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

COMPORTAMIENTO DE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE GENOTIPOS DE TRIGO CRISTALINO BAJO DOSIS DE NITRÓGENO EN EL BAJÍO

Lidia Alejandra Rodríguez Zermeño[1], Lourdes Ledesma Ramírez[1], Ernesto Solís Moya[1], Sarahyt Santamaria González Figueroa[1], Luis Antonio Mariscal Amaro[1], Dagoberto Flores Marín[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

La producción mundial de trigo actualmente supera los 795 millones de toneladas, de acuerdo con los últimos reportes sobre cereales de grano pequeño, posicionándose como uno de los cultivos de mayor importancia económica y alimentaria a nivel global. La derrama económica generada por este cereal representa un componente fundamental para el sector agrícola, debido a la alta demanda destinada tanto al consumo humano como a la industria. En este contexto, el manejo adecuado de la fertilización nitrogenada resulta clave para mejorar la productividad del cultivo, optimizar el aprovechamiento de los recursos y reducir posibles efectos negativos sobre los suelos agrícolas. El objetivo de este trabajo fue determinar el comportamiento de los componentes de rendimiento de genotipos de trigo cristalino, bajo un manejo de fertilización nitrogenada 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), índice de cosecha (IC), biomasa (BIO), peso de mil granos (PMG), granos por metro cuadrado (GPM2) y espigas por metro cuadrado (EPM2). Se realizó el análisis de varianza factorial y las comparaciones de medias. La dosis de 180 kg N ha^{-1} presentó el mayor rendimiento de grano, mientras que la dosis de 240 kg N ha^{-1} registró el valor más bajo. La variedad Barobampo C2015 fue el genotipo de mejor comportamiento agronómico bajo las condiciones evaluadas.

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

ABSTRACT

Global wheat production currently exceeds 795 million tons, according to the latest reports on small grain cereals, positioning wheat as one of the most important crops worldwide in terms of economy and food supply. The economic impact generated by this cereal represents a fundamental component for the agricultural sector due to its high demand for both human consumption and industrial use. In this context, proper nitrogen fertilization management is essential to improve crop productivity, optimize resource use, and reduce potential negative effects on agricultural soils. The objective of this study was to determine the behavior of yield components in durum wheat genotypes under nitrogen fertilization management in the Bajío region. The evaluated variables were days to heading (DE), days to maturity (DM), plant height (AP), yellow stripe rust

percentage, grain yield (RG), harvest index (IC), biomass (BIO), thousand kernel weight (PMG), grains per square meter (GPM2), and spikes per square meter (EPM2). Factorial analysis of variance and mean comparisons were performed. The nitrogen rate of 180 kg N ha^{-1} produced the highest grain yield, while the 240 kg N ha^{-1} rate showed the lowest value. The variety Barobampo C2015 showed the best agronomic performance under the evaluated conditions.

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

INTRODUCCIÓN

El trigo en un cereal de alto impacto comercial en la actualidad, posicionándose en el tercer lugar en producción mundial (USDA-ERS, 2026). Las estimaciones recientes del mercado global de granos y cereales indican que este sector alcanzó un valor aproximado de 485.6 mil millones de dólares en 2024, con proyecciones de crecimiento superiores a 670 mil millones de dólares para 2033 (Data Horizzon, 2024), de esta manera es visible la importancia de obtener rendimientos sobresalientes y así optimizar los recursos actuales. El uso de fertilizantes en las últimas décadas ha sido de vital importancia debido a las condiciones nutricionales de los suelos agrícolas. (Sánchez y Parra, 2018). El nitrógeno, por ejemplo, su disponibilidad influye en características agronómicas como altura de planta, número de espigas y peso de grano, por lo que un manejo adecuado de este nutriente es fundamental para alcanzar altos niveles de producción (Solís-Moya *et al.,* 2017). Es importante mencionar que la respuesta del cultivo varia de manera considerable por diversos factores como los materiales, las condiciones ambientales etc., debido a esto es necesario evaluar diversas estrategias de dosificación. Rodríguez-García *et al.* (2022) mencionan que el manejo adecuado de la fertilización nitrogenada permite mejorar el desempeño agronómico y la estabilidad productiva de los genotipos de trigo bajo diferentes condiciones de producción. El objetivo de este trabajo fue determinar el comportamiento de los componentes de rendimiento de genotipos de trigo cristalino, bajo un manejo de fertilización nitrogenada 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 ubicado 20° 32’ LN; 100° 48’ LO; y con una altura de 1765 m.s.n.m. Se evaluaron cinco dosis de nitrógeno en cinco variedades de trigo cristalino (*Triticum durum* Desf.), para un total de 25 tratamientos (Cuadro 1), con un calendario de cuatro riegos a los 0-45-75-100 días después de la siembra. Se sembró el día 6 de diciembre 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. Se aplicó la dosis de fertilización de cada tratamiento, 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 Superfosfato de calcio simple (0-20-0). 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%. Las variedades evaluadas fueron; Aconchí C89, Barobampo C2015, Conasist C2015, Don Goyo C2019 y Rio Bravo C2018.

