Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria ISSN: 2448-6620

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE 36 GENOTIPOS DE TRIGO CRISTALINO EN EL BAJÍO

Lidia Alejandra Rodríguez Zermeño[1]; Ernesto Solís Moya[1]; Lourdes Ledesma Ramírez[1]; Francisco Paúl Gámez Vázquez[1]; Juan José García Rodriguez[1]; José Francisco Rodríguez Rodríguez[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Carretera Celaya-San Miguel de Allende km 6.5 Celaya, Guanajuato, México. *Autor para correspondencia: 96.lidiarz@gmail.com

RESUMEN

El cultivo de trigo (*Triticum spp.)* es una de las gramíneas más importantes a nivel mundial desde inicios de su domesticación hace más de 10,000 años. Actualmente, dentro de la industria harinera, el trigo se clasifica en diferentes grupos como fuertes, suaves, medios y duros (cristalinos), los cuales presentan características específicas que determinan su uso industrial. Cada grupo posee propiedades particulares relacionadas con la calidad del grano y del gluten, lo que los hace indispensables para distintos procesos de transformación. En el caso del trigo cristalino, su importancia radica principalmente en la elaboración de pastas, debido a las características de dureza y calidad que presenta este tipo de grano. El objetivo de este trabajo fue determinar el comportamiento de las características agronómicas de 36 genotipos de trigo en la zona del Bajío. Las variables evaluadas fueron días a espigamiento (DE), días a madurez (DM), altura de planta (AP), porcentaje de roya lineal amarilla y rendimiento de grano (RG). Los ensayos fueron establecidos bajo el diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. Con los datos obtenidos se realizaron análisis de varianza y comparaciones de medias. De manera general se observó variabilidad entre genotipos. En conjunto, los genotipos más sobresalientes fueron Línea 11, Línea 22 y Línea 24, al combinar buen rendimiento, comportamiento agronómico adecuado y menor afectación por la roya lineal.

Palabras clave: *Triticum spp.; rendimiento; variedades.*

ABSTRACT

Wheat (*Triticum spp*.) is one of the most important cereal crops worldwide since its domestication more than 10,000 years ago. Currently, within the milling industry, wheat is classified into different groups such as strong, soft, medium, and hard (durum) wheats, each with specific characteristics that determine their industrial use. Each group possesses particular properties related to grain and gluten quality, making them essential for different processing purposes. In the case of durum wheat, its importance lies mainly in pasta production due to the hardness and quality characteristics of this type of grain. The objective of this study was to determine the behavior of agronomic characteristics in 36 wheat genotypes in the Bajío region. The evaluated variables were days to heading (DE), days to maturity (DM), plant height (AP), yellow stripe rust percentage, and grain yield

(RG). The trials were established under a randomized complete block design with three replications. Analysis of variance and mean comparisons were performed using the obtained data. In general, variability among genotypes was observed. Overall, Lines 11, 22, and 24 were the most outstanding genotypes, combining good yield, adequate agronomic performance, and lower disease incidence.

Keywords: *Triticum spp.; yield; varieties.*

INTRODUCCIÓN

El trigo tiene sus orígenes en la antigua Mesopotamia, es uno de los tres cereales más producidos globalmente, junto al maíz (*Zea mays* L.) y el arroz (*Oryza sativa* L.) más ampliamente consumido por el hombre en la civilización occidental desde la antigüedad (Estrada *et al.,* 2014). De acuerdo con la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), la producción mundial de trigo en 2024 se estimó en 795 a 799 millones de toneladas, manteniéndose como uno de los cereales de mayor producción a nivel global. China, India y Rusia destacan entre los principales países productores de este cereal (FAO, 2025). En la república mexicana, la producción de trigo durante el ciclo 2024–2025 se estimó en aproximadamente 2.6 millones de toneladas, considerando tanto trigo panificable como trigo cristalino, aunque con una disminución importante respecto a ciclos anteriores debido principalmente a condiciones de sequía y reducción de superficie sembrada (FIRA, 2025). El trigo se clasifica en diferentes grupos de acuerdo con sus características genéticas, agronómicas e industriales, destacando principalmente los trigos harineros y los trigos cristalinos, los cuales presentan diferencias en textura de grano, contenido de proteína y uso final (Solís Moya y Villaseñor Mir, 2019). Los trigos cristalinos (*Triticum durum* L.) representan un grupo de gran importancia a nivel mundial debido a su uso en la elaboración de pastas, sémolas y otros productos de alto valor comercial (Peña, Amaya y Rajaram, 2016). Sin embargo, el rendimiento y adaptación de los genotipos pueden variar considerablemente dependiendo de factores como el ambiente, el ciclo biológico y la presencia de enfermedades, particularmente la roya amarilla, considerada una de las limitantes del cultivo (Reynolds, Braun y Trethowan, 2021). El objetivo de este trabajo fue determinar el comportamiento de las características agronómicas de 36 genotipos de trigo en la zona del Bajío.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó durante el ciclo Otoño – Invierno (IO) 2024-2025 en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Bajío, ubicado en la Carr. Celaya-SMA s/n a 20° 32’ LN; 100° 48’ LO; con una altura de 1765 m.s.n.m. Se evaluaron 36 genotipos de trigo (*Triticum spp* L.). con un calendario de cuatro riegos (0-45-75 y 100 días), la fecha de siembra fue el día 26 de noviembre del 2024. Los ensayos fueron establecidos bajo el diseño experimental de bloques completos al azar

