



DON LUPE ORO C2020: NUEVA VARIEDAD DE TRIGO DURO PARA EL NOROESTE DE MÉXICO

DON LUPE ORO C2020: A NEW DURUM WHEAT VARIETY FOR NORTHWESTERN MEXICO

Alberto Borbón-Gracia¹, Huizar Leonardo Díaz-Ceniceros^{1*}, Gabriela Chávez-Villalba¹, Karim Ammar², Guillermo Fuentes-Dávila¹, Jorge Iván Alvarado-Padilla³ y Julio Huerta-Espino⁴

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

*Autor de correspondencia (diaz.huizar@inifap.gob.mx)

El noroeste de México es la principal región productora de trigo cristalino (*Triticum durum* Desf.). Durante el año 2020 se cultivaron 159,229 ha con este tipo de trigo, las cuales representaron el 90.5 % de la superficie total sembrada en México. Dicha región alcanzó una producción de 1.19 millones de toneladas, con un valor de la producción de 5.25 mil millones de pesos (SIAP, 2021).

Existen tres segmentos de venta para el trigo cristalino producido en el noroeste de México: el mercado pecuario, el industrial y el de exportación (Garza y Taddei, 2016). Los principales países importadores son Marruecos, Libia, Argelia, Túnez, Turquía, Guatemala, Cuba, Italia y Venezuela (SIAP, 2020). En el mercado internacional como en el nacional, la industria requiere de grano macarronero con alto porcentaje de proteína y de alta pigmentación en la sémola para la elaboración de pastas; por lo anterior, es importante poner a disposición de los productores de la región noroeste de México nuevos genotipos que reúnan un alto potencial de rendimiento en diversos ambientes de producción, calidad industrial, tolerancia al acame y resistencia a enfermedades.

El programa de mejoramiento de trigo del Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEBC) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en colaboración con el Programa de Mejoramiento Genético de Trigo Cristalino del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), generaron la variedad de trigo duro Don Lupe Oro C2020, de hábito primaveral.

La línea que originó a Don Lupe Oro C2020 se obtuvo en

el Programa de Mejoramiento Genético de Trigo Cristalino del CIMMYT mediante la hibridación entre progenitores y combinaciones de los métodos masal estratificado con selección, masal y pedigree; posteriormente, se evaluó en ensayos de rendimiento de grano en el CENEBC, en el Valle del Yaqui, en el Sitio Experimental Valle del Mayo (SEMAY) Sonora, en el Campo Experimental Valle del Fuerte (CEVAF) Sinaloa y en el Campo Experimental Valle de Mexicali (CEMEXI), Baja California.

La línea se generó a partir de una crusa triple. En la crusa simple, estuvieron involucrados el progenitor 1: SILVER_14/MOEWE//BISU_1/PATKA_3/3/PORRON_4/YUAN_1/4/PAGA_6/5/TARRO_1/2* YUAN_1//AJAIA_13/YAZI/3/BARNACLA_1 y el progenitor 2: ALTAR84/STINT//SILVER_45/3/GUANAY/4/GREEN_14//YAV_10/AUK/5/SOMAT_4/INTER_8; posteriormente, la F₁ obtenida se cruzó con el progenitor 3: /SOOTY_9/RASCON_37//GUAYACAN INIA/3/BSET/PNIO_3, lo que dio origen a la crusa trilineal SILVER_14/MOEWE//BISU_1/PATKA_3/3/PORRON_4/YUAN_1/4/PAGA_6/5/TARRO_1/2*YUAN_1//AJAIA_13/YAZI/3/BARNACLA_1/6/ALTAR84/STINT//SILVER_45/3/GUANAY/4/GREEN_14//YAV_10/AUK/5/SOMAT_4/INTER_8/7/SOOTY_9/RASCON_37//GUAYACANINIA/3/BSET/PNIO_3 y fue registrada con el número de crusa CDSS12B00145T. La semilla obtenida de la crusa triple (F₁ TOP) se sembró en el CENEBC durante el ciclo agrícola otoño-invierno (O/I) 2012-2013 y se cosecharon en masa espigas de plantas seleccionadas (099Y), lo que dio origen a la semilla F₂. Esta semilla F₂ fue sembrada en la estación del CIMMYT en Metepec, Estado de México en el verano 2014, en esta población se seleccionaron 14 plantas individuales que se trillaron en masa (014 M). La F₃ se sembró en el

