

Determinación de los componentes de rendimiento en cuatro variedades comerciales de trigo cristalino durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2020-2021 en el Valle del Yaqui, Sonora, México

Determination of yield components in four commercial durum wheat cultivars during the 2021-2022 fall-winter crop season in the Yaqui Valley, Sonora, Mexico

DOI: 10.34188/bjaerv6n3-060

Recebimento dos originais: 05/05/2023

Aceitação para publicação: 30/06/2023

Ivón Alejandra Rosas-Jáuregui

Maestría en Parasitología Agrícola por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Institución: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug

Dirección: km 12 Norman E. Borlaug, entre 800 y 900, Valle del Yaqui, Cd. Obregón, Sonora, México CP 85000

Correo electrónico: rosas.ivon@inifap.gob.mx

Guillermo Fuentes-Dávila

Doctor en Fitopatología por la Universidad Estatal de Washington

Institución: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug

Dirección: km 12 Norman E. Borlaug, entre 800 y 900, Valle del Yaqui, Cd. Obregón, Sonora, México CP 85000

Correo electrónico: fuentes.guillermo@inifap.gob.mx

José Luis Félix-Fuentes

Maestría en Recursos Naturales por el Instituto Tecnológico de Sonora

Institución: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug

Dirección: km 12 Norman E. Borlaug, entre 800 y 900, Valle del Yaqui, Cd. Obregón, Sonora, México CP 85000

Correo electrónico: felix.joseluis@inifap.gob.mx

Alma Angélica Ortiz-Ávalos

Maestría en Ingeniería de Administración de Recursos Hidráulicos por el Instituto Tecnológico de Sonora

Institución: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug

Dirección: km 12 Norman E. Borlaug, entre 800 y 900, Valle del Yaqui, Cd. Obregón, Sonora, México CP 85000

Correo electrónico: ortiz.alma@inifap.gob.mx

Juan Manuel Cortés-Jiménez

Doctor en Manejo y Conservación de Recursos Naturales por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

Institución: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug

Dirección: km 12 Norman E. Borlaug, entre 800 y 900, Valle del Yaqui, Cd. Obregón, Sonora, México CP 85000

Correo electrónico: cortes.juanmanuel@inifap.gob.mx

RESUMEN

El trigo cristalino es una de las especies de cereales esenciales y se cultiva mundialmente en casi 17 millones de hectáreas, con una producción de 38.1 millones de toneladas. En este trabajo se evaluó el potencial de rendimiento de grano de las variedades de trigo cristalino CENEB Oro C2017, Baroyeca Oro C2013, Quetchehueca Oro C2013 y el testigo regional CIRNO C2008, durante el ciclo agrícola 2021-2022. La fecha de siembra fue el 02 de diciembre del 2021 en la Estación Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui, Sonora, México. Las parcelas experimentales consistieron en dos camas de 3 m de longitud con dos hileras, separadas a 0.80 m, con tres repeticiones. La densidad de siembra fue de 100 kg ha⁻¹. La fertilización consistió en 150 kg ha⁻¹ de urea en pre-siembra y luego se aplicó un riego para la germinación de la semilla y tres riegos complementarios durante el ciclo; antes del primer riego complementario, se aplicaron 100 kg ha⁻¹ de urea y fósforo y 100 kg ha⁻¹ de urea en el segundo riego. En los parámetros evaluados, CIRNO C2008 superó al resto de las variedades en peso de espiga alcanzando un valor promedio de 3.81 g, y peso de mil granos con 58.76 g, mientras que CENEB Oro C2017 fue superior en número de granos por espiga con 55 y en peso de granos por espiga con 3.66 g. Las variedades CIRNO C2008 y CENEB Oro C2017 obtuvieron un valor de 0.76 cm en longitud de grano; mientras que Baroyeca Oro C2013 presentó la mayor longitud de espiga con 7.42 cm. El rendimiento de grano del testigo fue de 6.66 t ha⁻¹ superando por 850 kg a Baroyeca Oro C2013, por 1,170 a Quetchehueca Oro C2013, y por 260 kg a CENEB Oro C2017.

Palabras clave: Trigo cristalino, *Triticum durum*, componentes de rendimiento.

