



FÉNIX M2025, NUEVA VARIEDAD DE TRIGO HARINERO PARA EL BAJÍO, MÉXICO

FENIX M2025, NEW BREAD WHEAT VARIETY FOR EL BAJIO, MEXICO

Ernesto Solís-Moya^{1*}, Lourdes Ledesma-Ramírez¹, Eliel Martínez-Cruz², René Hortelano-Santa Rosa², Héctor Eduardo Villaseñor-Mir², Julio Huerta-Espino², Luis Antonio Mariscal-Amaro¹ y Lidia Alejandra Rodríguez-Zermeño¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Bajío, Celaya, Guanajuato, México. ²INIFAP, Campo Experimental Valle de México, Texcoco, Estado de México, México.

*Autor de correspondencia (solis.ernesto@inifap.gob.mx)

El trigo (*Triticum* spp.) se considera el cultivo principal durante la temporada de otoño-invierno en la región de El Bajío, México, que abarca áreas de los estados de Guanajuato, Michoacán y Jalisco. La superficie récord en esta área se estableció en 1985 con 225,833 ha; sin embargo, actualmente se siembran 100 386 ha (promedio de 2022 a 2025), con un rendimiento medio de 6.1 t ha⁻¹ (SIAP, 2025). Uno de los retos del trigo en El Bajío es incrementar los rendimientos sin aumentar los costos de producción; es decir, mejorar la rentabilidad para mantener la siembra del cultivo en la región. Otro factor que ha afectado la producción de trigo de riego en los últimos años es la poca disponibilidad de agua en las presas y la sobreexplotación del acuífero de El Bajío. En este contexto, en Guanajuato existen más de 16,000 pozos activos, que provocan una disminución de 3 a 6 m por año en el nivel freático y aumenta el costo de la energía eléctrica utilizada para la extracción de agua; por tal motivo, el balance hidráulico subterráneo presenta un déficit de más de 900 millones de m³ (Ledesma *et al.*, 2024). Otra dificultad importante en la región es la roya amarilla, que puede disminuir el rendimiento hasta en 100 % en variedades susceptibles cuando las ataca en etapas tempranas (Belay *et al.*, 2025).

Una de las estrategias a seguir para obtener altos rendimientos es sembrar variedades más productivas obtenidas a través de la mejora genética que superen el rendimiento de las variedades comerciales en cualquier ambiente de producción, como fechas de siembra tempranas o tardías, diferentes regímenes de riego, etc. Los avances en mejoramiento genético llevados a cabo en El Bajío durante los últimos años han permitido la identificación de nuevos genotipos que no solo ofrecen mayores rendimientos, sino también una mejor resistencia a las royas en comparación con las variedades comerciales.

Un ejemplo de esto es la nueva variedad Fénix M2025, la cual, conforme a la legislación vigente de la Ley Federal en Producción, Certificación y Comercio de Semillas en México, y tras cumplir con los requisitos establecidos por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), ha sido registrada en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) bajo el número provisional 4929-TRI-199-080425/C.

La variedad de trigo harinero Fénix M2025 fue desarrollada en el Programa de Mejoramiento Genético de Trigo del INIFAP, Campo Experimental Bajío (CEBAJ). Su obtención se llevó a cabo mediante hibridación y selección utilizando el método de mejoramiento genético de selección masal. La cruce se realizó entre los progenitores HALITA/COLIBRI y THELIN/2*WBLL1 y su historia de selección está registrada bajo el número TR13CS226-100C-100C-0R-6C-0R-0C.

La cruce se realizó en el ciclo Otoño-Invierno (O-I) 2012-2013 en Roque, Celaya Guanajuato, México, la generación F₁ de la cruce se identificó con el número 226 y fue sembrada en el ciclo Primavera-Verano (P-V) 2013 en Chapingo, Texcoco, Estado de México. En las generaciones segregantes se aplicaron los métodos de selección masal e individual. La generación F₂ se identificó con el número 2187, se sembró en Roque, Celaya, Guanajuato, en el ciclo O-I 2013-2014, en forma mateada; de las plantas seleccionadas por resistencia a enfermedades y tipo agronómico, se cosecharon 100 espigas en total y se hizo un compuesto balanceado. La F₃ se sembró en el ciclo P-V 2014 en Chapingo, Texcoco, Estado de México, la siembra se hizo en forma mateada y se realizó selección por resistencia a roya amarilla y tipo agronómico, se cosechó una espiga de cada una de las 100 plantas seleccionadas y