Cuadro 1. Dosis de fertilización y variedades comerciales evaluadas en el ciclo O-I 2024-2025 en el Campo Experimental Bajío.

Dosis de Nitrógeno	Trat 1	Variedades	Trat 2
00-60-00	A	Aconchi C89	A
00-60-00	A	Barabampo C2015	B
00-60-00	A	Conasist C2015	C
00-60-00	A	Don Goyo C2019	D
00-60-00	A	Rio Bravo C2018	E
120-60-00	B	Aconchi C89	A
120-60-00	B	Barabampo C2015	B
120-60-00	B	Conasist C2015	C
120-60-00	B	Don Goyo C2019	D
120-60-00	B	Rio Bravo C2018	E
180-60-00	C	Aconchi C89	A
180-60-00	C	Barabampo C2015	B
180-60-00	C	Conasist C2015	C
180-60-00	C	Don Goyo C2019	D
180-60-00	C	Rio Bravo C2018	E
240-60-00	D	Aconchi C89	A
240-60-00	D	Barabampo C2015	B
240-60-00	D	Conasist C2015	C
240-60-00	D	Don Goyo C2019	D
240-60-00	D	Rio Bravo C2018	E
300-60-00	E	Aconchi C89	A
300-60-00	E	Barabampo C2015	B
300-60-00	E	Conasist C2015	C
300-60-00	E	Don Goyo C2019	D
300-60-00	E	Rio Bravo C2018	E

Trat 1 = dosis de nitrógeno; Trat 2 = variedades evaluadas. 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 cuantificó 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 por la escala modificada de Coob.

IC (índice de cosecha):

$$= \frac{\text{Peso de grano de 100 tallos (g)}}{\text{peso de 100 tallos (g)}}$$

BIO (Biomasa):

$$= \frac{\frac{\text{Rendimiento (Kg } ha^{-1})}{1000}}{\text{Indice de cosecha}}$$

Peso de 1000 granos (PMG): en gramos.

GPM2 (Granos por metro cuadrado):

$$= \frac{\frac{\text{Rendimiento (Kg } ha^{-1})}{10}}{\frac{\text{Peso de mil granos (gr)}}{1000}}$$

EPM2 (Espigas por metro cuadrado):

$$= \frac{\frac{\text{Biomasa(t } ha^{-1})(100)}{Peso\ de\ 100\ tallos(gr)}}{100}$$

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre genotipos para las variables días a espigamiento (DE), altura de planta (AP), roya, rendimiento de grano (RG), peso de mil granos (PMG), índice de cosecha (IC), biomasa (BIO) y gramos por metro cuadrado (GPM2), lo que evidencia una importante variabilidad genética entre los materiales evaluados. Por otro lado, la variable días a madurez (DM) y espigas por metro cuadrado presentaron diferencias significativas, indicando menor variación entre genotipos en comparación con las demás variables. En cuanto a la dosis de nitrógeno (DN), se observaron efectos altamente significativos sobre roya, mientras que en las demás variables no se detectaron diferencias estadísticas. No se observó diferencias significativas para la interacción genotipos por dosis de nitrógeno para ninguna de las variables evaluadas. Los coeficientes de variación se mantuvieron dentro de rangos aceptables, reflejando buena precisión experimental y confiabilidad en los resultados obtenidos. Estos resultados coinciden con lo reportado por Solís-Moya *et al.* (2018), quienes señalan que la variabilidad genética en trigo permite identificar

materiales sobresalientes en rendimiento y adaptación. De igual manera, Reynolds *et al.* (2021) destacan la importancia de variables como biomasa, rendimiento y componentes agronómicos dentro de programas de mejoramiento genético.

Cuadro 2. Cuadrado medios de los análisis de varianza de las variables de estudio a cinco variedades comerciales con diferentes dosis de nitrógeno.