ABSTRACT

Durum wheat is one of the essential cereal species, cultivated in almost 17 million hectares with a worldwide production of 38.1 million tons. In this work, the grain yield potential of durum wheat cultivars CENEB Oro C2017, Baroyeca Oro C2013, Quetchehueca Oro C2013, and the regional check CIRNO C2008, was evaluated during the 2021-2022 crop season. Sowing date was December 02, 2021, at the Norman E. Borlaug Experimental Station in the Yaqui Valley, Sonora, Mexico. Experimental plots consisted of two beds 3 m long separated by 0.80 m with two rows each, and with three replications. Seed density was 100 kg ha⁻¹. Fertilization consisted of 150 kg ha⁻¹ of urea before sowing, and then an irrigation was applied for seed germination. Three complementary irrigations were applied during the crop season; 100 kg ha⁻¹ of urea and phosphorus were applied before the first complementary irrigation, and 100 kg ha⁻¹ of urea before de second irrigation. Among the parameters evaluated, cultivar CIRNO C2008 overcame the rest of cultivars in spike weight with an average of 3.81 g, and a thousand grain weight of 58.76 g, while cultivar CENEB Oro C2017 showed the highest number of grains per spike with 55 and in grain weight per spike with 3.66 g. CIRNO C2008 and CENEB Oro C2017 showed the highest grain length with 0.76 cm; while Baroyeca Oro C2013 showed the highest spike length with 7.42 cm. Grain yield of the regional check was 6.66 t ha⁻¹ which was 850 kg greater than Baroyeca Oro C2013, 1,170 greater than Quetchehueca Oro C2013, and 260 kg greater than CENEB Oro C2017.

Keywords: Durum wheat, *Triticum durum*, yield components.

1 INTRODUCCION

El trigo (*Triticum* spp.) es un pilar clave de la seguridad alimentaria, siendo el más cultivado en todo el mundo y constituyendo el 20% de todas las calorías y proteínas humanas (Shiferaw *et al.*, 2014). El trigo cristalino (*Triticum durum* Desf.) es una de las especies de cereales esenciales y se cultiva en todo el mundo en casi 17 millones de hectáreas, con una producción mundial de 38.1

millones de toneladas (AAFC, 2019). En el 2020 en México se produjeron cerca de tres millones de toneladas, concentradas en los estados de Sonora, Baja California y Guanajuato al aportar en conjunto 72.7% de la producción nacional (SIAP, 2022a). Se prevé que para el año 2050, la demanda de trigo aumentará un 70% debido al crecimiento de la población y a los cambios en sus hábitos alimentarios (SIAP, 2019). La preferencia por la especie cultivada de trigo difiere por región; el trigo cristalino prevalece en el noroeste debido a sus altos rendimientos, resistencia a enfermedades y a la aceptación que éste tiene en el mercado internacional (Fuentes-Dávila *et al.*, 2014). CIRNO C2008 (Figueroa-López *et al.*, 2010) es la variedad más utilizada por los productores del sur de Sonora a pesar de que ha perdido su resistencia a la roya de la hoja raza BBG/BP_CIRNO, causado por el hongo *Puccinia triticina* E. (Huerta-Espino *et al.*, 2017); sin embargo, en los últimos tres ciclos agrícolas ha cubierto el 92% de la superficie de siembra (CESAVESON, 2020, 2021, 2022). En los últimos años se han liberado nuevas variedades de trigo cristalino y harinero, sin embargo, los productores se resisten a la adopción de éstas, ya que CIRNO C2008 tiene un alto potencial de rendimiento de grano (Figueroa-López *et al.*, 2010). Durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2021-2022, el porcentaje del área sembrada con las variedades de trigo cristalino en el sur de Sonora fue: CIRNO C2008 91.85%, Quetchehueca Oro C2013 3.97%, CENEB Oro C2017 1.93%, Baroyeca Oro C2013 1.06% y Don Lupe Oro C2020 0.03% (CESAVESON, 2021). Chávez Villalba *et al.* (2015) reportaron que la variedad Baroyeca Oro C2013 se estableció durante tres ciclos agrícolas (2009-2010 al 2011-2012) en ensayos experimentales en el Campo Experimental Norman E. Borlaug, previos a su liberación, donde registró un rendimiento promedio de 5.8 t ha⁻¹ y superó con el 1.7% al testigo CIRNO C2008; mientras que Fuentes Dávila *et al.* (2014) reportaron que durante los mismos ciclos agrícolas y con el mismo testigo, Quetchehueca Oro C2013 obtuvo un rendimiento de 5.87 t ha⁻¹, logrando superar al testigo con el 2.7%. En el 2017 se liberó la variedad CENEB Oro C2017 evaluada en cuatro ciclos agrícolas, que comprendieron del 2011-2012 hasta el 2016-2017, período en el que mostró un rendimiento promedio similar al de CIRNO C2008 con 5.9 t ha⁻¹ (Chávez Villalba *et al.*, 2018). El objetivo del presente trabajo fue determinar con base en el rendimiento de grano y sus componentes, la variedad comercial de trigo cristalino más productiva durante el ciclo 2021-2022.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación se llevó a cabo en la Estación Experimental Norman E. Borlaug (CENEB) perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias de México (INIFAP), ubicado en block 910 del Valle del Yaqui en el estado de Sonora, México (27°22'3.01" N y 109°55'40.22" W; 37 msnm) durante el ciclo agrícola O/I 2021-2022. Esta región del sur de

