

Determinación del índice de color en sémola de variedades mexicanas de trigo duro

Determinação do índice de cor em semolina de variedades de trigo duro mexicano

Determination of the color index in semolina of mexican varieties of durum wheat

DOI: 10.34188/bjaerv8n2-083

Submetido: 10-02-2025

Aprovado: 31-03-2025

Gabriela Chávez Villalba

Maestría en Ciencias Agropecuarias por la Universidad de Sonora
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman
E. Borlaug
Sonora. México
Correo electrónico: chavez.gabriela@inifap.gob.mx

Jorge Iván Alvarado Padilla

Maestría en Ciencias Agropecuarias por el Instituto Tecnológico El Llano Aguas Calientes
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de Mexicali
Baja California. México
Correo electrónico: alvarado.jorge@inifap.gob.mx

Alberto Borbón Gracia

Doctorado en Ciencias Agropecuarias por la Universidad Autónoma de Sinaloa
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman
E. Borlaug
Sonora. México
Correo electrónico: borbon.alberto@inifap.gob.mx

Huizar Leonardo Díaz Ceniceros

Maestría en Mejoramiento Genético por la Universidad Autónoma Chapingo
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug
Sonora. México
Correo electrónico: diaz.huizar@inifap.gob.mx

José Ángel Marroquín Morales*

Maestría en Ciencias en Ingeniería de Sistemas de Producción por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug
Sonora. México
Correo electrónico: marroquin.jose@inifap.gob.mx

* Autor de correspondencia

RESUMEN

En el noroeste de México se produce en aproximadamente un 80 % trigo duro (*Triticum durum* L.), adecuado para la elaboración de pastas secas. Recientemente, el trigo rico en carotenoides ha sido bonificado por parte de la industria molinera de trigo duro porque la variedad CIRNO C2008, variedad más sembrada en esta región carece de niveles de color amarillo que demanda la industria molinera. Por lo que, el estudio tuvo como objetivo evaluar el color amarillo de la sémola obtenida de variedades comerciales del noroeste de México. Se analizaron seis variedades comerciales y dos líneas avanzadas y se determinó su color valor b^* en el equipo Minolta Cr 400 en la partícula 250 micrómetros. CENEB ORO C2017 y la línea experimental 2, mostraron ser ideales por su valor superior a 28.00 valor b^* , mientras que, CONASIST C2015, Quetchehueca Oro C2013, Baroyeca y la línea experimental 1, superan el valor mínimo igual o mayor a 25.00 unidades b^* requerido por la industria molinera nacional y que reciben una bonificación de 8 dólares por tonelada en el 2025 por la industria molinera “La Moderna”, molinero de trigo duro más importante en México. Todas las variedades superaron al testigo CIRNO C2008, los incrementos oscilaron entre el 2.17 y 22.56 %. Los resultados de esta investigación confirmaron el avance generacional de las nuevas variedades para elaborar pastas en el contenido de color amarillo en la sémola.

Palabras clave: trigo, pastas, color.

RESUMO

Aproximadamente 80% do trigo duro (*Triticum durum* L.) é produzido no noroeste do México, sendo adequado para a produção de massas secas. Recentemente, o trigo rico em carotenoides tem sido subsidiado pela indústria de moagem de trigo duro, pois a variedade CIRNO C2008, a variedade mais cultivada na região, não apresenta a coloração amarela exigida pela indústria de moagem. Portanto, o estudo teve como objetivo avaliar a coloração amarela da sêmola obtida de variedades comerciais do noroeste do México. Seis variedades comerciais e duas linhagens avançadas foram analisadas, e seu valor b^* foi determinado utilizando o equipamento Minolta Cr 400 em partículas de 250 microns. CENEB ORO C2017 e a linha experimental 2 provaram ser ideais por seu valor superior a 28,00 b^* , enquanto CONASIST C2015, Quetchehueca Oro C2013, Baroyeca e a linha experimental 1, excedem o valor mínimo igual ou superior a 25,00 b^* unidades exigido pela indústria de moagem nacional e recebem um bônus de US\$ 8 por tonelada em 2025 da indústria de moagem "La Moderna", o moinho de trigo duro mais importante do México. Todas as variedades superaram o controle CIRNO C2008, os aumentos variaram entre 2,17 e 22,56%. Os resultados desta pesquisa confirmaram o avanço geracional das novas variedades para fazer massas no teor de cor amarela na sêmola.