con tres repeticiones. La siembra se hizo a una densidad de 120 kg ha^{-1}. La parcela experimental y útil, fueron dos surcos 3 m de largo sembrados a doble hilera, separados a 75 cm lo que es 4.5 m^2. La dosis de fertilización 240-60-00, la mitad de nitrógeno y todo el P_2O_5 a la siembra y el resto del nitrógeno en el primer riego de auxilio Las fuentes empleadas fueron sulfato de amonio con 20.5% de N, y para fósforo Microesentials®. Las malezas de hoja angosta se controlaron con Topik 24EC® a los 28 dias del riego de siembra y las de hoja ancha con Estarane® a los 22 dias y Esteron 47® a los 34 dias. La cosecha se realizó con una cosechadora adaptada para parcelas experimentales, cuando el grano alcanzó un contenido de humedad entre 12 y 14%.

Los genotipos evaluados en el estudio fueron: Chapultepec, Barobampo C2015, Línea 3, Línea 4, Conasist C2015, Línea 6, Línea 7, Rio Bravo C2018, Línea 9, Línea 10, Línea 11, Línea 12, Línea 13, Línea 14, Quetchehueca Oro C2013, Baroyeca Oro C2013, Línea 17, Línea 18, Línea 19, Línea 20, Línea 21, Línea 22, Línea 23, Línea 24, SPB, Línea 26, Línea 27, Línea 28, Line 29, Línea 30, Anatoly C2011, Ambar, Línea 33, Aconchi C89, Línea 35 y Línea 36. Las variables evaluadas durante el desarrollo del cultivo fueron:

Altura de planta (AP): se midió en centímetros desde el cuello de la base de la planta, hasta la espiguilla terminal.
Días a espigamiento (DE): se cuantifico en días, a partir del riego de siembra y hasta que el 50% de las plantas de cada parcela experimental tuvieron las espigas expuestas.
Días a madurez fisiológica (DM): días transcurridos del riego de siembra al momento en que el 50% de espigas y pedúnculos de las plantas presentaron un color dorado.
Rendimiento (REN): en gramos por parcela y se transformaron a kg ha^{-1}.
% Roya Lineal Amarilla: porcentaje de daño tomado visualmente utilizando la escala modificada de Coob.

Con los datos obtenidos se realizó el análisis de varianza y las comparaciones de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se observa que, en las variables de días a floración, altura de planta, días a madurez, porcentaje de roya y rendimiento se obtuvieron diferencias altamente significativas en el factor genotipos. Las variaciones en días a floración, altura de planta y días a madurez reflejan diferencias en el desarrollo fenológico, mientras que el porcentaje de roya amarilla indica distintos niveles de respuesta frente a esta enfermedad. En cuanto al rendimiento, la alta variabilidad observada sugiere la presencia de genotipos con diferente potencial productivo. La ausencia de significancia en repeticiones y los valores que se presentaron en el coeficiente de variación indican que el experimento presentó buena precisión. Estos resultados coinciden con lo que se ha reportado en la literatura, donde se destaca la importancia de la variabilidad genética en la selección de materiales vegetales con mejor desempeño agronómico (Reynolds *et al.,* 2021; Lopes *et al.,* 2017).