Sonora se caracteriza por presentar un clima seco cálido (BW (h)) y calor extremo (BS_o) según la clasificación de Köppen, modificada por García (2004). Las cuatro variedades de trigo cristalino más sembradas en el sur de Sonora: CENEB Oro C2017, Baroyeca Oro C2013, Quetchehueca Oro C2013 y el testigo regional CIRNO C2008, se evaluaron para determinar los siguientes componentes de rendimiento: peso de espiga (g), longitud de espiga (cm), número de granos por espiga, peso de granos por espiga (g), longitud de grano (cm), peso de mil granos (g), y rendimiento de grano por parcela (t ha⁻¹). El pedigrí e historial de selección de las variedades se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Variedades comerciales de trigo cristalino evaluadas en la Estación Experimental Norman E. Borlaug, durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2021-2022 en el Valle del Yaqui, Sonora, México.

Variedad	Pedigrí e historial de selección
CENEB ORO C2017	CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SNITAN/4/JUPAREC2001/5/ CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SNITAN/6/RISSA/GAN// POHO_1/3/PLATA_3//CREX/ALLA*2/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1 CDSS07Y00184S-099Y-099M-12Y-1M-04Y-0B
Baroyeca Oro C2013	ARMENT//2*SOOTY_9/RASCON_37/4/CNDO/ PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SNITAN CDSS02B00643S-0Y-0M-1Y-4M-04Y-0B
Quetchehueca Oro C2013	GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11/4/DUKEM_1//PATKA_7/YAZI_1/3/PATKA _7/YAZI_1/5/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/3/ADAMAR CDSS04B00367T-0TOPY-10Y-0M-4Y-0M-4Y-0B
CIRNO C2008 (TESTIGO)	SOOTY_9/RASCON_37//CAMAYO CGS02Y00004S-2F1-6Y-0B-1Y-0B

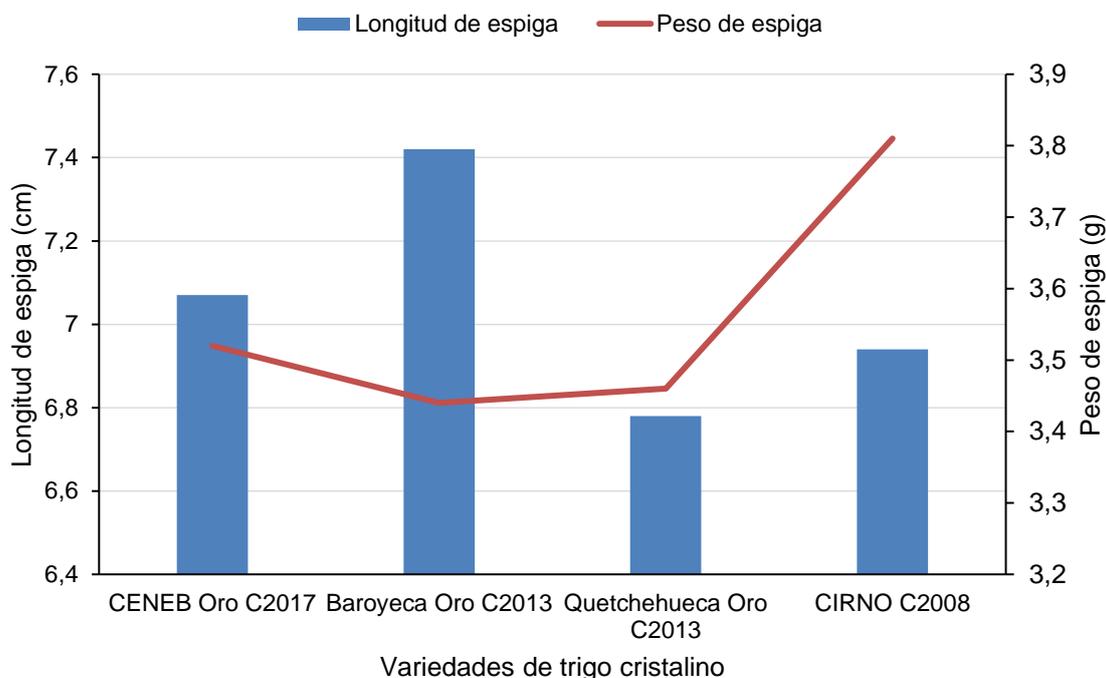
La fecha de siembra fue el 02 de diciembre de 2021, en parcelas que consistieron de dos camas de 3 m de largo, separadas a 0.80 m, con dos hileras, distribuidas al azar y con tres repeticiones, con una densidad de siembra de 100 kg ha⁻¹. La fertilización consistió en 150 kg ha⁻¹ de urea en pre-siembra. Se aplicó un riego para la germinación de la semilla y tres complementarios durante el ciclo; antes del primer riego complementario se aplicaron 100 kg ha⁻¹ de urea y fósforo, y 100 kg ha⁻¹ de urea antes del segundo riego. Durante el desarrollo del cultivo se utilizaron herbicidas para el control de maleza de hoja ancha, Full-mina 4 (Corteva, 2021a) y Starane Ultra (300 mL ha⁻¹) (Corteva, 2021b) en la etapa de amacollamiento (etapa 24, Zadoks *et al.*, 1974), y para el control de hoja angosta se usó el producto Axial XL (400 mL ha⁻¹) (Syngenta, 2021) en etapa de alargamiento de tallo (etapa 35, Zadoks). El control del pulgón del follaje (*Schizaphis graminum* Rondani) se llevó a cabo mediante productos de origen orgánico Nim-Canela (1000 mL ha⁻¹) (Bionutra, 2021) en etapa de espigamiento (etapa 51, Zadoks); al no observar un control de la plaga, se optó por utilizar el insecticida Muralla Max (200 mL ha⁻¹) (Bayer, 2021) entrando en etapa de floración (etapa 65, Zadoks). La cosecha se realizó manualmente con hoz y la trilla con una trilladora de planta individual, así como con una trilladora estacionaria Pullman. Para el peso y longitud de espigas, número, peso de granos por espiga y longitud de grano, se seleccionaron diez espigas por