Palavras-chave: trigo, massa, corante.

ABSTRACT

Approximately 80% of durum wheat (*Triticum durum* L.) is produced in northwestern Mexico, suitable for the production of dried pasta. Recently, the carotenoid-rich wheat has been subsidized by the durum wheat milling industry because the CIRNO C2008 variety, the most widely grown variety in this region, lacks the yellow color required by the milling industry. Therefore, the study aimed to evaluate the yellow color of semolina obtained from commercial varieties from northwestern Mexico. Six commercial varieties and two advanced lines were analyzed, and their b^* value was determined using Minolta Cr 400 equipment at 250 micron particles. CENEB ORO C2017 and experimental line 2 proved to be ideal for their value higher than 28.00 b^* value, while CONASIST C2015, Quetchehueca Oro C2013, Baroyeca and experimental line 1, exceed the minimum value equal to or greater than 25.00 b^* units required by the national milling industry and receive a bonus of \$8 per ton in 2025 from the “La Moderna” milling industry, the most important durum wheat mill in Mexico. All varieties outperformed the control CIRNO C2008, the increases ranged between 2.17 and 22.56%. The results of this research confirmed the generational advance of the new varieties to make pasta in the yellow color content in semolina.

Keywords: wheat, pasta, color

1 INTRODUCCIÓN

La producción mundial de trigo (*Triticum* spp.) en el 2023 se ubicó en el cuarto lugar después de caña, maíz y arroz (FAOSTAT, 2025). Entre los principales países productores se encuentra China, India, Rusia y Estados Unidos. En México, el de trigo (*Triticum* spp.) alcanzó un valor de producción de 27, 843, 148.00 pesos, cifra que lo coloca como el 9no cultivo más importante al contribuir con el 3.02 % del valor de la producción agrícola. Durante el ciclo otoño invierno 2023-2024 la superficie nacional cosechada de trigo alcanzo 400,889.4 hectáreas cosechadas con un volumen de producción de 2,653.035.92 toneladas y un rendimiento medio de 6.62 t ha⁻¹. En ese mismo ciclo, en el estado de Sonora se cosecharon 200,275 hectáreas de trigo, con un rendimiento medio de 7.08 t há⁻¹ y una producción de 1,418,453.85 toneladas, lo que representó el 53.4 % de la producción nacional (SIAP, 2025). Estas cifras colocan al estado de Sonora como el principal productor de trigo en México.

Sonora se ubica en el noroeste de México, donde su región triguera posee un clima muy favorable para la producción de este cereal. La cercanía a la costa proporciona un ambiente primaveral fresco y el ambiente desértico representa una mayor radiación solar, lo que favorece para obtener altos rendimientos, buen llenado de grano y por lo tanto altos rendimientos harineros o semoleros (Chávez *et al.*, 2023). En esta región, el trigo tetraploide (*Triticum turgidum* ssp. *durum*), llamado comúnmente trigo duro o cristalino predominan la superficie de siembra desde el ciclo O-I 1994-1995, llegando incluso hasta más del 90 % de la superficie destinada a trigo y con la variedad CIRNO C2008 predominando desde el 2011 con más del 70 % de los trigos duros disponibles (Figuerola *et al.*, 2011).

Uno de los principales problemas con los que la industria molinera de trigo duro en México ha tenido que lidiar es el bajo contenido de color amarillo en la semola de la variedad CIRNO C2008, aunado a las altas temperaturas que prevalecen después de la cosecha del trigo, comprendida entre los meses de mayo a octubre y a las condiciones de almacenamiento del grano, que provocan una marcada reducción en el contenido de color en la semola del trigo duro (Chávez *et al.*, 2022). Por lo que el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en México, ha desarrollado variedades que superan el color de CIRNO C2008 (Figuerola *et al.*, 2011).