Cuadro 1. Cuadrado medios del ANAVA de las variables de estudio a 36 genotipos de trigo cristalino en el Bajío.

FV	gl	Espigam/días	Altura/planta (cm)	Días/madurez	% Roya amarilla	Rendimiento kg ha^{-1}
Genotipos	35	28.4 **	58.8 **	33.2 **	821.4 **	1673844 **
Repeticiones	2	2.2	8.5	9.1	79.3	2228201
Error	70	0.5	10.9	3.7	44.3	635544
Total	107					
C.V. (%)		1.02	4.07	1.5	98	13.4
Media		69.2	81.2	124.8	6.7	5928

FV = Fuente de variación, gl = grados de libertad, ** = Diferencia altamente significativa (P ≤ 0.01), ** = Diferencia estadística significativa (P ≤ 0.05), ns = No existe diferencia significativa estadística (P ≥ 0.05), CV (%) = Coeficiente de variación.

En las pruebas de comparaciones de medias de la evaluación del cultivo de trigo se evidenció una amplia variabilidad entre los genotipos evaluados en todas las variables analizadas. En términos de rendimiento, se identificaron materiales con valores superiores, destacando aquellos que superaron los 7,000 kg ha^{-1}, lo que indica un mayor potencial productivo bajo las condiciones del Bajío. En cuanto a las variables fenológicas, se observaron diferencias en días a floración y madurez, lo que sugiere la presencia de genotipos con distinto comportamiento en precocidad. Otro punto a denotar es la altura de planta que mostró variación entre materiales, reflejando diferencias en el desarrollo vegetativo. Respecto al porcentaje de roya amarilla, la mayoría de los genotipos presentaron bajos porcentajes de incidencia. Los resultados obtenidos permiten identificar genotipos con características agronómicas favorables, tanto en rendimiento como en sanidad, lo que coincide con lo señalado en estudios recientes sobre la importancia de la variabilidad genética para la selección de materiales adaptados (Fischer *et al.,* 2019; Crespo-Herrera *et al.,* 2018) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparaciones de medias de las variables de estudio a 36 genotipos de trigo cristalino en el Bajío.

Genotipos	Días a Floración	Altura de planta (cm)	Días a madurez	% Roya amarilla	Rendimiento kg ha^{-1}
Chapultepec	85	92	140	17	5559
Barobampo C2015	70	80	127	2	5870
Línea 3	67	90	123	0	6611
Línea 4	69	80	122	0	6984
Conasist C2015	69	77	123	2	4756
Línea 6	69	75	127	0	6114
Línea 7	69	87	123	0	6336
Rio Bravo C2018	69	73	126	7	4809
Línea 9	67	83	122	0	5235
Línea 10	68	77	126	0	6467
Línea 11	68	82	125	0	7484
Línea 12	68	82	125	0	6087
Línea 13	69	82	127	0	6420
Línea 14	67	82	125	0	5150
Quetchehueca Oro C2013	70	77	126	2	5613

Baroyeca Oro C2013	68	78	121	73	4520
Línea 17	70	80	125	0	7085
Línea 18	69	77	126	0	6204
Línea 19	67	77	124	0	7236
Línea 20	67	77	121	2	5622
Línea 21	67	78	123	0	6528
Línea 22	70	87	121	10	6409
Línea 23	68	83	124	0	6072
Línea 24	67	82	125	0	6831
SPB	67	83	123	50	4864
Línea 26	72	82	129	12	6066
Línea 27	71	80	127	0	5319
Línea 28	69	77	127	0	6074
Line 29	71	88	125	0	5354
Línea 30	71	82	128	0	6024
Anatoly C2011	67	87	121	0	6459
Ambar	68	82	123	50	4941
Línea 33	71	87	122	2	5907
Aconchi C89	69	75	123	17	4963
Línea 35	71	83	125	0	5854
Línea 36	68	83	125	0	5600
DHS	2	11	6	22	2608

DSH=diferencia significativa honesta.

La Figura 1 muestra una variación moderada en días a floración entre los genotipos, con valores aproximados de 65 a 85 días. Se identifican materiales más tardíos, como Chapultepec, y otros más precoces dentro del grupo de líneas evaluadas como la línea 3. La mayoría de materiales se concentra en un rango intermedio, lo que sugiere estabilidad en esta variable. Estas diferencias permiten identificar genotipos con distinto ciclo, para evidenciar la adaptación a ciertas condiciones en la producción (Slafer *et al.*, 2015).