se formó un compuesto balanceado. La F_4 se evaluó en O-I 2014-2015 en la localidad de Roque, Celaya, Guanajuato y se seleccionó por resistencia a royas de la hoja y amarilla y por tipo agronómico, se seccionaron las mejores 100 plantas y de cada una de ellas se cosechó una espiga, con las cuales se realizó un compuesto balanceado. La F_5 se sembró en el ciclo P-V 2015 en la localidad de Chapingo, Texcoco, Estado de México, y se identificó con el número 5051, en esta generación de las familias seleccionadas se cosecharon 10 espigas de 10 plantas diferentes, seleccionadas con base en el tipo agronómico y resistencia a enfermedades. La F_6 se sembró en espiga por surco en el ciclo O-I 2015-2016 en Roque, Celaya, Guanajuato; en esta generación, se seleccionó y cosechó la línea 6 de las 10 seleccionadas en F_5 . La F_7 se sembró en un surco de 1 m a doble hilo en P-V 2016 en la localidad de Chapingo, Texcoco, Estado de México. Esta línea se evaluó en las pruebas preliminares de rendimiento en el ciclo O-I 2016-2017 en Roque, Celaya, Guanajuato. Posteriormente, se evaluó en experimentos de fechas de siembra y con diferente número de riegos, además de viveros para evaluación de roya amarilla y roya de la hoja.

El manejo agronómico durante las generaciones segregantes fue el siguiente: en Texcoco, Estado de México se sembró bajo condiciones de temporal, se fertilizó en la siembra con la dosis 40-20-00, se controló maleza de hoja ancha con 2,4-D éster. En Celaya, Guanajuato se sembró bajo condiciones de riego, aplicando cuatro riegos a los 0-45-75 y 100 días después de la siembra. Se fertilizó con la dosis 240-60-00 aplicando todo el P_2O_5 y la mitad del nitrógeno a la siembra y el resto del nitrógeno en el primer riego de auxilio. Las malezas de hoja ancha se controlaron

con 2,4-D éster y las de hoja angosta con Clodinafop-Propargyl en las dosis recomendadas por los fabricantes. Los ensayos de rendimiento se efectuaron solo en Celaya, Guanajuato con diferente número de riegos: dos riegos a los 0-55, tres riegos a los 0-45-75, cuatro riegos a los 0-45-75-100 y cinco riegos a los 0-35-65-85-105 días después de la siembra.

La variedad Fénix M2025 presenta un hábito de crecimiento primaveral y es semienano, alcanzando una altura de 91 cm. Su ciclo vegetativo es intermedio, con un periodo de 76 días a floración y 127 días a madurez fisiológica. El tallo es robusto, hueco y de color crema, con resistencia moderada al acame. La espiga es de forma piramidal, blanca, laxa y con barbas, su longitud varía entre 11.4 y 13.4 cm, produciendo entre 19 y 23 espiguillas, de las cuales una o dos en la base pueden ser estériles. Normalmente, las espigas generan tres granos en la parte inferior, cuatro o cinco en el medio y tres en la parte superior. Las glumas son blancas, el pico tiene un tamaño medio y el hombro presenta una forma predominantemente horizontal. El grano es blanco, con una forma ligeramente alargada, bordes redondeados y un endospermo medio fuerte (Figura 1).

La variedad de trigo Fénix M2025 en la región del Bajío presenta resistencia a la roya lineal amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* Eriks). En etapa de plántula, se evaluó la respuesta frente a las cepas MEX23.17 y MEX1604, mostrando susceptibilidad, lo que indica que su alta resistencia se atribuye a genes que se expresan en planta adulta. En esta etapa, la planta demostró inmunidad frente a las cepas CEVAMEX14.25, MEX14.141 y MEX14.146,



Figura 1. Plantas, espigas y grano de la variedad Fénix M2025.

identificadas en 2014. Estos aislamientos lograron superar la resistencia de Luminaria F2012 y Nana F2007, los cuales presentan virulencia hacia los genes *Yr2*, *Yr3*, *Yr6*, *Yr7*, *Yr8*, *Yr9*, *Yr17*, *Yr27* y *Yr31*, entre otros. En planta adulta se ha confirmado la presencia del gen *Yr29* mediante marcadores moleculares; este gen está asociado con el gen de roya de la hoja *Lr46* (William *et al.*, 2003).

