



CAMACHO ORO C2022, TRIGO CRISTALINO DE RIEGO PARA EL NOROESTE DE MÉXICO

CAMACHO ORO C2022, DURUM WHEAT FOR IRRIGATION AREAS IN NORTHWESTERN MEXICO

Jorge Iván Alvarado-Padilla¹, Julio Huerta-Espino², Gabriela Chávez-Villalba³, Rene Hortelano-Santa Rosa^{2*}, Alberto Borbón-Gracia³, Huizar Leonardo Díaz-Ceniceros³, Eliel Martínez-Cruz², Héctor Eduardo Villaseñor-Mir² y Karim Ammar⁴

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valle de Mexicali, Mexicali, Baja California, México. ²INIFAP, Campo Experimental Valle de México, Texcoco, Estado de México, México. ³INIFAP, Campo Experimental Norman E. Borlaug, Cd. Obregón, Sonora, México. ⁴Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, El Batán, Texcoco, Estado de México, México.

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

El trigo cristalino (*Triticum durum* Desf.) se produce en México, principalmente bajo riego, en los estados de Sonora, Sinaloa, Guanajuato y Baja California, con una superficie cosechada de 244,828 ha, una producción de 1,867,185 t y un rendimiento de 7.63 t ha⁻¹ en promedio en 2023 (SIAP, 2025). En el noroeste del país, la industria demanda y bonifica la producción de variedades con color en sémola alto. El programa de trigo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ha generado para los productores de trigo en México la variedad Camacho Oro C2022, con alto pigmento en sémola (Alvarado *et al.*, 2023) y resistente a la roya de la hoja (Huerta-Espino *et al.*, 2024).

La línea que constituye la variedad se generó en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) partiendo de una cruce simple, y en las siguientes generaciones se emplearon los métodos de selección masiva y pedigrí. La F₁ se estableció en el verano de 2012 (P-V) en Texcoco, Estado de México; la F₂ se sembró en la Estación Experimental Norman E. Borlaug en Cd. Obregón, Sonora, México en el ciclo otoño-invierno (O-I) 2012-2013, en riego óptimo, y de ahí se seleccionaron al azar 41 espigas que se cosecharon y trillaron en masa (041Y). La generación F₃ se sembró en la Estación Experimental del CIMMYT en Toluca, México, durante P-V 2013, de donde se seleccionaron y trillaron en masa 34 espigas para avanzar a la siguiente generación (034M). En la generación F₄, la cosecha en masa obtenida se envió a la Estación Experimental Norman E. Borlaug en Cd. Obregón, Sonora, y fue sembrada durante el ciclo O-I 2013-2014 bajo condiciones óptimas de riego; dentro de la población se seleccionaron plantas con buen tipo agronómico y resistentes a la roya de la hoja, sobresaliendo la planta número 2, que se trilló de manera individual (2Y). La F₅ se sembró una vez más en la Estación Experimental del

CIMMYT en Toluca, México durante el ciclo P-V 2014 para evaluar su resistencia a la roya. La progenie de la planta 2Y se cosechó y trilló en masa (0M), terminando así el proceso de selección con un alto grado de homocigosis en la progenie. La genealogía de la variedad Camacho Oro C2022 se muestra a continuación:

EUPODA_3/SLA_2//MINIMUS/3/PLATA_7/ILBOR_1//SOMAT_3/7/ODIN_15/WITNEK_1//ISLON_1/5/TARRO_1/TISOMA_2//TARRO_1/3/COMBDUCK_2/ALAS//4*COMBDUCK_2/4/SHAG_9/BUTO_17/6/VANRIKSE_6.2//1A-1D2+12-5/3*WB881/5/TARRO_1/TISOMA_2//TARRO_1/3/COMB DUCK_2/ALAS//4*COMB.

El pedigrí es el siguiente: CDSS12Y00636S-041Y-034M-2Y-0M.

Camacho Oro C2022 es de hábito de crecimiento de primavera, con espigamiento de 85 a 90 días y la madurez fisiológica se presenta entre los 125 y 130 días, con una altura de 85 a 90 cm (Figura 1). El coleóptilo presenta coloración media de antocianinas, la planta es de crecimiento erecto, muy pocas plantas con hoja bandera curvada y tiene fuerte vellosidad en el nudo superior. Al llegar a la madurez, la espiga presenta color blanco, con aristas que se encuentran distribuidas en toda la espiga, de color negro en la base y en las puntas termina con tonalidades cafés. La longitud de las aristas es de 10 cm excluyendo la espiga; es decir, las aristas son más largas que la espiga, que presenta una longitud de 8 cm en promedio, con 21 espiguillas por espiga, las cuales en la parte basal generan dos granos, en la parte central tres granos y en la parte apical dos granos, produciendo en promedio 55 granos por espiga con un peso de 3.3 g (Figura 1). La gluma inferior del tercio medio no presenta vellosidad y tiene una forma oblonga media con una longitud de 11 mm y anchura de 4