Las normas alimenticias exigen que este color sea inherente al grano de las variedades que se utilizan para la elaboración de estas pastas. El color amarillo en trigo es un carácter cuantitativo, altamente heredable (Roncallo *et al.*, 2009), en trigo duro y Montoya *et al.*, 2012 en trigos harineros, con evidencias de interacción genotipo ambiente (Camacho *et al.*, 2012). Desde el punto de vista nutricional los pigmentos carotenoides desempeñan una función antioxidante en membranas biológicas, el β -caroteno es uno de los pigmentos carotenoides precursores de la vitamina A en

humanos y actualmente actúan previniendo enfermedades degenerativas y de visión (Roncallo *et al.*, 2009). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el color amarillo de la sémola obtenida de variedades comerciales en el noroeste de México.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación se realizó en el laboratorio de Calidad de trigo del Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ubicado en el estado de Sonora, México. La sémola se obtuvo de seis variedades comerciales y dos líneas avanzadas de trigo duro (Cuadro 1), las cuales fueron sembradas en el Campo Experimental Valle de Mexicali, Baja California, México, durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2018-2019, bajo un diseño experimental bloques al azar con tres repeticiones, las cuales se manejaron con cuatro riegos de auxilio más el riego de germinación. El color amarillo expresado como valor b^* se evaluó utilizando el equipo Minolta CR400, en sémola con tamaño de partícula de 250 micrómetros. La molienda de los materiales se realizó con un molino experimental Brabender Jr y para la extracción de sémola se utilizó una serie de tamices con número de partícula 400, 300, 250 y 180 micrómetros. La partícula 250 se utiliza en un 50 % para la formulación de sémolas para elaborar pastas en México y otras partes del mundo.

Cuadro 1.- Genotipos de trigo duro sembrados bajo las mismas condiciones agroecológicas en el Campo Experimental Valle de Mexicali, B. C., México. Ciclo O-I 2018-2019

Genotipo	
1.	CIRNO C2008
2.	BAROYECA ORO C2013
3.	QUETCHEHUECA ORO C2013
4.	CONASIST C2015
5.	MARTÍNEZ C2016
6.	CENEB ORO C2017
7.	LÍNEA AVANZADA 1
8.	LÍNEA AVANZADA 2

Fuente: Elaborada por Chávez Villalba Gabriela (2025)

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2 se observa que se encontraron diferencias significativas. El primer grupo lo formó las variedades CENEB Oro C2027 y la línea avanzada 2, las cuales superan el valor de 28 unidades b^* , valor que clasifica a estos genotipos con calidad oro en México (Borbón *et al.*, 2022), sin embargo, la industria de molinillo “La Moderna”, en México, bonifica a los productores cuando los trigos superan el valor b^* mayor a 25.00 aproximadamente. En este sentido, CONASIST C2015, Quetchehueca Oro C20013, Línea Avanzada 1 y Baroyeca Oro C2023, aunque no alcanzan la clasificación oro, los productores pudieran recibir bonificación por la comercialización de estas

variedades estimadas en 8 dólares por cada tonelada en el año 2025. El bajo color expresado por Baroyeca Oro C2013 y Quetchehueca se debe a la interacción genotipo ambiente (Camacho *et al* 2012). En siembras realizadas en el sur de Sonora, ambas variedades generalmente superan el 28.00 valores b*. Los valores b* más bajos los registraron las variedades Martínez C2016 y CIRNO C2008 con un promedio de 24.41 y 23.89 unidades b* del Minolta respectivamente, confirmando la necesidad de sustituir a CIRNO C2008 por genotipos que cumplan con los estándares de calidad establecidos por el mercado de trigo de la exportación, desde luego, siempre y cuando estos superen también en rendimiento y resistencia a las diferentes enfermedades que prevalecen en la región noroeste de México. En este sentido, Borbón *et al.* (2024), evaluaron el comportamiento de cinco genotipos, incluyendo CIRNO C2008 como testigo comercial, y reportó que todos los materiales evaluados superaron significativamente al testigo en rendimiento de grano, lo que evidencia la necesidad de substituir a esta variedad por opciones genéticas más competitivas.

Cuadro 2. Color de sémola obtenido de ocho genotipos de trigo duro.