La variedad Fénix M2025 se comparó contra cinco variedades comerciales de trigo sembradas en el Bajío en tres fechas de siembra, con intervalos de 30 días, del 15 de noviembre al 15 de enero, durante los ciclos O-I 2019-2020, 2020-2021, 2021-2022 y 2022-2023. En este estudio la variedad Fénix M2025 superó a las variedades testigo Cortazar S94, Urbina S2007, Faisán S2016, Alondra F2014, Elia M2016 y Cisne F2016 con 25.6, 25.5, 16.5, 16.4, 9.8 y 8.2%, respectivamente (Cuadro 1).

Al comparar Fénix M2025 con las variedades testigo con dos riegos (0-55 días), esta nueva variedad obtuvo un rendimiento de 3927 kg ha⁻¹, superando con un 16.6 % a la variedad Cortazar S94, con tres riegos (0-45 y 75 días), Fénix M2025 obtuvo un rendimiento de 5570 kg ha⁻¹ superando con un 11.8 % en rendimiento a la variedad Cortazar S94. Con cuatro riegos (0-45-75 y 100 días) la variedad Fénix M2025 rindió 6746 kg ha⁻¹ superando a la variedad Cortazar S94 en 19.8 %. En el promedio de los tres calendarios de riego Fénix M2025 superó con 16.1% a la variedad Cortazar S94 (Cuadro 2).

En evaluaciones realizadas en parcelas de productores establecidas durante el ciclo O-I 2024-2025 en Pénjamo,

Abasolo y Salvatierra, Guanajuato y Pastor Ortiz y Zamora, Michoacán, Fénix M2025 superó a Faisán S2016, Grata S2022 y Cisne F2016 con 10.8, 8.8 y 3.3 %, respectivamente.

En relación con características de calidad industrial de la nueva variedad Fénix M2025, esta se comparó con variedades testigos panificables recomendadas para Bajío (Cuadro 3).

En la variable peso hectolítrico, que está relacionada con el rendimiento harinero, Fénix M2025 presenta valores similares a Alondra F2014 y Luminaria F2012, con 77 kg hL⁻¹. El porcentaje de dureza de grano de la nueva variedad corresponde con la dureza de los granos panificables, lo cual es apropiado para trigos panaderos, dado que su dureza refleja el fuerte empaquetamiento entre el almidón y la proteína (principales constituyentes del grano de trigo), lo cual durante el proceso de trituration del grano y reducción de la harina producirá almidón dañado, lo que permite mayor absorción de agua por la harina, favoreciendo la calidad de la miga. Los porcentajes de proteína de grano y de harina fueron similares a los obtenidos por la variedad Alondra F2014, estos porcentajes se pueden incrementar con manejo agronómico al aumentar la fertilización nitrogenada a 300 unidades por ha. Por el valor de la fuerza del gluten de la variedad Fénix M2025 (W de 226 × 10⁻⁴ J), se clasificó como una variedad de gluten medio fuerte, con un PL de 2.4 de relación de tenacidad-extensibilidad. La masa del gluten le permitió alcanzar volúmenes de pan de 773 mL, superiores a los obtenidos por todas las variedades testigo panificables.

Cuadro 1. Rendimiento (kg ha⁻¹) de Fénix M2025 y variedades testigo establecidas en fechas de siembra durante los ciclos O-I 2019-2020, 2020-2021, 2021-2022 y 2022-2023.

Variedad	Ciclos de evaluación				Promedio
	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	
Fénix M2025	6004 a	8377 a	6617 a	5208 a	6551 a
Cisne F2016	5716 a	7283 b	6170 ab	5061 a	6057 b
Elia M2026	5785 a	6748 b	6204 ab	5140 a	5969 b
Alondra F2014	4927 bc	7086 b	5914 ab	4593 ab	5630 bc
Faisán S2016	4975 b	6666 b	5869 ab	4985 a	5624 bc
Urbina S2007	4439 c	6572 b	5937 ab	3939 b	5222 c
Cortazar S94	4185 c	6651 b	5450 b	4573 ab	5215 c
DSH	584	942	892	947	456

Medias con letras iguales en las columnas no son estadísticamente diferentes (Tukey, p ≤ 0.05).

