces three to five grains in the lower third of the ear predominating four; from three to five in the mid-third predominating four and five, and one to five in the upper third predominating four, three and two; glaucosity is medium, and awn distribution, which become light brown, is in the whole length. Before the start of grain physiological maturity, wax intensity on the ear is medium, turning white at the end of the season; a weak hairiness is kept at the margin of the first rachis segment. Glume shape in the mid-third of the ear is elevated, and the hairiness on the external surface is absent; the shoulder shape is rounded and the width is narrow; the length of the beak is very short with a straight shape. The grain is semi-elliptical (Figure 2), 6.9 mm long x 3 mm wide, with an average weight of 50 mg; the brush hairiness in dorsal view is medium; grain coloration when treated with phenol can be very light or nil. The average specific weight is 83.2 kg hL⁻¹. A resistance reaction to leaf rust and partial bunt was shown by 'Sáwali Oro C2008' during the years of evaluation.

Regarding its resistance to leaf rust, it is known through studies of molecular markers (Dr. Karim Ammar, personal communication), that this cultivar has the *Lr14a* gene, for which the known races in Southern Sonora are avirulent. Therefore, it is likely that this gene confers at least part of the resistance. The resistant reaction to partial bunt was determined by field artificial inoculations during the test seasons in several sowing dates. Semolina quality for

específico medio es de 83.2 kg hL⁻¹. En todos los años de evaluación, 'Sáwali Oro C2008' mostró una reacción de resistencia a la roya de la hoja y al carbón parcial. Respecto a su resistencia a roya de la hoja, es conocido a través de estudios de marcadores moleculares (Dr. Karim Ammar, comunicación personal), que esta variedad posee el gen *Lr14a*, para el cual las razas conocidas en el sur de Sonora son avirulentas, por lo que es muy probable que sea al menos parcialmente el causante de esa resistencia. La reacción de resistencia al carbón parcial, la mostró en evaluaciones de campo mediante inoculaciones artificiales durante los ciclos de prueba en varias fechas de siembra.



Figura 2. El grano de la variedad 'Sáwali Oro C2008' es semielíptico, la vellosidad de la brocha en vista dorsal es mediana y la coloración del grano al ser tratado con fenol puede ser tenue o nula.

Figure 2. The grain of 'Sáwali Oro C2008' is semi-elliptic, brush hairiness on a dorsal view is medium, and grain and coloration when treated with phenol can be light or nil.

El contenido y la calidad de la proteína y el pigmento presente en el endospermo del grano de los trigos cristalinos determinan la calidad de la semolina para la elaboración de pasta. 'Sáwali Oro C2008' tiene alto contenido de proteína (14%) y color valor b de Minolta de 27.8. Supera en forma consistente al testigo 'Júpate C2001' en los contenidos de proteína y de pigmento amarillo en el endospermo del grano.

La siembra de 'Sáwali Oro C2008' se recomienda para el ciclo otoño-invierno en la región del noroeste de México, que comprende parte de los estados de Baja California Sur, Baja California, Sinaloa y Sonora. En el ciclo agrícola otoño-invierno 2009-2010 se sembró en 4,761 ha en el sur de Sonora, representando 1.93% del total de área sembrada con trigo, mientras que en el 2010-2011 se sembró en 14,328 ha (5.65%).

Agradecimientos. A la Coordinadora Nacional de Fundaciones Produce, A. C. (proyecto 40-2007-0900) y al Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola en el estado de Sonora (PIEAES), por el financiamiento parcial de los trabajos de investigación que condujeron a la obtención de la variedad 'Sáwali Oro C2008'. También al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), por proporcionar las líneas avanzadas de donde se originó la variedad.

pasta-making is determined by the content and quality of the protein and the pigment present in the grain endosperm of durum wheat. 'Sáwali Oro C2008' has high protein content (14%) and color Minolta b value of 27.8. It is consistently superior to cultivar check 'Júpate C2001' in protein content and yellow pigment in the grain endosperm.

'Sáwali Oro C2008' is recommended for the fall-winter season in the Northwestern region of Mexico, which comprises the states of Baja California, South Baja California, Sinaloa, and Sonora. A total of 4,761 ha were sown with this cultivar in Southern Sonora during the 2009-2010 season, representing 1.93% of the total area sown with wheat, whereas in 2010-2011 it occupied 14,328 ha (5.65%).

Acknowledgements. To the Coordinadora Nacional de Fundaciones Produce, A.C. (project 40-2007-0900) and the Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola en el Estado de Sonora (PIEAES), for the partial funding of the research that led to the release of cultivar 'Sáwali Oro C2008'. Also to the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), for providing the advanced lines from which the cultivar originated.

LITERATURA CITADA

- Camacho CMA, Fuentes DG, Figueroa LP, Peña BRJ, Chávez VG, Valenzuela HV, Félix FJL y Mendoza LA. 2010. Banámichi C2004, nueva variedad de trigo cristalino. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 1:263-268.
- Camacho CMA, Figueroa LP y Huerta EJ. 2004. Júpate C2001, nueva variedad de trigo duro para su cultivo en el noroeste de México. *Folleto Técnico No. 47. INIFAP-CIRNO, Campo Experimental Valle del Yaqui. Cd. Obregón, Sonora, México.* 16p.
- Farmers of North America. 2009. Durum Wheat: 07/08 Outlook. http://www.fna.ca/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=332 (Consulta, agosto de 2011).
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2009. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola.* <http://www.sap.gob.mx> (Consulta, mayo de 2011).
- Singh RP, Huerta EJ, Pfeiffer W and Figueroa LP. 2004. Occurrence and impact of a new leaf rust race on durum wheat in the Northwestern Mexico during 2001-2002. *Plant Disease* 88:703-708.