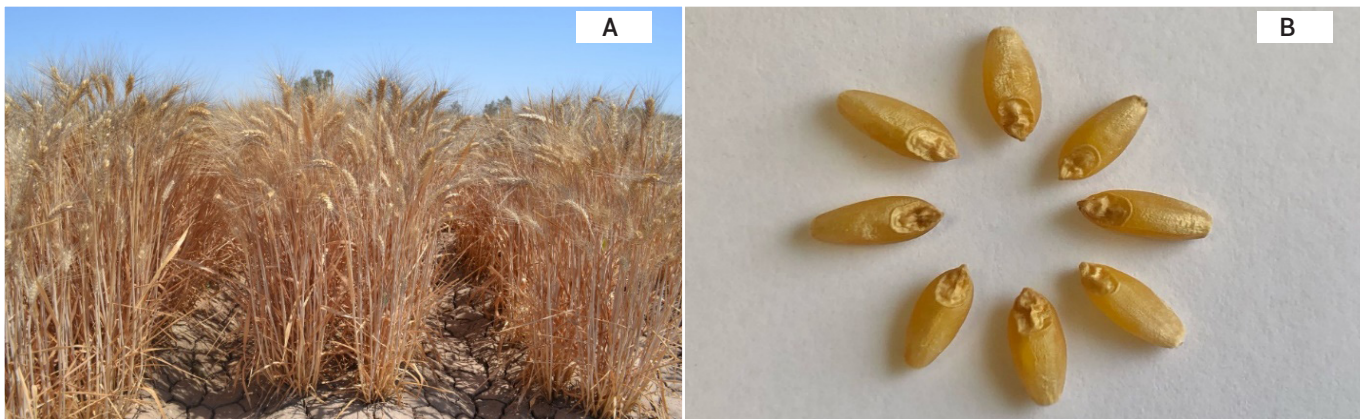


Figura 1. A) Porte de planta a madurez comercial y B) grano de Camacho Oro C2022.

mm, el pico de la gluma es de longitud media, sin curvatura. El grano tiene forma semi-elíptica y mide 9, 3.5 y 3 mm de largo, ancho y espesor, respectivamente, con brocha corta, sin reacción al fenol.

El rendimiento de grano de Camacho Oro C2022 se evaluó bajo condiciones de riego en el Valle de Mexicali durante los últimos cuatro ciclos agrícolas (2020-2021 al 2023-2024), y se comparó contra el rendimiento de las variedades Cirno C2008, Baroyeca Oro C2013 y Quetchehueca Oro C2013. En la Figura 2 se observa que Camacho Oro C2022 superó el rendimiento de las tres variedades en los cuatro años de evaluación; a Cirno C2008 la superó por 1.3 % en 2020-2021, 4.8 % en 2021-2022, 5.0 % en 2022-2023 y 2.2 % en 2023-2024; el incremento con respecto a Quetchehueca

Oro C2013 fue de 6.3 %, 12.5 %, 1.8 % y 3.2 % en dichos ciclos, respectivamente, mientras que Baroyeca Oro C2013 fue superada por Camacho Oro C2022 con 9.2 %, 13.2 %, 6.5 % y 2.8 %, respectivamente.

Se verificó la resistencia a roya de la hoja y roya amarilla en el estado de plántula de la variedad Camacho Oro C2022 en el Laboratorio Nacional de Royas y Otras Enfermedades de Cereales (LANAREC), ubicado en el Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX) del INIFAP, durante el ciclo primavera-verano (P/V) 2021 con las razas fisiológicas CMEX14.25, CMEX16.04, CMEX17.87 y CMEX18.01 de roya amarilla, y la raza BBG/BP_Cirno para roya de la hoja, esta última venció la resistencia de CIRNO C2008 en el sur de Sonora, México. Para roya de la hoja y roya amarilla se usó