CNEB durante el O/I 2014-2015 y se seleccionó la planta número 14 (14Y) para generar la F₄. La semilla F₄ se sembró en Metepec, Estado de México durante el verano 2015 y se seleccionó la línea derivada de la espiga número 3 (3M), de donde se cosecharon cuatro espigas individuales en la generación F₅. Las cuatro espigas individuales se sembraron en espiga por surco en el CNEB durante el O/I 2015-2016 y la mejor, conforme al tipo y uniformidad, fue la del surco derivado de la espiga 3, la cual se trilló en masa para generar la línea (0Y); posteriormente, la pureza de la línea se mantuvo sembrando espiga por surco y eliminando los surcos con plantas fuera de tipo, las espigas restantes se cosecharon en masa para generar el compuesto que dio origen a la línea avanzada. Para la purificación de la línea avanzada se seleccionaron 100 espigas que se cosecharon en masa para obtener la semilla original del programa de mejoramiento del CNEB (0100CEN). Finalmente, la crusa e historia de selección quedó como sigue: CDSS12B00145T-099Y-014M-14Y-3M-0Y-0100CEN.

La variedad se registró en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), con base en los fundamentos de la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (SAGARPA, 2007) vigente en México, y cuenta con el registro definitivo TRI-190-190221 en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales desde febrero de 2020; también cuenta con el título de obtentor No. 2707.

Las características fenotípicas más importantes de la variedad Don Lupe Oro C2020, de acuerdo con la Unión Internacional para la Protección de Nuevas Variedades de Plantas (UPOV, 1988), son las siguientes: tiene un hábito de crecimiento semi-erecto, exhibe una frecuencia muy baja de hojas bandera curvadas, no presenta coloración de antocianinas en las aurículas ni en el coleóptilo, la vaina de la hoja bandera, el tallo del cuello de la espiga y la espiga presentan una glaucosidad muy fuerte, mientras que en la lámina de la hoja es de intensidad fuerte (Figura 1). La espiga tiene perfil piramidal, se clasifica como densa, presenta una longitud media (excluyendo las aristas) y en madurez se torna de color blanco. Las aristas están distribuidas uniformemente a lo largo de la espiga, son más largas que la espiga y a la madurez fisiológica presentan una coloración café. En el tercio medio de la espiga la forma de la gluma es oblonga media, sin vellosidad de la superficie externa, el hombro de la gluma es fuertemente elevado con presencia de un segundo pico, el pico es de longitud corta y presenta curvatura débil. El grano tiene forma semi-elíptica, de color blanco y no presenta reacción al fenol.

Don Lupe Oro C2020 se evaluó en ensayos experimentales en un total de 34 ambientes durante los ciclos O/I 2018-2019 a O/I 2020-2021 en Sonora, Baja California y Sinaloa, México. Los ambientes están constituidos por las diferentes localidades, fechas de siembra y regímenes de riego, donde en riego normal se aplicaron cuatro riegos de auxilio y en riego limitado dos riegos de auxilio.

Don Lupe Oro C2020 presentó una altura de planta promedio de 82.5 cm, con un mínimo de 65 y un máximo de 95 cm. El espigamiento se registró a los 76 días después de la siembra (dds) y la madurez fisiológica a los 123 dds (Cuadro 1). Esta variedad alcanzó un 8.1 y 9.6 % más de rendimiento que CIRNO C2008 bajo condiciones de riego normal y limitado. Don Lupe Oro C2020 fue superior a CIRNO C2008 de 6.2 a 14.6 % en evaluaciones dentro del CNEB en diferentes fechas de siembra. Con riego normal, Don Lupe Oro C2020 supera el rendimiento de CIRNO C2008 en 3.0 y 4.7 % en los estados de Baja California y Sinaloa, México, respectivamente. El peso específico de grano es de 82.5 kg hL⁻¹; el contenido de proteína en grano es de 11.4 % y el peso de mil granos de 52.7 g, que es superior al de las variedades con calidad de sémola 'Oro' previamente liberadas. El pigmento de la sémola es de 31.4 puntos en la partícula de 250 nm en la escala 'b' del equipo Minolta (CR 300, Tokio, Japón). Este tamaño de partícula es el más usado por la industria macarronera en el mundo y se utiliza alrededor de un 50 % de la formulación para la elaboración de pastas; valores de pigmento mayores a 28 puntos en la escala es considerada como calidad 'Oro', y de esta forma se asegura que el producto final tenga buena pigmentación (Figura 1A).