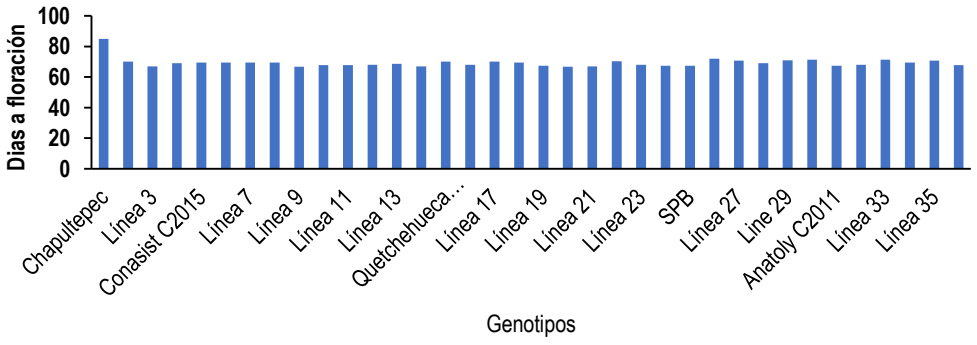

Figura 1. Días a floración de 36 genotipos de trigo cristalino evaluados en el Bajío.

La Figura 2 muestra diferencias de altura de planta entre los genotipos evaluados, con valores que oscilan aproximadamente entre 70 y 90 cm. Se identifican genotipos con mayor altura como Barobampo C2015, Línea

3, Línea 7 y Anatoly C2011(85-90 cm). Los materiales que destacan con menor altura son Conasist C2015, Río Bravo C2018, Línea 6 y Línea 8 (70-75 cm). En general, la mayoría de los genotipos se concentra en un rango intermedio, lo que indica un comportamiento relativamente uniforme. Estas diferencias están asociadas a la variabilidad genética y al potencial de crecimiento de cada material (Fischer et al., 2019).

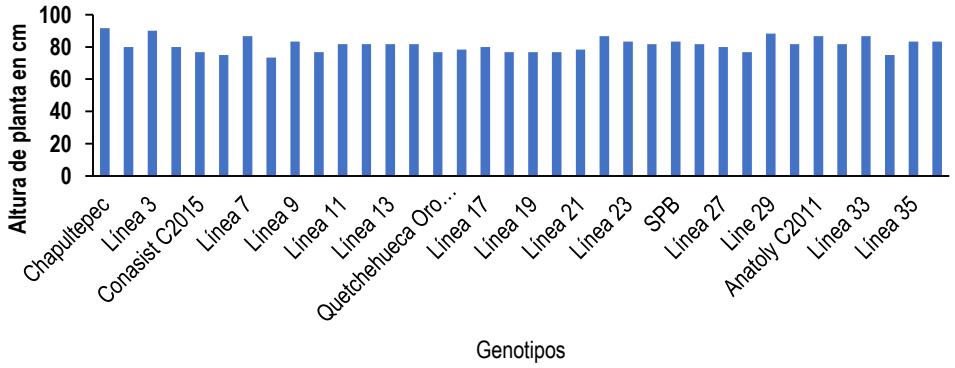

Figura 2. Altura de planta de 36 genotipos de trigo cristalino evaluados en el Bajío.

La Figura 3 presenta los resultados de días a madurez de los 36 genotipos evaluados donde se presenta una variación entre ellos, con valores que oscilan aproximadamente entre 120 y 140 días. La variedad Chapultepec obtuvo resultados como el material más tardío, alcanzando el mayor número de días a madurez. En contraste, genotipos como Barobampo C2015, Línea 3 y Línea 24 presentan los valores más bajos, indicando un comportamiento más precoz. La mayoría de los materiales presenta un rango intermedio, lo que sugiere un comportamiento uniforme.