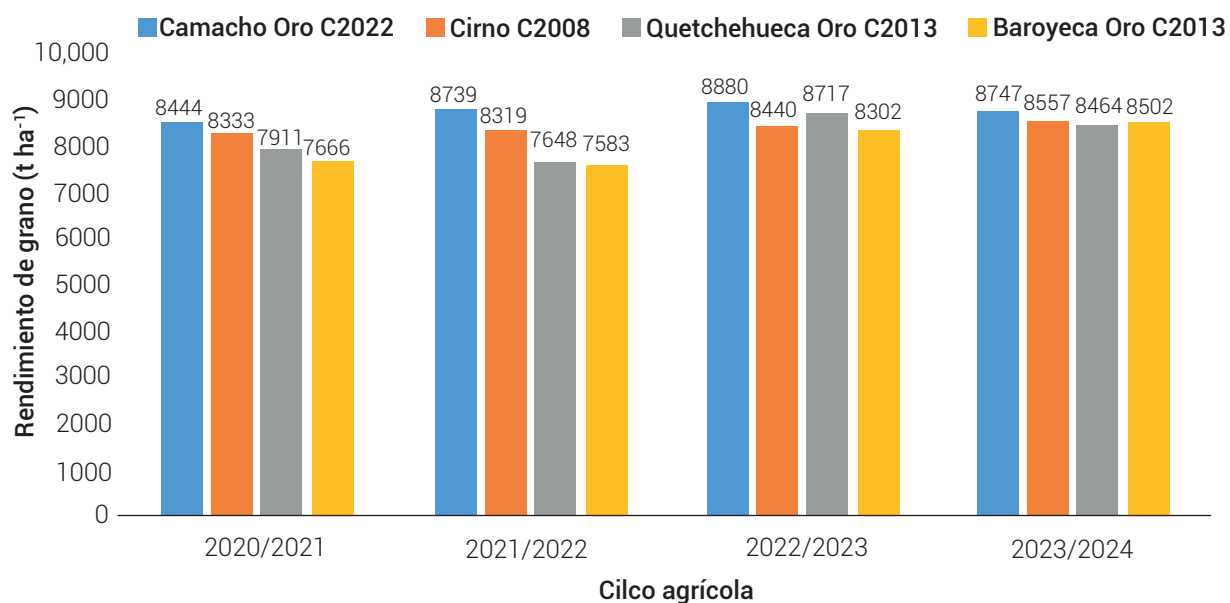


Figura 2. Rendimiento promedio de la variedad Camacho Oro C2022 con respecto a cuatro variedades testigo de trigo cristalino en el Valle de Mexicali, México en cuatro ciclos de cultivo de 2020 a 2024.

la escala de Roelfs *et al.* (1992). La variedad Baroyeca Oro C2013 fue susceptible a las razas CMEX18.01, CMEX14.25 y CMEX16.04, y Cirno C2008 resultó susceptible a las razas CMEX18.01 y CMEX14.125, mientras que la nueva variedad Camacho Oro C2022 fue resistente a las razas de roya evaluadas en estado de plántula (Cuadro 1).

La variedad Camacho Oro C2022 cuenta con un peso hectolítrico de 83 kg hL⁻¹ en promedio, igual al de la variedad Cirno C2008, que es la de mayor superficie sembrada en el noroeste de México, y más de 90 % de granos vitreos, lo que incide favorablemente en el rendimiento de sémola.

La coloración amarilla de la sémola tuvo valores de 27 b Minolta, de acuerdo con el colorímetro (Konica Minolta,

Chiyoda-ku, Tokio, Japón), con lo que se producirán pastas de coloración apropiada para la industria.

Camacho Oro C2022 es recomendada para siembras de riego en otoño-invierno en Baja California y Sonora, México; en estos estados, se recomienda sembrar del 15 de noviembre al 31 de diciembre. La variedad Camacho Oro C2022 cuenta con registro en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) con el número TRI-185-180423. La semilla original se conserva en el Campo Experimental Valle de Mexicali del INIFAP y se comercializa como semilla básica para que las empresas generen las categorías registradas y certificadas.

Cuadro 1. Reacción a razas de roya amarilla y roya de la hoja sobre plántulas de tres variedades de trigo cristalino

Variedad	Razas de roya				
	CMEX 18.01	CMEX 17.87	CMEX 14.25	CMEX 16.04	BBG/BP_Cirno
Boroyeca Oro C2013	7	5	7	8	X
Cirno C2008	8	6	7	4	4
Camacho Oro C2022	1	1	0	1	X

En las razas CMEX 0-6: resistentes y 7-9: susceptibles, en la raza BBG/BP 0 al 2 o 2+, o X son resistentes, y 3 o 4 son susceptibles.

AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Trigos duros del CIMMYT, por la generación de la línea y el financiamiento parcial, y al INIFAP, por el proyecto con número de SIGI 153335532, denominado Programa Nacional de Mejoramiento Genético para Generar Variedades Resistentes a Royas, de Alto Rendimiento y Alta Calidad para una Producción Sustentable de Trigo en México, por el financiamiento para el establecimiento de los ensayos de rendimiento.

BIBLIOGRAFÍA

Alvarado P. J. I., G. Chávez V., A. Borbón G., K. Ammar, J. Huerta E., H. E.

Villaseñor M. y Y. N. Vargas R. (2023) Descripción fenotípica de la variedad de trigo cristalino Camacho Oro C2022. Desplegable Técnico 30. Campo Experimental Valle de Mexicali, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Mexicali, Baja California, México. 2 p.

Huerta-Espino J., B. Pérez-López, L. A. Crespo-Herrera, H. E. Villaseñor-Mir, R. Hortelano-Santa Rosa, R. P. Singh y K. Ammar (2024) Evolución de *Puccinia triticina* Eriksson, causante de roya de la hoja del trigo cristalino en México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 47:3-10, <https://doi.org/10.35196/rfm.2024.1.3>

Roelfs A. P., P. R. Singh and E. E. Saari (1992) Las Royas del Trigo: Conceptos y Métodos para el Manejo de esas Enfermedades. CIMMYT. México, D. F. 81 p.

SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2025) Anuario estadístico de la producción agrícola. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México, México. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/ (Enero 2025).