

MOVAS C2009: TRIGO CRISTALINO CON RESISTENCIA A ROYA DEL TALLO*

MOVAS C2009: DURUM WHEAT WITH RESISTANCE TO STEM RUST

José Luis Félix-Fuentes¹, Guillermo Fuentes-Dávila^{1§}, Pedro Figueroa-López¹, Gabriela Chávez-Villalba¹, Víctor Valenzuela-Herrera¹ y José Alberto Mendoza-Lugo¹

¹Campo Experimental Norman E. Borlaug. INIFAP. Norman E. Borlaug, km 12. A. P. 155, Valle del Yaqui, Cd. Obregón, Sonora, México. C. P. 85000. (felix.joseluis@inifap.gob.mx), (figueroa.pedro@inifap.gob.mx), (chavez.gabriela@inifap.gob.mx), (valenzuela.victor@inifap.gob.mx), (mendozalbert@gmail.com). §Autor para correspondencia: fuentes.guillermo@inifap.gob.mx.

RESUMEN

La variedad Movas C2009 fue desarrollada en el campo experimental Norman E. Borlaug, en un proyecto colaborativo entre INIFAP y CIMMYT, para las áreas productoras de los estados de Sinaloa, Sonora y Baja California en México. Su pedigrí es CMH83.2578/4/D88059//WARD/YAV79/3/ACO89/5/2*SOOTY_9/RASCON_37/6/1A.1D5+106/3*MOJO/3/AJAIA.12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA.13, y su historial de selección CDSS02B00720S-0Y-0M-8Y-1M-04Y-0B. Movas C2009 cuenta con el registro provisional 2415-TRI-097-190410/C del Catálogo Nacional de Variedades Vegetales del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Ésta variedad es de hábito de crecimiento primaveral y resistente a roya del tallo (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) con rendimiento de grano promedio de 6.35, 5.9 y 7.6 t ha⁻¹ con dos, tres y cuatro riegos de auxilio, respectivamente, en cuatro fechas de siembra, siendo superior al testigo Júpate C2001. En parcelas con agricultores cooperantes, Movas C2009 superó en 0.5 t ha⁻¹ en rendimiento de grano al testigo en promedio de seis validaciones, por lo que representa una nueva opción de trigo cristalino para los agricultores del noroeste del país.

Palabras clave: enfermedad, mejoramiento, rendimiento, resistencia.

ABSTRACT

The Movas C2009 variety was developed in the experimental field Norman E. Borlaug, in a collaborative project between INIFAP and CIMMYT, for the producing areas in the States of Sinaloa, Sonora and Baja California in Mexico. Its pedigree is CMH83.2578/4/D88059//WARD/YAV79/3/ACO89/5/2*SOOTY_9/RASCON_37/6/1A.1D5+106/3*MOJO/3/AJAIA.12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA.13, and its selection history CDSS02B00720S-0Y-0M-8Y-1M-04Y-0B. Movas C2009 has a provisional registration, 2415-TRI-097-190410/C of the National Catalogue of Plant Varieties of the National Seed Inspection and Certification Service. This variety has a spring-growth habit and is resistant to stem rust (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) with an average grain yield of 6.35, 5.9 and 7.6 t ha⁻¹ with two, three and four auxiliary irrigation, respectively; in four planting dates, being superior to the control Júpate C2001. In plots with cooperating farmers, Movas C2009 exceeded on average, the control in 0.5 t ha⁻¹ in grain yield in six validations, so it represents a new option for durum wheat to farmers in the northwest.

Key words: disease, improvement, resistance, yield.