repetición; el peso de mil granos se determinó mediante la cuantificación y peso de los mismos. El rendimiento de grano por parcela se estimó a partir de una parcela por repetición.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso promedio de la espiga en las cuatro variedades fue de 3.56 g con un rango de 3.44-3.81; la variedad CIRNO C2008 presentó el mayor peso con 3.81 g seguida de CENEBA Oro C2017 con 3.52, mientras que Baroyeca Oro C2013 y Quetchehueca Oro C2013 obtuvieron un peso de espiga por debajo del promedio (Figura 1). La relación positiva entre el peso de las espigas y el número de flores fértiles en floración, demuestra que la cantidad de recursos alojados en la espiga es fundamental para lograr un alto número de granos (Slafer *et al.*, 1990).

Figura 1. Longitud (cm) y peso (g) de espiga de cuatro variedades comerciales de trigo cristalino en el ciclo agrícola 2021-2022, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui, Sonora, México.



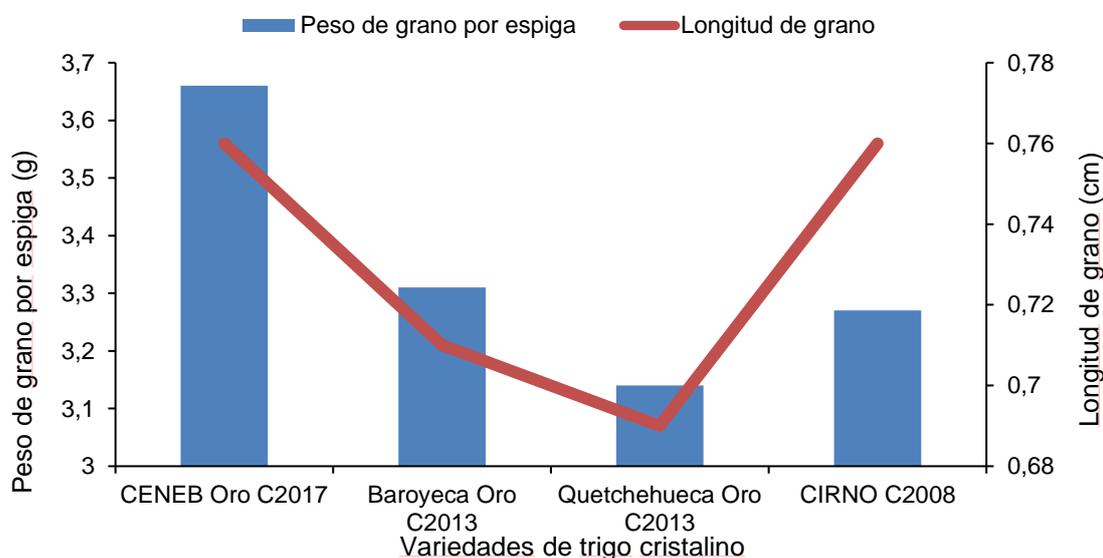
De esta manera ante valores iguales de partición de asimilados a espigas, una mayor cantidad de biomasa acumulada a floración determina un mayor peso de las espigas y por lo tanto un mayor número de granos (Miralles, 2003). El promedio general de la longitud de espiga fue de 7.05 cm con un rango de 6.78 a 7.42; Baroyeca Oro C2013 tuvo el promedio de mayor longitud de espiga con 7.42 cm, seguida de CENEBA Oro C2017 con 7.07, mientras que CIRNO C2008 y Quetchehueca Oro C2013 estuvieron por debajo de la media con 6.94 y 6.78 cm, respectivamente. CENEBA Oro C2017 presentó el mayor número de granos por espiga con 55, seguida de Baroyeca Oro C2013 con

