

BANÁMICHÍ C2004, NUEVA VARIEDAD DE TRIGO CRISTALINO*

BANÁMICHÍ C2004, NEW DURUM WHEAT CULTIVAR

Miguel Alfonso Camacho-Casas¹, Guillermo Fuentes-Dávila^{1§}, Pedro Figueroa-López¹, Roberto Javier Peña-Bautista², Gabriela Chávez-Villalba¹, Víctor Valenzuela-Herrera¹, José Luis Félix-Fuentes¹ y José Alberto Mendoza-Lugo¹

¹Campo Experimental Valle del Yaqui. INIFAP. Norman E. Borlaug, km 12. Ciudad Obregón, Sonora, México. A. P. 155. C. P. 85000. Tel. 01 644 4145700. (camacho.miguel@inifap.gob.mx), (figueroa.pedro@inifap.gob.mx), (chavez.gabriela@inifap.gob.mx), (valenzuela.victor@inifap.gob.mx), (felix.joseluis@inifap.gob.mx), (mendozalbert@gmail.com). ²CIMMYT. Carretera México-Veracruz, km 45. El Batán, Texcoco, Estado de México. C. P. 56130. Tel. 01 55 58042004. (j.pena@cgiar.org). [§]Autor para correspondencia: fuentes.guillermo@inifap.gob.mx.

RESUMEN

Un nuevo cultivar de trigo duro o cristalino, Banámichi C2004, fue desarrollado para las áreas productoras de trigo del noroeste de México. Este cultivar fue obtenido en el Campo Experimental Valle del Yaqui (CEVY) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y registrado con el número 1732-TRI-061-030505-C en el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). Banámichi C2004 es resistente a la nueva raza BBG/BN de roya de la hoja (*Puccinia triticina* Eriksson), con rendimientos de 5.5 a 6.2 t ha⁻¹ y buena calidad del grano para el mercado de exportación. Banámichi C2004 supera en forma consistente al testigo Júpare C2001, tanto en la capacidad de producir proteína en grano como en el contenido de pigmento amarillo en el endospermo y en la fuerza del gluten. Banámichi C2004 puede crecer durante el ciclo otoño-invierno en los estados de Baja California, Baja California Sur, Sinaloa y Sonora.

Palabras clave: altos rendimientos, calidad de grano, resistencia a enfermedades.

La producción estimada de trigo duro o cristalino (*Triticum durum* Desf.) a nivel mundial para el ciclo agrícola 2007-2008 fue de 33.1 millones de toneladas (Farmers of North America, 2009). En el noroeste de México (Sonora,

ABSTRACT

A new variety of durum wheat, Banámichi C2004, was developed for the wheat-producing areas in northwestern Mexico. This variety was produced in the Yaqui Valley Experimental Station (CEVY) of the National Forestry, Agriculture and Livestock Research Institute (INIFAP) and registered with the number 1732-TRI-061-030505-C in the National Seed Inspection and Certification Service (SNICS). Banámichi C2004 is resistant to the new BBG/BN breed of wheat rust (*Puccinia triticina* Eriksson), and has yields of 5.5 to 6.2 t ha⁻¹ and good grain quality for the export market. Banámichi C2004 surpasses the control Júpare C2001 in a consistent manner, in the protein-producing capacity in the grain as in the content of yellow pigment in the endosperm and in the strength of gluten. Banámichi C2004 can grow in the autumn-winter cycle in the states of Baja California, Baja California Sur, Sinaloa and Sonora.

Key words: grain quality, high yields, resistance to diseases.

The estimated worldwide production of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) for the 2007-2008 agricultural cycle was 33.1 million tons (Farmers of North America, 2009). Northwestern Mexico (Sonora, Baja California, Sinaloa

* Recibido: noviembre de 2009
Aceptado: junio de 2010

Baja California, Sinaloa y Baja California Sur) se siembra aproximadamente 63.9% de la superficie de trigo del país, con 457 419 ha en el ciclo agrícola otoño-invierno de 2008 a 2009, con valor de producción de 4 356 millones de pesos (SIAP, 2009).

En esta región, se siembra trigo de hábito de crecimiento en primavera y se cultiva durante el otoño-invierno bajo condiciones de riego (Huerta y González, 2000). En México, el trigo duro o cristalino se produce principalmente en el estado de Sonora, donde a partir del ciclo 2001-2002, ocupa 70% de 190 718 ha que se siembran en promedio (Camacho *et al.*, 2002).