The wheat planted area in northwest Mexico during the 2008-2009 growing season, accounted for 52.38% of the national total, equivalent to 453 665 ha (SIAP, 2011), while

* Recibido: marzo de 2011
Aceptado: septiembre de 2011

La superficie sembrada de trigo en el noroeste de México durante el ciclo agrícola 2008-2009, representó 52.38% del total nacional, lo que equivale a 453 665 ha (SIAP, 2011), mientras que para el ciclo agrícola 2010-2011 fue de 288 766 ha en el sur de Sonora, de las cuales más de 70% correspondió a trigo cristalino o duro. En éste último ciclo, predominaron las variedades de trigo cristalino CIRNO C2008 con 47% y Átil C2000 con 25% (OEIDRUS, 2011). En el sur de Sonora, la presencia de la roya de la hoja es muy recurrente y su agente causal (*Puccinia triticina* Eriksson), prospera rápidamente sobre variedades susceptibles, dando lugar a la aparición de nuevas razas más virulentas del patógeno, ocasionando así la pérdida de la resistencia de las variedades más ampliamente sembradas (Figueroa-López *et al.*, 2010).

Movas C2009, es una variedad de trigo duro o cristalino (*Triticum durum* L.) de hábito de crecimiento primaveral, que se originó de la selección en poblaciones segregantes de la craza CMH83.2578/4/D88059//WARD/YAV79/3/ACO89/5/2*SOOTY_9/RASCON.37/6/1A.1D5+106/3*MOJO/3/AJAIA.12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA.13, llevada a cabo en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Su número de cruzamiento e historia de selección es CDSS02B00720S-0Y-0M-8Y-1M-04Y-0B (Cuadro 1).

for the 2010-2011 crop season it was of 288 766 ha in southern Sonora, out of which over 70% were durum wheat. In this cycle, the predominant crystalline wheat varieties were CIRNO C2008 with 47% and Átil C2000 with 25% (OEIDRUS, 2011). In southern Sonora, the presence of leaf rust it's quite recurrent and its causative agent (*Puccinia triticina* Eriksson), flourish rapidly on susceptible varieties, leading to an emergence of new and more virulent races of this pathogen, causing the loss of resistance of the most widely planted varieties (Figueroa-López *et al.*, 2010).

MovasC2009 is a hard or durum wheat variety (*Triticum durum* L.) of spring-growth habit, which was originated from the selection in segregating populations of crosses CMH83.2578/4/D88059//WARD/YAV79/3/ACO89/5/2*SOOTY_9/RASCON.37/6/1A.1D5+106/3*MOJO/3/AJAIA.12/F3LOCAL (SEL.ETHIO.135.85)//PLATA.13, carried out at the International Center for Maize and Wheat Improvement (CIMMYT). Its number of breeding and selection history CDSS02B00720S-0Y-0M-8Y-1M-04Y-0B (Table 1).

The shuttle breeding process was performed among the experimental stations of El Batán, Estado de Mexico (B) (19° 30' north latitude and 2 249 masl), San Antonio Atizapán, Estado de Mexico (M) (19° 17' north latitude and 2640 masl)

Cuadro 1. Historia de selección y evaluación de la variedad Movas C2009.
Table 1. History of selection and assessment of Movas C2009 cultivar.

Actividad	Localidad	Ciclo agrícola	Condición de riego
Cruza simple	El Batán, Edo. de México	P-V 2002	TR
Generación F1	Cd. Obregón, Sonora	O-I 2002-2003	RN
Generación F2	Cd. Obregón	O-I 2003-2004	RN
Generación F3	Atizapán, Edo. de México	P-V 2004	TR
Generación F4	Cd. Obregón	O-I 2004-2005	RN
Generación F5	Atizapán	P-V 2005	TR
Generación F6	Cd. Obregón	O-I 2005-2006	RN
Generación F7, ensayo de rendimiento, CIMMYT	El Batán	P-V 2006	TR
Ensayos de rendimiento en fechas de siembra, INIFAP	Cd. Obregón	O-I 2007-2008 O-I 2008-2009	RN

TR= temporal regular; RN= riego normal; P-V= primavera verano; O-I= otoño invierno.