F. V	gl	DE	DM	AP	ROYA	RG	PMG	IC	BIO	GPM2	EPM2
DN	4	1.93	2.68	2.83	147.16 **	464935	24.98	0.001	2.81	1685468	1033
REP	10	3.09	12.57	18.33	79	818502	17.36	0.003	10	3277537	2645
GEN	4	7.90 **	5.12 *	203.66 **	1476.33 **	19443507 **	167.68 **	0.009 **	55.62 **	87405404 **	6730 *
DN*GEN	16	1.16	0.97	2.2	49.66	396097	17.71	0.001	2.67	2393642	1520
Error	40	1.44	1.55	5	31.5	34897	12.62	0.002	4.46	2160102	1848
Total	74										
CV		1.48	0.95	2.86	41.47	8.68	6.9	11.09	12.96	11.05	14.41
Media		81.06	130.04	78.06	13.53	6802.4	51.48	0.42	16.3	13293	298

FV = fuente de variación; C.V. = coeficiente de variación; FV = Factor de Variación; DN =Dosis de nitrógeno; REP = Repetición; Gen = Genotipo GL = Grados libertad; DE = Días a espigamiento; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta; RG = Rendimiento de grano; PMG = Peso de mil granos; IC = Índice de cosecha; BIO = Biomasa; GPM2 = Granos por metro cuadrado; EPM2 = Espigas por metro cuadro.

Como se observó en el análisis de varianza no se observaron diferencias significativas entre dosis de nitrógeno en DE, DM, AP, RG, PMG, IC, BIO, GPM2 y EPM2, pero si en roya donde el tratamiento sin nitrógeno registro menores valores que las dosis de 120 y 180 kg de nitrógeno por ha (Cuadro 3). Con los resultados obtenidos podemos confirmar lo reportado por Solís-Moya *et al.* (2016), quienes mencionan que la respuesta agronómica del trigo puede variar dependiendo del manejo nutrimental y del potencial genético de los materiales. De igual manera, Villaseñor-Mir *et al.* (2021) señalan que variables como rendimiento, biomasa y componentes del rendimiento son fundamentales en la evaluación de genotipos y prácticas de manejo en trigo.

Cuadro 3. Comparaciones de medias de las variables de estudio a bajo diferentes dosis de nitrógeno en el Bajío.

DN	DE	DM	AP	ROYA	RG	PMG	IC	BIO	GPM2	EPM2
A (00)	80	130	78	10	6853	50	0.41	16.81	13793	303
B (120)	81	130	78	16	7066	54	0.43	16.46	13382	294
C(180)	81	130	78	17	6760	51	0.43	16.49	13321	309
D(240)	81	130	77	12	6586	51	0.41	16.04	13029	298
E (300)	81	131	78	13	6746	52	0.43	15.70	12945	287
DHS	1.25	1.30	2.33	5.85	616.08	3.70	0.04	2.20	1532.00	44.83

DSH=diferencia significativa honesta; DN =Dosis de nitrógeno; DE = Días a espigamiento; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta; RG = Rendimiento de grano; PMG = Peso de mil granos; IC = Índice de cosecha; BIO = Biomasa; GPM2 = Granos por metro cuadrado; EPM2 = Espigas por metro cuadro.

Las comparaciones de medias entre genotipos evaluados con diferentes dosificaciones de nitrógeno mostraron diferencias entre los genotipos evaluados en las variables agronómicas y de rendimiento. En días a espigamiento (DE), el genotipo Barobampo C2015 presentó el valor más alto con 82 días, mientras que Aconchi C89 registró el menor valor con 80 días. Para días a madurez (DM), Barobampo C2015 mostró el valor más

alto con 131 días, mientras que Aconchi C89 registró el menor valor con 129 días. En altura de planta (AP), el genotipo Conasist C2015 alcanzó la mayor altura con 82 cm, mientras que Rio Bravo C2018 presentó el menor valor con 74 cm. Respecto a roya, Barobampo C2015 registró el menor valor con 0% inferior significativamente ($p \leq 0.05$) a la severidad observada en el resto de las variedades que registraron valores entre 13 y 28%. En rendimiento de grano (RG), el genotipo Barobampo C2015 presentó el mayor rendimiento con 8426 kg ha^{-1}, mientras que Don Goyo C2019 mostró el valor más bajo con 5561 kg ha^{-1}. Para peso de mil granos (PMG), Don Goyo C2019 registró el valor más alto con 54 g, mientras que Aconchi C89 presentó el menor con 48 g. En biomasa (BIO), Barobampo C2015 mostró el valor más alto con 19, mientras que Don Goyo C2019 presentó el menor con 14. En gramos por metro cuadrado (GPM2), Barobampo C2015 registró el valor más alto con 17083, mientras que Don Goyo C2019 presentó el menor valor con 10406. Finalmente, en espigas por metro cuadrado (EPM2), Barobampo C2015 presentó el valor más alto con 328, mientras que Don Goyo C2019 mostró el menor con 272.Estos resultados coinciden con lo reportado por Pérez-Herrera *et al.* (2019), quienes señalan que el rendimiento y los componentes agronómicos del trigo pueden variar considerablemente entre genotipos dependiendo de su adaptación y comportamiento sanitario. Asimismo, Rodríguez-García *et al.* (2022) mencionan que la selección de materiales sobresalientes debe considerar tanto el potencial productivo como la tolerancia a enfermedades para identificar genotipos con mejor desempeño en campo.