El cambio de trigo de variedades harineras a variedades para pasta, inició a principio de 1990 debido a varias causas, entre las que destacan las regulaciones establecidas en la Cuarentena Interior Núm. 16 (SARH, 1987) que son las siguientes: el alto potencial de rendimiento del trigo duro, el mercado de exportación, la susceptibilidad al carbón parcial y tolerancia a roya de la hoja (*Puccinia triticina* Eriksson).

Altar C84 fue la variedad más sembrada hasta el ciclo 2002-2003; no obstante, que la resistencia a 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 (Figuroa-López *et al.*, 2002). El desarrollo de la variedad Júpare C2001 (Camacho *et al.*, 2002), resistente a la nueva raza de roya de la hoja y la oportuna disponibilidad de semilla, permitió que esta variedad pasara a dominar el área dedicada al cultivo de trigo en el sur de Sonora, a partir del ciclo 2003-2004 hasta el 2008-2009, cuando se sembró en 119 327 ha que representa 42.3%.

Sin embargo, la enfermedad mencionada ya ha afectado a Júpare C2001, por lo que es necesario diversificar las fuentes de resistencia. Por otra parte, aunque con Júpare C2001 se recuperó temporalmente la resistencia a roya de la hoja y el potencial de rendimiento; el pigmento del grano de Júpare C2001 es más débil que Altar C84, lo cual limita la exportación de este tipo de grano.

Por lo antes expuesto, es importante liberar nuevas variedades para diversificar fuentes de resistencia a *Puccinia triticina* y recuperar niveles de color del grano requeridos en el trigo de exportación. Esto contribuirá también a incrementar la vida útil de las variedades cultivadas por los productores de Sonora y el noroeste de México y permitirá satisfacer los requerimientos mínimos de calidad para el mercado de exportación.

and Baja California Sur) accounts for approximately 63.9% of the total surface of wheat in Mexico (457 419 ha) in the autumn-winter from 2008 to 2009, with a production worth 4 356 million pesos (SIAP, 2009).

In this area, wheat is habitually planted in the springtime, and harvested in the autumn-winter, under conditions of irrigation (Huerta and González, 2000). In Mexico, durum wheat is produced mostly in the state of Sonora, where it takes up 70% of the 190 718 ha that are planted on average, since the cycle 2001-2002 (Camacho *et al.*, 2002).

The change from flour varieties to pasta varieties began in the early 1990 due to causes including Established Regulations in the Interior Quarantine Num. 16 (SARH, 1987), which are as follows: the high yield potential of durum wheat, the export market, susceptibility to karnal bunt and tolerance to leaf rust (*Puccinia triticina* Eriksson).

Altar C84 was the most planted variety until the cycle 2002-2003. However, despite leaf rust having been defeated by the new breed BBG/BN (Singh *et al.*, 2004), that affected production in the cycles 2000-2001 and 2001-2002 (Figuroa-López *et al.*, 2002). The development of the variety Júpare C2001 (Camacho *et al.*, 2002), resistant to the new breed of leaf rust, along with the timely seed availability, helped this variety become dominant in the area dedicated to wheat planting in southern Sonora, from the cycle 2003-2004 until 2008-2009, in which it was planted in 119 327 ha or 42.3%.

However, the disease mentioned above has already affected Júpare C2001, due to which is necessary to diversify the sources of resistance. On the other hand, despite the temporary recovery of leaf rust resistance and the yield potential achieved with Júpare C2001, the Júpare C2001 grain pigment is weaker than Altar C84, limiting the export of this type of grain.

For this reason, it is important to release new varieties in order to diversify sources of resistance to *Puccinia triticina* and recover grain color levels required in wheat for export. This will also contribute to the useful life of the varieties cultivated by farmers in Sonora and northwestern Mexico, and will help satisfy the minimum quality requirements for the export market.

Starting from the cycle 1999-2000 en el Yaqui Valley Experimental Station (CEVY), the release of the experimental line of durum wheat CS/TH.CU//GLEN/3/

A partir del ciclo 1999-2000 en el Campo Experimental Valle del Yaqui (CEVY), se propuso la liberación de la línea experimental de trigo cristalino CS/TH.CU//GLEN/3/GEN/4/MYNA/VUL/5/2*DON87/6/2*BUSCA-3 como variedad Banámichi C2004. Las comparaciones de rendimiento y los parámetros de calidad se efectuaron con respecto a Júpare C2001, la cual ha sido la variedad más cultivada en el estado de Sonora en los últimos años. Banámichi C2004 representa una nueva opción de trigo cristalino con potencial de rendimiento aceptable y mayor calidad en la elaboración de pastas para los agricultores de Sonora, que están interesados en la exportación de grano de trigo cristalino.