El proceso de mejoramiento alternado se realizó entre las estaciones experimentales de El Batán, Estado de México (B) (19° 30' latitud norte y 2 249 msnm), San Antonio Atizapán, Estado de México (M) (19° 17' latitud norte y 2640 msnm) y el Valle del Yaqui (Y) (27° 20' latitud norte y 40 msnm), en Sonora.

and Yaqui Valley (Y) (27° 20' north latitude and 40 masl) in Sonora. For the purpose of seed certification, Movas C2009 has a provisional registration No. 2415-TRI-097-190410/C of the National Catalogue of Plant Varieties (CNVV) of the National Seed Inspection and Certification Service.

Para fines de certificación de semillas, Movas C2009 cuenta con el registro provisional Núm. 2415-TRI-097-190410/C del Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.

Las características morfológicas más importantes para la descripción de la variedad Movas C2009, de acuerdo con los descriptores que marca la Unión Internacional para la protección de nuevas variedades de plantas (UPOV, 1994) vigente en México se presentan en el Cuadro 2.

The most important morphological characteristics for describing Movas C2009, according with the descriptors marked by the International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV, 1994) valid in Mexico are presented in Table 2.

Movas C2009, has a development cycle with physiological maturity ranging from 110 to 131 days, reaching an average of 120 days, quite similar to the control Júpate C2001 which has a cycle from 110 to 128 days depending on the planting

Cuadro 2. Estructura, características y descripción de los componentes fenotípicos de la variedad Movas C2009.
Table 2. Structure, characteristics and description of the phenotypic components of Movas C2009 cultivar.

Estado de desarrollo	Estructura	Características	Descripción
09-11	Coleóptilo	Coloración de antocianinas	Débil
25-29	Planta	Hábito de crecimiento	Erecto
10	Primera hoja	Coloración de antocianinas	Ausente o muy débil
47-51	Planta	Frecuencia de plantas con hojas bandera curvadas	Ausente o muy bajo
50-52	Espiga	Tiempo de emergencia	Media
60-65	Hoja bandera	Glaucosidad de la vaina	Fuerte
55-69	Hoja bandera	Glaucosidad del envés	Fuerte
58-60	Barba	Coloración de antocianinas	Ausente o muy débil
55-75	Tallo	Vellosidad del nudo superior	Ausente o muy débil
60-69	Tallo	Glaucosidad del cuello del pedúnculo	Media
60-69	Espiga	Glaucencia	Media
75-92	Planta	Largo o altura (tallo, espigas y barbas)	Alta
70-92	Espiga	Distribución de las barbas	Toda
75-92	Barbas en la punta de la espiga	Largo en relación a la espiga	Más larga
80-92	Gluma inferior	Forma (en espiguilla del tercio medio de la espiga)	Muy alargada
80-92	Gluma inferior	Forma del hombro	Inclinado
80-92	Gluma inferior	Ancho del hombro	Angosto
80-92	Gluma inferior	Longitud de la punta	Corta
80-92	Gluma inferior	Forma de la punta o pico	Ligeramente curva
80-92	Gluma inferior	Vellosidad de la superficie externa	Presente
90-92	Tallo	Médula en sección transversal	Delgada
90-92	Barbas	Color	Ligeramente café
80-92	Espiga	Largo excluyendo aristas	Mediana
90-92	Espiga	Vellosidad del margen del primer segmento del raquis	Ausente o muy débil
90-92	Espiga	Color (a la madurez)	Blanca
92	Espiga	Forma del perfil	Piramidal
92	Espiga	Densidad	Media
92	Grano	Forma	Semi-elíptico
92	Grano	Longitud de la vellosidad de la brocha en vista dorsal	Corta
92	Grano	Coloración con fenol	Ninguna
92	Planta	Tipo de estacionalidad	Primaveral

Movas C2009, presenta un ciclo de desarrollo con madurez fisiológica que va desde 110 hasta 131 días, llegando a promediar 120 días, similar al testigo Júpare C2001 que presenta ciclo de 110 a 128 días dependiendo de la fecha de siembra con tres riegos de auxilio. En ensayos de cuatro riegos, Movas C2009 promedia 126 días con margen de 115 a 138. La floración de Movas C2009 se presenta a 80 días en promedio de los tres y cuatro riegos, la cual va disminuyendo conforme se incrementan las altas temperaturas, lo que se atribuye a una respuesta natural de la planta cuando se ve sometida a un nivel de estrés generado por las condiciones climáticas (Calderini *et al.*, 2001).