Cuadro 4. Comparaciones de medias de las variables de estudio a 5 genotipos de trigo cristalino en el Bajío con distintas dosificaciones de nitrógeno.

Genotipos	DE	DM	AP	ROYA	RG	PMG	IC	BIO	GPM2	EPM2
a (Aconchi C89)	80	129	78	13	6021	48	0	16	12519	307
b (Barabampo C2015)	82	131	81	0	8426	49	0	19	17083	328
c (Conasist C2015)	81	130	82	14	6602	50	0	16	13214	296
d (Don Goyo C2019)	81	130	75	28	5561	54	0	14	10406	272
e (Rio Bravo C2018)	81	130	74	13	7401	56	0	17	13247	288
DHS	1.25	1.3	2.33	5.85	616.08	3.7	0.04	2.2	1532	44.83

DSH=diferencia significativa honesta; DE = Días a espigamiento; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta; RG = Rendimiento de grano; PMG = Peso de mil granos; IC = Índice de cosecha; BIO = Biomasa; GPM2 = Granos por metro cuadrado; EPM2 = Espigas por metro cuadro.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio se observaron diferencias entre las dosis de nitrógeno y los genotipos evaluados en las variables agronómicas y de rendimiento. La dosis de 180 kg N ha^{-1} presentó el mayor rendimiento de grano, mientras que la dosis de 240 kg N ha^{-1} registró el valor más bajo. Asimismo, la mayor incidencia de roya se observó en la dosis de 180 kg N ha^{-1}, mientras que la dosis sin nitrógeno presentó el menor porcentaje. Entre los genotipos, Barobampo C2015 destacó por presentar el mayor rendimiento de grano, **mayor** biomasa y mayor número de espigas por metro cuadrado, además de no registrar incidencia de roya amarilla. En contraste, Don Goyo C2019 mostró el menor rendimiento y el mayor porcentaje de roya. Por

otro lado, Conasist C2015 presentó la mayor altura de planta, mientras que Aconchi C89 destacó por su menor número de días a espigamiento y madurez. En general, los resultados permitieron identificar diferencias importantes en la respuesta de los materiales y confirmar a Barobampo C2015 como el genotipo de mejor comportamiento agronómico bajo las condiciones evaluadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Data Horizzon Research. (2024). Grain and cereal food market size, share and forecast 2024–2033. Data Horizzon Research

Pérez-Herrera, P., Huerta Espino, J., Villaseñor Mir, H. E., y Solís Moya, E. (2019). Evaluación agronómica de líneas avanzadas de trigo en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(6), 1325–1336.

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

Rodríguez-García, M. F., Villaseñor Mir, H. E., Huerta Espino, J., y Espitia Rangel, E. (2022). Comportamiento agronómico y sanitario de genotipos de trigo en ambientes de temporal. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 45(2), 215–223.

Sánchez, P. A., y Parra, M. A. (2018). Manejo de fertilización y nutrición vegetal en sistemas agrícolas modernos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(5), 1021–1034.

Solís-Moya, E., Huerta-Espino, J., Pérez-Herrera, P., Villaseñor-Mir, H. E., Ramírez-Ramírez, A., y Ledesma-Ramírez, L. (2017). Cisne F2016: nueva variedad de trigo harinero de gluten fuerte para El Bajío, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(8), 1911-1917.

Solís-Moya, E., Huerta-Espino, J., Villaseñor-Mir, H. E., Pérez-Herrera, P., y Ramírez-Ramírez, A. (2018). Evaluación agronómica y comportamiento de genotipos de trigo en ambientes de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(4), 755–767.

United States Department of Agriculture - Economic Research Service (USDA-ERS). (2026). Wheat sector at a glance. USDA Wheat Overview

Villaseñor-Mir, H. E., Huerta-Espino, J., Solís-Moya, E., Rodríguez-García, M. F., Martínez-Cruz, E., y Espitia-Rangel, E. (2021). Mejoramiento genético en trigo realizado por el INIFAP desde 1985 a 2020. INIFAP.