Variedades	Promedio de Color en sémola (Unidades b* Minolta)
CENEB ORO C2017	29.28 a
LINEA AVANZADA 2	28.27 a
CONASITS C2015	27.76 b
QUETCHEHUECA ORO C2013	27.39 b
LINEA AVANZADA 1	27.24 b
BAROYECA ORO C2013	26.91 b
MARTÍNEZ C2016	24.41 c
CIRNO C2008	23.89 c

Fuente: Elaborada por Chávez Villalba Gabriela (2025)

4 CONCLUSIONES

Los programas de mejoramiento Genético de trigo en México tienen como prioridad superar la pigmentación de la sémola que muestra la variedad CIRNO C2008, misma que desde el año 2011 domina la superficie sembrada en el noroeste de México. Actualmente esta variedad es susceptible a roya de la hoja, posee bajos niveles de color en semola y además muestra poca tolerancia a la sequía. El resultado de esta evaluación demuestra que en México se ha logrado incrementar la expresión de una mayor intensidad del color amarillo de la sémola en trigo duro, atributo importante para la industria de pastas que abre la posibilidad para la exportación de trigos mexicanos hacia mercados que demandan este atributo en las pastas que consumen. La obtencion de la semola y el tempo requerido para obtenerla representaron una limitante en el proceso. Se recomienda calibrar este método utilizando trigo molido en forma integral para reducir tiempo y costos en el análisis.

REFERENCIAS

- Borbón, G. A., Díaz C. A. Chávez V. G., Ammar, K., Fuentes D. G., Alvarado P. J. I., y Huerta E. J. (2024). Don Lupe C2020: Nueva Variedad de trigo duro para el noroeste de México. *Revista Fitotecnica Mexicana*. Vol 45. Num 3, <https://doi.org/10.35196/rfm.2022.3.413>
- Borbón, G. A., Fuentes. D. G., Chávez, V. G., Alvarado, P. J. I. & Marroquin, M. J. A. (2024). Evaluación de líneas y variedades de trigo cristalino bajo diferentes densidades de siembra en el sur de Sonora. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 7(3), e72676. <https://doi.org/10.34188/bjaerv7n3-068>
- Camacho, C. Ma., Figueroa L. P. Chávez V. G., Fuentes D.G. Félix F. J.L. y Borbón G. A. 2012. Efecto del genotipo y la fecha de siembra sobre la expresión del color de semolina en el grano de trigo cristalino. *XXIV Congreso Nacional y IV Internacional de Fitogenética*. 433 p.
- Chávez V.G., Díaz, C, H. L., Buitimea, Valenzuela M.J., Borbón G.A., Alvarado P.J.I., Ammar, K. e Itria, A.M. 2022. Influencia del tiempo de almacenamiento sobre el valor b* en 10 genotipos de trigo duro. *Memorias de XXV Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas*. Octubre 27-28. Mexicali, B.C México. P. 474-478.
- Chávez, V.G. Borbón G.A., Díaz, C. H. L., Alvarado P. J. I., Huerta E. J., y Fuentes, D. G. 2023. Marcela F2023: Variedad de trigo harinero de gluten fuerte para el noroeste de México. *Memorias de 2do. Congreso Internacional en Ciencias Agua, Suelo y Agrobiodiversidad*. Octubre 11-13. Cd Obregón, Sonora, México. P. 276-278
- FAOSTAT, 2025. Producción mundial de cereales 2025. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>.
- Figueroa L.P., Fuentes, D.G., Valenzuela, H.V., Chávez, VG., Félix, FJ.L., y Mendoza L.J.A. El mosaico genético de resistencia a roya de la hoja en trigo cristalino, un importante objetivo no logrado en el sur de Sonora. Publicación especial. No. 18. CIRNO-INIFAP. Campo Experimental Norman E. Borlaug. Marzo 2011. Cd. Obregón, Sonora, México. P. 11-12.
- Montoya, L. J.; Giraldo G. G. A.; Lucas A. J. C. 2012. Determinación del índice de blancura en harina de trigo comercial. *Vitae*. 19(1): 415-416.
- Roncallo, P.; Garbus, I.; Picca, A.; Echenique, V.; Carrera, D. A.; Cervigni, G. L. y Miranda R. 2009. Análisis de las bases genéticas del color en trigo candeal. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*. 108(1): 9-23. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QV>
- SIAP, 2025. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en <https://www.gob.mx/siap>