La planta es de hábito de crecimiento erecto, con ausencia o muy baja frecuencia de plantas con hojas bandera curvada. Movas C2009 presenta una estacionalidad primaveral, la longitud de sus tallos la clasifican de porte alto, con una altura promedio de 88 cm, con un máximo de 100 y mínimo 75 cm en tres riegos de auxilio; con cuatro riegos de auxilio la altura promedio se incrementa en 10 cm.

La forma del perfil de la espiga es piramidal, es de densidad media y longitud mediana excluyendo las aristas o barbas que comparadas con la espiga, son más largas. La espiga tiene una glaucencia media. El espigamiento de la variedad Movas C2009 con tres riegos de auxilio se presenta a 79 días, con registros que varían de 74 hasta 85 días en promedio, y con cuatro riegos el mismo espigamiento se presenta desde 77 a 91 días en promedio.

Esta variedad se evaluó principalmente en el Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en el Valle del Yaqui, Sonora; durante los ciclos agrícolas otoño-invierno 2007-2008 con dos y tres riegos de auxilio, y en 2008-2009 con dos y cuatro riegos de auxilios, con rendimiento experimental promedio de 6.35, 5.9 y 7.6 t ha⁻¹ con dos, tres y cuatro riegos, respectivamente, superior en 0.6 t ha⁻¹ a la variedad comercial Júpare C2001. El máximo rendimiento obtenido fue de 8.4 t ha⁻¹ en fecha de siembra del 1 de diciembre con cuatro riegos de auxilio.

En las evaluaciones agrícolas durante los ciclos 2005-2006 a 2008-2009 con riego por goteo, Movas C2009 superó al testigo Júpare C2001, con promedio de 7.47 t ha⁻¹ en los cuatro ciclos de evaluación. El cultivo de trigo al igual que otros cultivos presenta fluctuaciones de los rendimientos entre años y entre sitios, dependiendo éstas variaciones principalmente de la disponibilidad de agua y nutrientes. En lotes de validación con agricultores cooperantes del Valle del

date, with three auxiliary irrigations. In tests with four irrigations, Movas C2009 has an average of 126 days with a margin of 115 to 138. Movas C2009's flowering occurs on average at 80 days, with three or four irrigations, which decreases as the temperatures increases, attributed the plant's natural response when it is subjected to a stress level generated by weather conditions (Calderini *et al.*, 2001).

The plant has erect-growth habit, without or with very low frequency of plants with curved flag leaves. Movas C2009 has spring seasonality; its stems' length is classified as high, with an average height of 88 cm, maximum of 100 and a minimum of 75 cm, three auxiliary irrigations; with four auxiliary irrigations, the average height increases at 10 cm.

The profile shape of the spike is pyramidal, with medium density and medium length, excluding the edges or barbs which are longer compared to the spike. The spike has a medium glaucescent. The tasseling of Movas C2009 variety with three auxiliary irrigations occurs at 79 days, with records ranging from 74 to 85 days on average and with four irrigations, the same tasseling occurs from 77 to 91 days on average.

This cultivar was mainly evaluated at the Norman E. Borlaug Experimental Field (CENEB), of the National Research Institute of Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP) in the Yaqui Valley, Sonora; during the Autumn-Winter crop seasons of 2007-2008, with two and three auxiliary irrigations, and in 2008-2009 with two and four auxiliary irrigations, with an average experimental yield of 6.35, 5.9 and 7.6 t ha⁻¹ with two, three and four irrigations, respectively, higher in 0.6 t ha⁻¹ to the Júpare C2001 commercial variety. The maximum yield obtained was 8.4 t ha⁻¹ in planting date of December 1st with four auxiliary irrigations.