Banámichi C2004 es de hábito de crecimiento en primavera, se obtuvo por hibridación y selección a través del método genealógico de mejoramiento genético a partir de la cruce CS/TH.CU//GLEN/3/GEN/4/MYNA/VUL/5/2*DON87/6/2*BUSCA-3, cuyo número de cruce e historia de selección es CDSS95B00803M-D-0M-1Y-0B-3Y-0B-0Y-0B-15EY-0Y. Las selecciones individuales y en masa se llevaron a cabo alternadamente en las estaciones experimentales de San Antonio Atizapán (M) (19° 17' latitud norte y 2 640 m de altitud), El Batán (B) (19° 31' 45.69" latitud norte, 98° 50' 47.32" longitud oeste y 2 249 m de altitud) en el Estado de México; y el Valle del Yaqui (Y) en Sonora (27° 22' 14.39" latitud norte, 109° 55' 52.40" longitud oeste y 40 m de altitud) y la purificación de espiga por surco (15EY).

Se llevó a cabo por el programa nacional de trigo, del INIFAP en el CEVY; con el fin de eliminar plantas con reacción susceptible a roya de la hoja y aquéllas con características de calidad indeseable. Las condiciones de humedad fueron de temporal regular en las estaciones del Centro de México y de riego normal en el Valle del Yaqui. La variedad Banámichi C2004 cuenta con el registro 1732-TRI-061-030505/C del catálogo de variedades factibles de certificación (CVC).

Las evaluaciones de rendimiento y calidad industrial se iniciaron a partir del ciclo 2001-2002 en el CEVY; el rendimiento experimental de Banámichi C2004 se probó en evaluaciones llevadas a cabo en diferentes fechas de siembra. Dentro de cada fecha de siembra, tanto la línea propuesta como el testigo de comparación, Júpare C2001, se evaluaron con dos y tres riegos de auxilio hasta el ciclo 2003-2004. Además, en dos ciclos se evaluó en los campos experimentales de Caborca, Hermosillo y Valle del Fuerte, pertenecientes al INIFAP. Banámichi C2004 produjo 6.2 t ha⁻¹

GEN/4/MYNA/VUL/5/2*DON87/6/2*BUSCA-3 was proposed as a Banámichi C2004 variety. The comparisons of yield and parameters of quality were carried out with Júpare C2001, which has been the most widely planted variety in the state of Sonora in recent years. Banámichi C2004 is a new option of durum wheat, with an acceptable yield and higher quality in the pasta production for Sonora farmers that are interested in exporting durum wheat grain.

Banámichi C2004 is habitually planted during the springtime; it was obtained by hybridization and selection through the genealogical method of genetic breeding from the cross CS/TH.CU//GLEN/3/GEN/4/MYNA/VUL/5/2*DON87/6/2*BUSCA-3, which has the cross number and selection history of CDSS95B00803M-D-0M-1Y-0B-3Y-0B-0Y-0B-15EY-0Y. The individual and mass selections were carried out alternately in the experimental stations of San Antonio Atizapán (M) (19° 17' latitude north and 2 640 m of altitude), El Batán (B) (19° 31' 45.69" latitude north, 98° 50' 47.32" longitude west and 2 249 m of altitude) in State of Mexico; and the Yaqui Valley (Y), Sonora (27° 22' 14.39" latitude north, 109° 55' 52.40" longitude west and 40 m of altitude) and spike purification by furrow (15EY).

Was carried out by the national wheat program of INIFAP in the CEVY, in order to eliminate plants susceptible to wheat rust and those with undesirable quality characteristics. The humidity conditions were regular rainfall in the stations in central Mexico and normal irrigation in the Yaqui Valley. The Banámichi C2004 variety has the registration 1732-TRI-061-030505/C of the catalog of certifiable varieties (CVC).

The evaluations of yield and industrial quality began with the cycle 2001-2002 in the CEVY; the experimental yield of Banámichi C2004 was proven in evaluations carried out in different planting dates. In each planting date, both the proposed line and the control for comparison, Júpare C2001, were evaluated with two and three auxiliary irrigations, up to cycle 2003-2004. These were also evaluated in the INIFAP experimental stations of Caborca, Hermosillo and Valle del Fuerte. Banámichi C2004 produced 6.2 t ha⁻¹ in the cycle 2001-2002 in CEVY, while Júpare C2001 had 6 t ha⁻¹, although in the two following cycles, yield was 5.5 and 5 t ha⁻¹ and for Júpare C2001, yield was 5.7 and 5.4 t ha⁻¹.

en el ciclo 2001-2002 en el CEVY, mientras que Júpare C2001 tuvo 6 t ha⁻¹; sin embargo, en los dos siguientes ciclos el rendimiento fue de 5.5 y 5 t ha⁻¹ y el de Júpare C2001 tuvo rendimiento de 5.7 y 5.4 t ha⁻¹.