54 y las otras dos variedades con 50. A pesar de que ha habido incrementos sustanciales en el número de granos por espiga, reportes indican que el rendimiento potencial de trigo está limitado por un número de granos por espiga aún pequeño, en las variedades modernas (Miralles y Slafer, 2007; Zhang *et al.*, 2010).

El mayor peso de grano por espiga lo mostró la variedad CENEB Oro C2017 con 3.66 g, mientras que las otras variedades estuvieron por debajo de la media que fue de 3.35 g (Figura 2). El mayor diferencial lo mostró la variedad Quetchehueca oro C2013 con 14.2%, seguida de CIRNO C2008 con 10.6%. La longitud de grano promedio fue de 0.73 cm, siendo CIRNO C2008 y CENEB Oro C2017 quienes tuvieron la mayor longitud con 0.76 cm; el mayor diferencial lo mostró nuevamente la variedad Quetchehueca oro C2013 con 9.2%. El tamaño y la morfología del grano son los caracteres agronómicos más importantes ya que afectan el rendimiento, la calidad del producto comestible y también del valor en el mercado (Tanabata *et al.*, 2012). Este carácter también tiene influencia en el peso hectolítrico, el vigor de la semilla y consecuentemente en la comercialización.

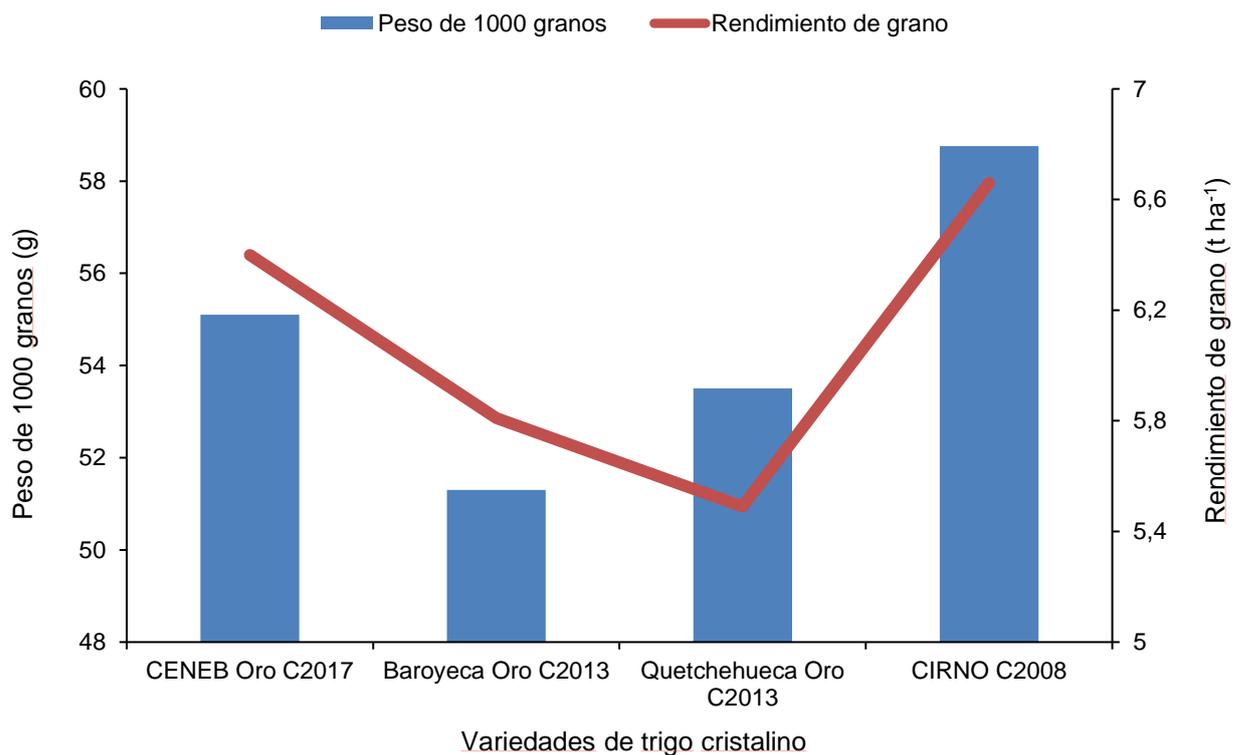
El peso promedio de mil granos de las cuatro variedades fue de 54.67 g; CIRNO C2008 presentó una diferencia de 4.09 g por encima del promedio (58.76 g), seguida de CENEB Oro C2017 con un peso de 55.10 g, mientras que Baroyeca Oro C2013 y Quetchehueca Oro C2013 obtuvieron valores por debajo del promedio (Figura 3). De acuerdo a Baillot *et al.* (2018), el peso de mil granos es uno de los componentes que determinan el rendimiento de grano en trigo; representa el valor promedio del peso individual del grano, el cual depende de su posición dentro de la espiga y de su posición dentro de la espiguilla.