Las evaluaciones realizadas con Don Lupe Oro C2020 mostraron que la variedad presenta reacción de resistencia a las razas de *Puccinia triticina* Erickss causantes de la roya de la hoja y a *Puccinia striiformis* Westend. f. sp. *tritici* Erikss que ocasiona la roya amarilla, enfermedades que prevalecen en el sur de Sonora, México. El análisis molecular indicó que Don Lupe Oro C2020 no debe su resistencia al gen *Lr14a*, presente en la mayoría de las variedades 'Oro' previamente liberadas, sino que su resistencia a la roya de la hoja se debe a una fuente de resistencia genética diferente, que todavía no existe entre las variedades resistentes liberadas. Esta nueva resistencia resultará en una diversificación fitosanitaria en las zonas donde se sembrará. En cuanto a carbón parcial (*Tilletia indica* Mitra), la variedad presenta una reacción de moderadamente resistente (Cuadro 1) con una incidencia, bajo inoculación artificial, mucho menor que la observada en cualquier trigo harinero comercial.

Las categorías de semilla original y básica se



Figura 1. A) Producto final de Don Lupe Oro C2020 y CIRNO C2008, B) espiga y tallo de la espiga con glaucosidad muy fuerte, C) coloración de antocianinas del coleóptilo ausente en Don Lupe Oro C2020, D) porte de planta.

Cuadro 1. Comparación de medias de variables agronómicas, de calidad industrial y fitopatológicas evaluadas en 34 ensayos experimentales durante los ciclos O/I 2018-2019 al O/I 2020-2021.

Variedad	DE (días)	MF (días)	AP (cm)	REND (kg ha ⁻¹)	PH (kg hL ⁻¹)	PROT (%)	PMG (g)	CS (b)	RH (%)	CP (%)
Don Lupe Oro C2020	75.5 c	122.5 a	82.5 c	6946 a	82.5 a	12 b	53 a	31 a	0	11.3
Quetchehueca Oro C2013	76.2 b	121.5 bc	84.4 b	6652 b	82.7 a	12 b	49 b	31 ab	0	4.6
CENEB Oro C2017	76.2 b	121.2 c	85.8 a	6646 b	82.5 a	12 ab	52 a	30 b	0	2.1
CIRNO C2008	77.4 a	122.2 ab	80.4 d	6383 c	82.8 a	12 a	54 a	25 c	30	5.6
DSH (0.05)	0.55	0.86	1.38	214.6	0.36	0.28	2.6	1.28		

DE: días a espigamiento, MF: días a madurez fisiológica, AP: altura de planta, REND: rendimiento de grano, PH: peso hectolítrico, PROT: proteína en grano, PMG: peso de mil granos, CS: color de sémola en partícula de 250 nm, RH: porcentaje promedio de severidad de roya de la hoja, CP: porcentaje de grano infectado con carbón parcial promedio de cuatro evaluaciones dentro del CENEB. Medias con letras iguales en la misma columna no son diferentes estadísticamente (Tukey, P ≤ 0.05), DSH: diferencia significativa honesta.

salvaguardan en el CNEB-INIFAP. La semilla registrada se incrementará en el ciclo O/I 2021-2022 por parte del Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora A. C.

AGRADECIMIENTOS

Los investigadores del programa de trigo del CNEB-INIFAP agradecen al Dr. Karim Ammar, jefe del Programa de Mejoramiento de Trigo Cristalino del CIMMYT, centro que proporcionó la línea avanzada de donde se originó la variedad Don Lupe Oro C2020; así mismo, al personal técnico del programa de mejoramiento genético de trigo del Campo Experimental Norman E. Borlaug.

BIBLIOGRAFÍA

- Garza L. M. C. y C. Taddei B. (2016) Definición del mercado de trigo cristalino en el valle del Yaqui, México. *Economía: Teoría y Práctica* 44:193-215.
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2007) Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas. Diario Oficial de la Federación, edición 15 de junio de 2007. México, D. F. 18 p.
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2020) Panorama Agroalimentario 2020. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México. 196 p.
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2021) Anuario estadístico de la producción agrícola. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (Noviembre 2021).
- UPOV, International Union for the Protection of New Varieties of Plants (1988) Bread wheat (*Triticum aestivum* L. emend. Fiori et Paol.). Guidelines for the conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability. Document No. TG/3/12. International Union for the Protection of New Varieties of Plants. Geneva, Switzerland. 31 p.