El rendimiento de Banámichi C2004 tiende a ser similar a Júpare C2001 en siembras entre el 15 de noviembre al 30 de diciembre; sin embargo, en siembras tardías el rendimiento es menor. Banámichi C2004, ha mostrado amplia adaptación con rendimiento de grano aceptable en el Valle del Yaqui, Sonora. En otras localidades como la región de Caborca, iguala en rendimiento al testigo con 7.4 t ha⁻¹, pero es considerablemente inferior (5.4 t ha⁻¹) al rendimiento de Júpare C2001 (6.1 t ha⁻¹) en el Valle del Fuerte.

Banámichi C2004 es una variedad semienana de 78 cm de altura; su ciclo vegetativo es de 78 días a espigamiento y 122 a madurez fisiológica. La planta tiene un hábito de crecimiento erecto y la frecuencia de plantas con la hoja bandera curvada es ausente o baja. Al madurar, los tallos son de color blanco, con médula delgada en sección transversal.

La espiga tiene perfil piramidal, densidad y longitud mediana (5.5 a 6 cm), excluyendo las aristas o barbas que comparadas con la espiga son más largas; produce de 15 a 18 espiguillas, cada espiguilla produce de uno a tres granos en el tercio inferior de la espiga predominando dos, de tres a cuatro granos en tercio medio predominando cuatro, y de uno a cuatro en el tercio superior predominando dos; tiene una glaucosidad débil y la distribución de las barbas, las cuales adquieren un color negro en la espiga.

Antes de alcanzar la madurez fisiológica del grano, la intensidad de la cera sobre la espiga es de magnitud fuerte y ya pasada ésta 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 inclinada y el ancho es "angosto"; la longitud de la punta es mediana y presenta forma ligeramente curva.

El grano es semi-elíptico, mide 7.64 mm de longitud, 3 mm de ancho y el peso medio es de 50 mg, tiene una longitud de la vellosidad de la brocha en vista dorsal mediana y la coloración del grano al ser tratado con fenol puede ser muy tenue o nula. El peso específico medio es de 82 kg hL⁻¹.

The yield for Banámichi C2004 tends to be similar to Júpare C2001 in plantings from November 15th to December 30th; however, in late sowings, yield is lower. Banámichi C2004 has shown wide adaptation with acceptable grain yield in the Yaqui Valley in Sonora. In other locations such as the Caborca region, it leveled the control's yield with 7.4 t ha⁻¹, but is considerably lower (5.4 t ha⁻¹) to that of Júpare C2001 (6.1 t ha⁻¹) in Valle del Fuerte.

Banámichi C2004 is a 78cm semi-dwarf variety; its cycle is composed of 78 days to heading day and 122 until physiological maturity. The plant has an erect growth habit and the frequency of plants with curved leaves is low or null. When mature, stems are white and straw pith in the cross section is hollow.

The spike has a pyramid-like profile, medium density and length (5.5 to 6 cm), not including the awns that are longer than the spike. It produces 15 to 18 spikelets, each one producing one to three grains in the lower third of the spike (two, predominantly); three to four grains in the middle third (four, predominantly), and one to four grains in the top third (two, predominantly); its waxiness is weak and the distribution of spikelets, which acquire a black color in the spike.

Before reaching physiological maturity of the grain, the intensity of the wax on the spike is strong, and once over, it turns white, maintaining low hairiness in the margin of the first segment of the rachis. In the middle third of the spike, the shape of the glumes, with no hair on the outer surface; the shape of the shoulder is slanted and the width is "narrow"; the length of the tip is medium and with a slightly curved shape.

Grain shape is semi-elliptical, length is 7.64 mm, width is 3 mm and average weight is 50 mg, it has medium length brush hairs and the coloring when treated with phenol can be very faint or null. Specific average weight is 82 kg hL⁻¹.