Figura 2. Peso de grano por espiga (g) y longitud de grano (cm) de cuatro variedades comerciales de trigo cristalino en el ciclo agrícola 2021-2022, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui, Sonora, México.



En relación al rendimiento de grano, el promedio de las cuatro variedades fue de 6.09 t ha⁻¹ con un rango de 5.49 a 6.66. El rendimiento de grano de CIRNO C2008 fue de 6.66 t ha⁻¹, superando por 850 kg a Baroyeca Oro C2013, por 1,170 a Quetchehueca Oro C2013, y por 260 kg a CENEBO Oro C2017; lo cual refleja el efecto del peso de mil granos en este resultado, aunque su peso de grano no fue el mayor. Estrada-Campuzano *et al.* (2008) reportaron que uno de los componentes numéricos más importantes del rendimiento es el peso de grano, el cual se define durante el período comprendido entre floración y madurez fisiológica, y puede ser afectado tanto por estrés biótico y abiótico. Sin embargo, Peltonen-Sainio *et al.* (2007) indicaron que el peso del grano no está asociado al rendimiento, pero también se ha encontrado que algunas combinaciones en germoplasma del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo expresan altos rendimientos con alto peso de grano (Rathey *et al.*, 2009).

Figura 3. Peso de 1000 granos (g) y rendimiento de grano por parcela (t ha⁻¹) de cuatro variedades comerciales de trigo cristalino en el ciclo agrícola 2021-2022, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui, Sonora, México.



Generalmente, el rendimiento de grano de las líneas experimentales y variedades comerciales en el Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB) no son altos, dada la textura arcillosa del suelo. Cuando se liberó la variedad CIRNO C2008, su rendimiento experimental promedió en tres ciclos agrícolas 6.3 t ha^{-1} , mientras que en campos de productores cooperantes su promedio fue de 8.4 (Figueroa-López *et al.*, 2010). Ortiz-Avalos *et al.* (2023) obtuvieron un rendimiento promedio de CIRNO C2008 de 5.6 t ha^{-1} en el mismo CENEB en el ciclo agrícola 2021-2022, cuando se sembró después de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) el cual se fertilizó con gallinaza, pero al trigo no se le fertilizó; sin embargo, al siguiente ciclo agrícola obtuvieron un promedio de 8.05 t ha^{-1} cuando CIRNO C2008 se fertilizó con composta granulada BIDA (DASA, 2023). Como se indicó anteriormente, los productores del sur de Sonora siguen prefiriendo a CIRNO C2008 por su alto potencial de rendimiento, ya que les es redituable a pesar de su susceptibilidad a la roya de la hoja; durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2021-2022, el porcentaje del área sembrada con esta variedad en el Valle del Yaqui fue del 92.3% en lo que se refiere a trigo harinero y trigo cristalino (SIAP, 2022b), en donde contribuyó a un rendimiento promedio en esa región de 7.58 t ha^{-1} y en el Valle del Mayo fue de 6.10 t ha^{-1} a pesar de que se tuvo restringida la aplicación de agua a solo dos riegos de auxilio (Torres-Cruz *et al.*, 2023).

4 CONCLUSIONES

La variedad de trigo cristalino CIRNO C2008 fue superior a las variedades CENEB Oro C2017, Baroyeca Oro C2013 y Quetchehueca Oro C2013 en el peso de espiga y peso de mil granos, mientras que en longitud de espiga fue similar a CENEB Oro C2017.

El rendimiento de grano de CIRNO C2008 fue de 6.66 t ha^{-1} , superando por 850 kg a Baroyeca Oro C2013, por 1,170 kg a Quetchehueca Oro C2013, y por 260 kg a CENEB Oro C2017.