In the agricultural assessments for the 2005-2006 to 2008-2009 cycles with dripping irrigation, Movas C2009 exceeded the control Júpare C2001, averaging a 7.47 t ha⁻¹ in the four evaluated cycles. Wheat crop as well as other crops, has fluctuating yields between the years and between the sites as well, these variations depend mainly on the availability of water and nutrients. In validation lots with cooperating farmers in the Yaqui Valley and at the Valle del Mayo Experimental Site (SEMAY); during the autumn-winter crop season of 2009-2010, the yield of Movas C2009 variety was higher than that of Júpare C2001's, commercial variety in 0.52 t ha⁻¹ (Figure 1).

Yaqui y en el Sitio Experimental Valle del Mayo (SEMAY); durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2009-2010, el rendimiento de la variedad Movas C2009 fue superior a la variedad comercial Júpare C2001 en 0.52 t ha^{-1} (Figura 1).

Movas C2009 ha demostrado su resistencia a la roya de la hoja, con ello el productor de trigo no tendrá que depender del uso de fungicidas para su control. En México la roya de la hoja es la enfermedad del trigo de mayor importancia económica e histórica, siendo la más distribuida e importante del noroeste causando pérdidas de 30 a 60% según la variedad y las condiciones climáticas (Villaseñor *et al.*, 2003).

Además, la variedad Movas C2009 se caracteriza por poseer resistencia a un mayor número de razas de roya del tallo (*Puccinia graminis* Pers.: Pers. f. sp. *tritici* Eriks. y E. Henn.) que las variedades comerciales de trigo cristalino actualmente utilizadas en el noroeste de México; esta enfermedad ha puesto en riesgo la producción de trigo en otras partes del mundo (Singh *et al.*, 2004).

Para mantener la calidad genética, la semilla original de la Movas C2009 se conserva en el Campo Experimental Norman E. Borlaug, bajo la supervisión de los investigadores del programa de trigo y del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). La multiplicación y comercialización de la semilla de Movas C2009, se realiza durante otoño-invierno a través del Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola en el Estado de Sonora (PIEAES); en los siguientes ciclos se contará con semilla en categoría de certificada.

Las recomendaciones técnicas generadas para el manejo de la variedad MOVAS C2009, son una densidad de siembra de 100 kg ha^{-1} y una dosis de fertilización de 120 kg ha^{-1} de nitrógeno, en función del suelo, aplicando 50% de nitrógeno al momento de la siembra y el resto al primer riego de auxilio (INIFAP, 2001). La titularidad de los derechos patrimoniales de la variedad vegetal de trigo denominada Movas C2009, corresponden 100% al INIFAP.

CONCLUSIONES

La variedad Movas C2009, es resistente al carbón parcial (*Tilletia indica* Mitra) y a la punta negra [*Alternaria alternata* (Fries) Keissler] y se obtiene buenos rendimientos en el noroeste de México.

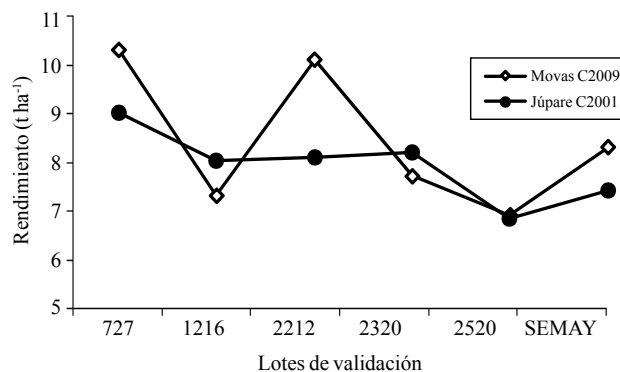


Figura 1. Rendimiento de la variedad Movas C2009 en comparación con Júpare C2001, en lotes de validación con agricultores y en el Sitio Experimental Valle del Mayo durante el ciclo 2009-2010.