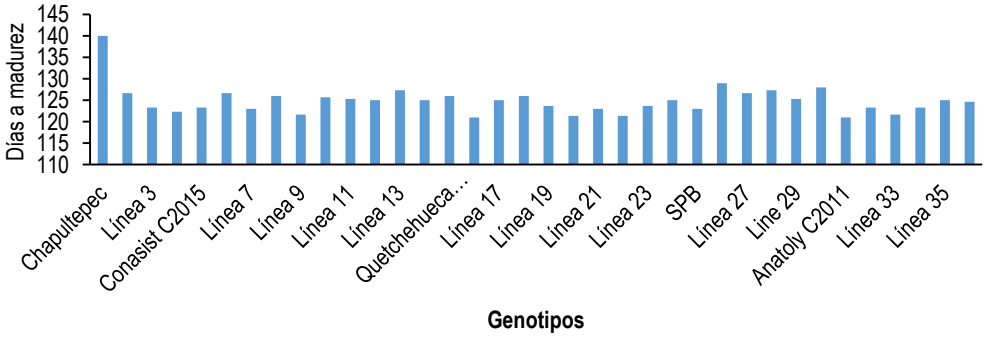

Figura 3. Días a madurez de 36 genotipos de trigo cristalino evaluados en el Bajío.

La figura 4 se presentan los resultados de porcentaje de roya evaluado en los 36 genotipos, donde los valores que oscilan en la mayoría de estos es cero. La variedad Baroyeca Oro C2013 obtuvo los mayores porcentajes de roya y en contraste, genotipos como Línea 3 y Línea 4 presentan los valores de cero. La mayoría de los

materiales evaluados presentan bajos porcentajes de manera general indicando una alta resistencia a este hongo.

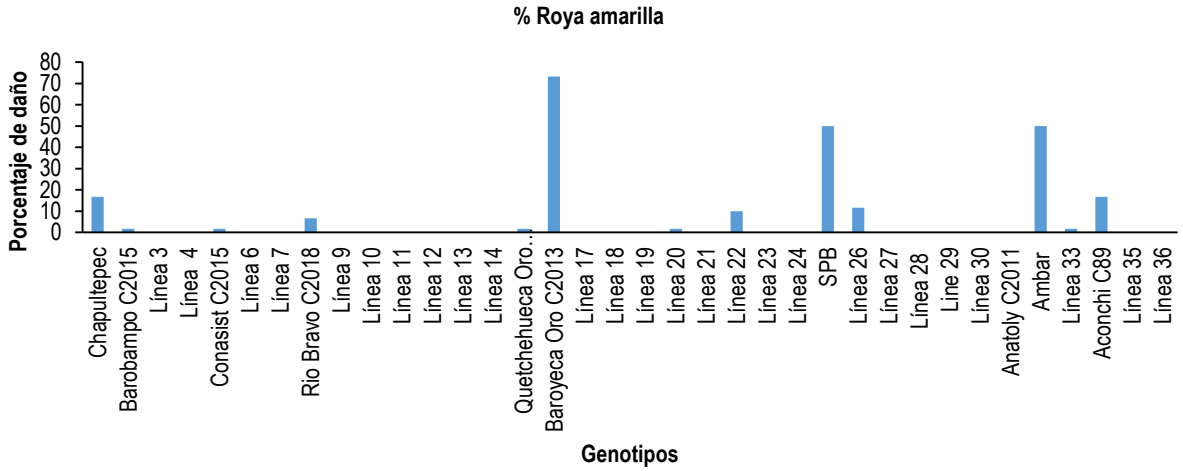

Figura 4. Porcentaje de roya de 36 genotipos de trigo cristalino evaluados en el Bajío.

La Figura 5 presenta los resultados de rendimiento donde se muestra una variación marcada entre los genotipos, con valores aproximados entre 4,500 y 7,500 kg ha^{-1}. Los materiales de mayor rendimiento son; Línea 11, Línea 18, Línea 22 y Línea 24, presentan los valores más altos dentro del grupo evaluado. En contraste, genotipos como Quechehueca Oro C2013, Río Bravo C2018 y Línea 7 presentan los rendimientos más bajos, ubicándose por debajo de los 5,500 kg ha^{-1}. En general, la mayoría de los materiales se concentra en un rango intermedio, lo que indica variabilidad productiva entre genotipos.