A pesar de haber perdido su resistencia a la roya de la hoja (*Puccinia triticina*), CIRNO C2008 sigue siendo una buena opción de trigo cristalino para los productores del sur de Sonora, México, siempre y cuando se lleve a cabo un buen manejo integrado de la enfermedad; sin embargo, CENEB Oro C2017, Baroyeca Oro C2013 y Quetchehueca Oro C2013 son alternativas potenciales importantes por su diferencial en su alta pigmentación de la sémola, y porque han mantenido su resistencia a la roya de la hoja.

REFERENCIAS

AAFC (Agricultura y Agroalimentación de Canadá). 2019. Canadá: Perspectivas de los principales cultivos extensivos. 19 de julio de 2019. <http://www.agr.gc.ca/eng/industry-markets-and-trade/canadian-agri-food-sector-intelligence/crops/reports-and-statistics-data-for-canadian-principal-field-crops/?id=1378743094676>. Consultado el 26 de septiembre de 2021.

Baillet, N; Girousse, C; Allard, V; Piquet-Pissaloux, A; Le Gouis, J. 2018. Different grain-filling rates explain grain-weight differences along the wheat ear. PLOS ONE 13(12):e0209597. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209597>.

BAYER de México, S.A. DE C.V. 2021. Muralla Max 300 OD. Hoja de seguridad. <https://www.quimagro.com.mx/web/content/14582/Muralla-Max-Ficha-tecnica.pdf>. Consultado el 9 de octubre de 2021.

BIONUTRA S.A. de C.V. 2021. Neem Canela. hoja de seguridad. https://pnm.com.mx/wp-content/uploads/2020/12/FT_NeemCanela.pdf. Consultado el 14 de octubre de 2021.

CESAVESON (Comité de Sanidad Vegetal del Estado de Sonora). Superficie con permiso de siembra por variedad. 2020. Disponible en: <https://osiap.org.mx/senasica/quienes-estado/sonora/Agricola>.

CESAVESON (Comité de Sanidad Vegetal del Estado de Sonora). Superficie con permiso de siembra por variedad. 2021. Disponible en: <https://osiap.org.mx/senasica/quienes-estado/sonora/Agricola>.

CESAVESON (Comité de Sanidad Vegetal del Estado de Sonora). Superficie con permiso de siembra por variedad. 2022. Disponible en: <https://osiap.org.mx/senasica/quienes-estado/sonora/Agricola>.

Chávez-Villalba, G; Camacho-Casas, MA; Figueroa-López, P; Fuentes-Dávila, G; Félix-Fuentes, JL; y Villa-Aragón, BA. 2015. Baroyeca Oro C2013: nueva variedad de trigo duro para su cultivo en el noroeste de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 6(2):421-425.

Chávez-Villalba, G; Camacho-Casas, MA; Ammar, K; Alvarado-Padilla, JI; Fuentes-Dávila, G; y Borbón-Gracia, A. 2018. CENEBO Oro C2017: nueva variedad de trigo duro para el noroeste de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 9(7):1560-1563.

Corteva Agriscience México. 2021a. Full-Mina 4. Hoja de seguridad. <https://www.corteva.mx/content/dam/dpagco/corteva/la/mesoandean/mx/es/products/files/FULLMINA4%20E-TIQUETA%20WEB.pdf>. Consultado el 9 de octubre de 2021.

Corteva Agriscience México. 2021b. Folleto técnico. <https://www.corteva.mx/productos-y-soluciones/proteccion-de-cultivos/starane-ultra.html>. Consultado el 10 de octubre de 2021.

DASA. Ficha técnica. Bida, bioestimulante orgánico. 2023. <https://drive.google.com/file/d/1HkGOEoimAg--FIFfzXoWDpwotvKwn9m/view>. Consultado el 3 de mayo de 2023.

Estrada-Campuzano, G; Miralles, DJ; and Slafer, GA. 2008. Genotypic variability and response to water stress of pre-and post-anthesis phases in triticale. *European Journal of Agronomy* 28(3):171-177. doi:10.1016/j.eja.2007.07.005.

Figuroa-López, P; Félix-Fuentes, JL; Fuentes-Dávila, G; Valenzuela-Herrera, V; Chávez-Villalba, G; y Mendoza-Lugo, JA. 2010. CIRNO C2008, nueva variedad de trigo cristalino con alto rendimiento potencial para el estado de Sonora. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 1:745-749. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263119819016>.

Fuentes-Dávila, G; Figuroa-López, P; Camacho-Casas, MA; Chávez-Villalba, G; y Félix-Fuentes, JL. 2014. Quetchehueca Oro C2013, nueva variedad de trigo cristalino para el noroeste de México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 37(4):399-401. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/37-4/11a.pdf>.