Figure 1. Movas C2009 variety's yield compared to Júpare C2001', in validation plots with farmers and, at the Valle de Mayo Experimental Site during the 2009-2010 cycle.

Movas C2009 has shown resistance to leaf rust; thereby, the wheat producer will not have to depend on the use of fungicides for its control. In Mexico, the leaf rust disease of wheat is most important economically and historically is the most distributed and important in the northwest, causing losses up from 30 to 60% depending on the variety and the weather conditions (Villaseñor *et al.*, 2003).

Besides, the Movas C2009 variety is characterized by its resistance to a greater number of races of stem rust (*Puccinia graminis* Pers.: Pers. f. sp. *tritici* Eriks. and E. Henn.) than those of the commercial varieties of durum wheat, currently used in northwestern Mexico; the disease has jeopardized the wheat production in other parts of the world as well (Singh *et al.*, 2004).

In order to maintain the genetic quality, the original seeds of Movas C2009 are preserved at the Norman E. Borlaug Experimental Field, under the supervision of the wheat program researchers of the National Seed Inspection and Certification Service (SNICS). The multiplication and seed marketing of Movas C2009, takes place during autumn-winter through the Board for Agricultural Research and Experimentation in the State of Sonora (PIEAES by its Spanish acronym); in subsequent cycles there will be seeds of certified category.

The technical recommendations generated for the management of Movas C2009 variety, are a planting density of 100 kg ha^{-1} and a dose of fertilizer of 120 kg ha^{-1} of

LITERATURA CITADA

- Calderini, D. F.; Savin, R.; Abeledo, L. G.; Reynolds, M. P. and Slafer, G. A. 2001. The importance of the period immediately preceding anthesis for grain weight determination in wheat. *Euphytica*. 119:199-204.
- Figuerola-López, P.; Félix-Fuentes, J. L.; Fuentes-Dávila, G.; Valenzuela-Herrera, V.; Chávez-Villalba, G. y Mendoza-Lugo, J. A. 2010. CIRNO C2008, nueva variedad de trigo cristalino con alto rendimiento potencial para el estado de Sonora. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 1(5):745-749.
- Campo Experimental Valle del Yaqui. 2001. Guía técnica del Valle del Yaqui. Guía técnica para los cultivos del área de influencia del Campo Experimental Valle del Yaqui. INIFAP-CIRNO-SAGARPA. Cd. Obregón, Sonora, México. 282 p.
- Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable del Estado de Sonora (OEIDRUS). 2011. Estadísticas Agrícolas. URL: <http://www.oeidrus-sonora.gob.mx/>.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2011. Anuarios dinámicos. URL: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar.comdeanuadin.html>.
- Singh, R. P.; Huerta, E. J.; Pfeiffer, W. and Figuerola, L. P. 2004. Occurrence and impact of a new leaf rust race on durum wheat in the Northwestern Mexico during 2001-2003. *Plant Dis.* 88:703-708.

nitrogen; depending on the soil, applying 50% of nitrogen at the planting time and the other half at the first irrigation (INIFAP, 2001). The ownership of the property rights of plant varieties of wheat known as Movas C2009 correspond 100% to INIFAP.

CONCLUSIONS

The Movas C2009 variety is resistant to Karnal bunt (*Tilletia indica* Mitra) and the brown spot disease [*Alternaria alternata* (Fries) Keissler] and obtained good yields in northwest Mexico.

End of the English version



- Unión Internacional para la Protección de Nuevas Variedades de Plantas (UPOV). 1994. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability of durum wheat varieties (*Triticum durum* Desf.). URL: http://www.upov.int/index_en.html.
- Villaseñor, E. O. M.; Huerta, E. J.; Leyva, M. S. G.; Villaseñor, M. E. y Espitia, R. E. 2003. Análisis de virulencia de la roya de la hoja (*Puccinia triticina* Ericks.) del trigo (*Triticum aestivum* L.) en los valles altos de México. *Rev. Mex. Fitopatol.* 21:56-62.