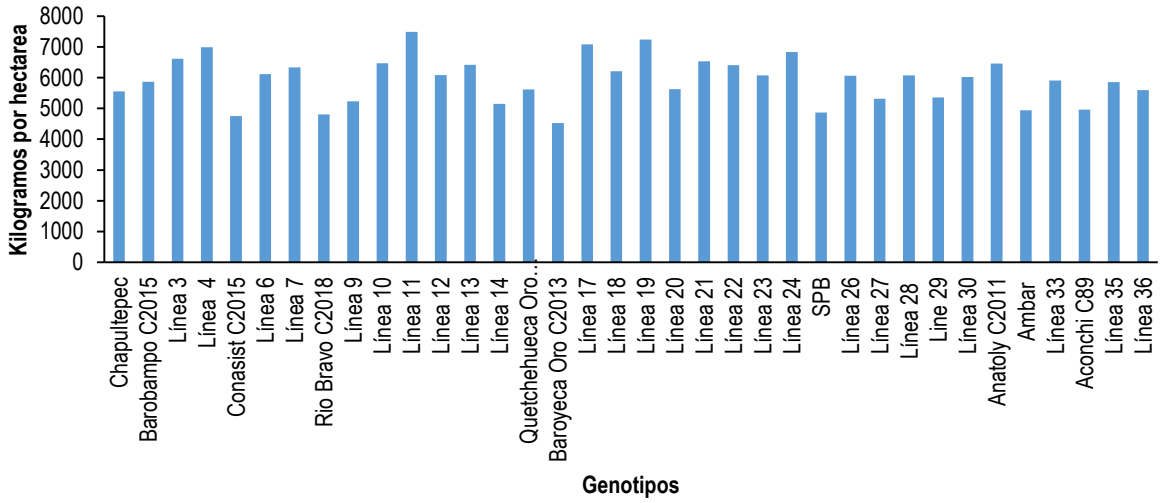

Figura 5. Rendimiento de 36 genotipos de trigo cristalino evaluados en el Bajío.

CONCLUSIONES

Se observó variabilidad entre genotipos en días a floración y madurez, altura de planta, porcentaje de roya amarilla y rendimiento. Se identificaron materiales precoces como Barobampo C2015 y Línea 3. En crecimiento, algunos genotipos presentaron mayor altura, aunque la mayoría mostró valores intermedios. En resistencia a Roya, predominó baja incidencia. En rendimiento, se distinguieron materiales superiores frente a otros de menor potencial. En conjunto, los genotipos más sobresalientes fueron Línea 11, Línea 22 y Línea 24, al combinar buen rendimiento, comportamiento agronómico adecuado y menor afectación por la enfermedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Crespo-Herrera, L. A., Crossa, J., Huerta-Espino, J., Vargas, M., y Mondal, S. (2018). Genetic yield gains in CIMMYT's international elite spring wheat yield trials. *Crop Science*, 58(5), 2199–2214.

Estrada, J., Hernández, A., López, E., y García, M. (2014). Importancia del trigo en la alimentación y producción mundial. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 5(3), 455–462.

FIRA. (2025). Panorama agroalimentario trigo 2025. FIRA.

Fischer, R. A., Byerlee, D., y Edmeades, G. O. (2019). Crop yields and global food security. Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR).

Fischer, R. A., Byerlee, D., y Edmeades, G. O. (2019). Crop yields and global food security. Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR).

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2025). Cereal supply and demand brief. FAO. https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en

Lopes, M. S., Reynolds, M. P., Manes, Y., Singh, R. P., y Crossa, J. (2017). Genetic yield gains and associated changes in agronomic traits in wheat. *Field Crops Research*, 199, 117–127.

Peña, R. J., Amaya, A., y Rajaram, S. (2016). Durum wheat quality in conventional and modern production systems. *Cereal Foods World*, 61(1), 19–24.

Reynolds, M. P., Braun, H. J., y Trethowan, R. (2021). Challenges to international wheat improvement. *Journal of Agricultural Science*, 159(3), 145–156.

Reynolds, M. P., Braun, H. J., y Trethowan, R. (2021). Challenges to international wheat improvement. *Journal of Agricultural Science*, 159(3), 145–156.

Slafer, G. A., Savin, R., y Sadras, V. O. (2015). Coarse and fine regulation of wheat yield components in response to genotype and environment. *Field Crops Research*, 182, 42–52.

Solís Moya, E., y Villaseñor Mir, H. E. (2019). Comportamiento agronómico y adaptación de genotipos de trigo en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(6), 1345–1356.