García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Libros número 6. México, D.F. 90 p. Disponible en: <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/83/82/251-1>.

Huerta-Espino, J; Villaseñor-Mir, HE; Singh, RP; Pérez-López, JB; Ammar, K; García-León, E; y Solís-Moya, E. 2017. Evaluación de líneas y variedades de trigo cristalino a la raza de la roya de la hoja BBG/BP_CIRNO causada por *Puccinia triticina* E. que venció la resistencia de CIRNO C2008. *Revista Mexicana de Fitopatología* 35 (Suplemento 2017): S96- S97. Disponible en: https://rmf.smf.org.mx/suplemento/docs/Volumen352017/Reseumenes_Posters_S352017.pdf.

Miralles, DJ. 2003. Fisiología de la generación del rendimiento. http://www.eemac.edu.uy/dmdocuments/cereales_y_cultivos_industriales_A/cultivos_de_invierno/fisiologia_del_rendimiento/Miralles-fiologia_del_rendimiento-Trigo.pdf. Consultado el 22 de septiembre de 2022.

Miralles, DJ; and Slafer, GA. 2007. Sink limitations to yield in wheat: how could it be reduced. *Journal of Agricultural Science* 145:139-149. doi:10.1017/S0021859607006752.

Ortiz-Avalos, AA; Cortés-Jiménez, JM; Fuentes-Dávila, G; RosasJáuregui, IA; and Félix-Fuentes, JL. 2023. Evaluation of durum wheat cultivars under certified organic production in the Yaqui Valley, Sonora, Mexico. *World Journal of Advanced Research and Reviews* 19(01):1219-1224. DOI: <https://doi.org/10.30574/wjarr.2023.19.1.1473>.

Peltonen-Sainio, P; Kangas, A; Salo, Y; and Jauhiainen, L. 2007. Grain number dominates grain weight in temperate cereal yield determination: evidence based on 30 years of multi-location trials. *Field Crops Research* 100(2-3):179-188. DOI:10.1016/j.fcr.2006.07.002.

Rathey, A; Shorter, R; Chapman, S; Dreccer, F; and Herwaarden, A. 2009. Variation for and relationships among biomass and grain yield component traits conferring improved yield and grain weight in an elite wheat population grown in variable yield environments. *Crop and Pasture Science* 60(8):717-729. <https://doi.org/10.1071/CP08460>.

Shiferaw, B.; Kassie, BM.; Jaleta, M., and Yirga, C. 2014. Adoption of improved wheat varieties and impacts on household food security in Ethiopia. *Food Policy* 44:272-284. DOI:10.1016/j.foodpol.2013.09.012.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2019. Producción Agroalimentaria y Pesquera. <https://www.gob.mx/siap/>. Consultado el 23 de septiembre de 2020.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2022a. Producción Agroalimentaria y Pesquera. <https://www.gob.mx/siap/>. Consultado el 15 de julio de 2023.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2022b. Acciones y Programas. Producción mensual agrícola. Disponible en: https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/. Consultado el 12 de mayo de 2023.

Slafer, G; Andrade, FH; and Satorre, EH. 1990. Genetic improvement effects on pre-anthesis physiological attributes related to wheat grain-yield. *Field Crops Research* 23(3-4):255-263. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(90\)90058-J](https://doi.org/10.1016/0378-4290(90)90058-J).

SYNGENTA México. 2021. Axial XL. Hoja de seguridad. https://www.syngenta.com.mx/sites/g/files/zhg501/f/media/2019/09/07/axial_xl.pdf?token=1567883834. Consultado el 14 de octubre, 2021.

Tanabata, T; Shibaya, T; Hori, K; Ebana, K; and Yano, M. 2012. SmartGrain: High-throughput phenotyping software for measuring seed shape through image analysis. *Plant Physiology* 160(4):1871-1880, <https://doi.org/10.1104/pp.112.205120>.

Torres-Cruz, MM; Fuentes-Dávila, G; and Félix-Valencia, P. 2023. Prevailing temperatures and cold units in the Yaqui and Mayo Valleys, Mexico, during the 2021-2022 fall-winter crop season. *World Journal of Advanced Research and Reviews* 19(02):816-821. DOI: <https://doi.org/10.30574/wjarr.2023.19.2.1639>.

Zadoks, JC; Chang, TT; and Konzak, CF. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14:415-421. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x>

Zhang, H; Turner, NC; Simpson, N; and Poole, ML. 2010. Growing-season rainfall, ear number and the water-limited potential yield of wheat in south-western Australia. *Crop Pasture Science* 61(4):296-303. DOI: 10.1071/CP09288.