In all evaluation years, Banámichi C2004 displayed a dominant reaction of complete resistance to leaf rust, with no infections found on the leaf. In agricultural cycle 2008-2009, in 13 653 ha planted in the south of Sonora, plants were found with rust at moderately susceptible to susceptible levels in commercial fields. This variety does,

En todos los años de evaluación, Banámichi C2004 mostró una reacción dominante de resistencia completa a roya de la hoja, sin haberse detectado infección sobre la hoja bandera. En el ciclo agrícola 2008-2009, en 13 653 ha sembradas en el sur de Sonora, se detectaron plantas con afectación de roya en niveles de moderadamente susceptibles a susceptibles en campos comerciales; sin embargo, esta variedad tiene potencial para cultivarse en otras regiones del noroeste de México, donde las razas de roya de la hoja prevaecientes en el sur de Sonora no están presentes. Comparada con Júpare C2001, Banámichi C2004 es moderadamente resistente al carbón parcial del grano.

En las variedades de trigo cristalino; en general, se acepta que el contenido y la calidad de la proteína y el pigmento presente en el endospermo del grano, afectan notablemente los parámetros utilizados para evaluar la calidad en la elaboración de pastas de la semolina extraída de estos trigos; aunque el contenido y la calidad de proteína son influenciados por el manejo del cultivo, principalmente la fertilización nitrogenada, se sabe que la variedad y su potencial de rendimiento se asocian con el contenido de proteína presente en el grano.

Banámichi C2004 tiene un peso específico de 82 kg hL⁻¹, alto porcentaje de proteína (13.6%) y un color valor b Minolta de 25.4. Banámichi C2004 supera en forma consistente al testigo Júpare C2001, tanto en la capacidad de producir proteína en grano como en el contenido de pigmento amarillo en el endospermo y en la fuerza del gluten.

La siembra de Banámichi C2004, se recomienda para el ciclo de producción otoño-invierno en los estados de Baja California Sur, Baja California, Sinaloa y Sonora.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, la Coordinadora Nacional de Fundaciones Produce, A. C. (Proyecto CONACYT-SAGARPA-COFUPRO 2003/252) y al Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola en el Estado de Sonora; por el financiamiento parcial de los trabajos de investigación que condujeron a la obtención de la variedad Banámichi C2004. También, al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), por proporcionar los viveros de selección y los ensayos de rendimiento, donde se seleccionó la nueva variedad.

however, have potential for planting in other areas of northwestern Mexico, where rust varieties predominant in the south of the state leaf are not present. In comparison to Júpare C2001, Banámichi C2004 is moderately resistant to karnal bunt.

In varieties of durum wheat in general, it is widely accepted that the content and quality of protein and pigmentation in the grain endosperm affect the parameters used to evaluate the quality of pasta produced with the semolina of this wheat. Although crop management influences protein content and quality, mainly nitrogenated fertilization, it is known that the variety and its yield potential are related to the protein content in the grain.

Banámichi C2004 has a specific weight of 82 kg hL⁻¹, high protein percentage (13.6%) and a Minolta value b color of 25.4. Banámichi C2004 surpasses the control Júpare C2001 consistently, not only in protein production capability in the grain, but also in content of yellow pigment in the endosperm and de the strength of gluten.

Planting Banámichi C2004 is recommended for the autumn-winter production cycle in the states of Baja California Sur, Baja California, Sinaloa y Sonora.

End of the English version



LITERATURA CITADA

- Camacho, C. M. A.; Figueroa, L. P. y Huerta, E. J. 2002. Júpare C2001: nueva variedad de trigo cristalino para el noroeste de México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noroeste. Campo Experimental Valle del Yaqui. Ciudad Obregón, Sonora, México. Folleto técnico. Núm. 47. 40 p.
- Farmers of North America. 2009. Durum Wheat: 07/08 Outlook. URL: http://www.fna.ca/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=332.

- Figueroa-López, P.; Gaxiola-Verdugo, L. A.; Suárez-Beltrán, A.; Álvarez-Zamorano, R. y Camacho-Casas, M. A. 2002. Análisis comparativo de las epidemias de roya de la hoja de trigo cristalino en el Valle del Yaqui, Sonora, México. XXIX/V Congreso Nacional e Internacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Monterrey, Nuevo León, México. Memoria. Abstract. F-73.
- Huerta, E. J. y González, I. R. M. 2000. Tipos y grupos de trigo. *In*: El trigo de temporal en México. Villaseñor, M. H. E. y Espitia, R. E. (eds). SAGAR. INIFAP. CEVAMEX. Chapingo, Estado de México. 39-52 pp.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1987. Cuarentena Interior No. 16 contra el carbón parcial del trigo. Diario Oficial. México.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2009. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. URL: <http://www.siap.gob.mx>.
- Singh, R. P.; Huerta-Espino, J.; Pfeiffer, W. and Figueroa, L. P. 2004. Occurrence and impact of a new leaf rust race on durum wheat in the northwestern Mexico during 2001-2002. *Plant Dis.* 88:703-708.