Cuadro 2. Evaluación de Fénix M2025 y variedades testigo sembradas en tres calendarios de riego durante los ciclos O-I 2019-2020, 2020-2021, 2021-2022 y 2022-2023.

Variedad	Dos riegos	Tres riegos	Cuatro riegos	Promedio
Fénix M2025	3927 a	5570 a	6746 a	5414 a
Elia M2016	3547 ab	5288 ab	6723 a	5186 ab
Cisne F2016	3627 ab	5219 ab	6040 ab	4990 abc
Faisán S2016	3930 a	5216 ab	5744 b	4963 abc
Alondra F2014	3495 abc	4879 b	5680 b	4685 cd
Cortazar S94	3368 bc	4984 ab	5633 b	4662 cd
Urbina S2007	3060 c	4832 b	5528 b	4473 d
DSH	488	595	872	378

Medias con letras iguales en las columnas no son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Cuadro 3. Características de calidad de la variedad Fénix M2025 comparada con trigos panificables sembrados en el Bajío.

Variedad	PHL	DG	PG	PH	W	PL	P	L	VP
Fénix M2025	77	44	9.9	8.8	226	2.4	119	50	773
Alondra F2014	77	50	10	8	175	4.5	136	30	708
Elia M2016	79	47	9.8	8.2	159	4.1	98	24	698
Luminaria F2012	78	44	11	9	347	6.1	221	36	668
Cisne F2016	83	43	10	8	160	4.6	133	29	650

PHL: peso hectolítico (kg hL^{-1}), DG: dureza de grano (%), PG: proteína en grano (%), PH: proteína en harina (%), W: fuerza de la masa ($\times 10^{-4}$ J), PL: relación tenacidad-extensibilidad, P: tenacidad (mm), L: extensibilidad (mm), VP: volumen de pan (mL).

La variedad Fénix M2025 se recomienda para la zona de México conocida como El Bajío, que abarca partes de los estados de Guanajuato, Michoacán, Jalisco y Querétaro. Esta región se caracteriza por altitudes que oscilan entre 1500 y 1800 msnm, una temperatura media de 20 °C y precipitaciones que varían entre 450 y 650 mm. La semilla básica de Fénix M2025 estará disponible a partir de diciembre de 2026 en el INIFAP-CEBAJ para su venta a las empresas productoras de semillas que lo requieran.

Para lograr rendimientos que superen las 8 t ha⁻¹, la variedad Fénix M2025 debe ser sembrada en El Bajío entre el 25 de noviembre y el 10 de diciembre. Se recomienda utilizar una densidad de siembra de 120 kg de semilla por hectárea, así como un calendario de riegos que incluya cuatro aplicaciones: 0, 45, 75 y 100 días después de la

siembra. En cuanto a fertilización, se sugiere una dosis de 240-60-00, aplicando todo el fósforo y 120 kg de nitrógeno al momento de la siembra y el resto del nitrógeno durante el primer riego auxiliar. Para obtener información sobre los productos recomendados para el control de malezas y plagas, se puede consultar a Ledesma y Solís (2024).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al INIFAP por su apoyo financiero parcial que permitió la finalización del estudio a través del proyecto “Programa nacional de mejoramiento genético para generar variedades resistentes a royas, de alto rendimiento y alta calidad para una producción sustentable de trigo en México, con número SIGI 153335532.

BIBLIOGRAFÍA

- Belay A. F., A. J. Jenber and T. W. Mekonnen (2025) Distribution and associated factors influencing yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) epidemic developments in bread wheat (*Triticum aestivum*) in Amhara Region, Ethiopia. *Journal of Crop Health* 77:62, <https://doi.org/10.1007/s10343-025-01129-5>
- Ledesma R. L. y E. Solís M. (2024) Producción Sostenible de Trigo de Riego en El Bajío. Libro Técnico Núm. 4. Campo Experimental Bajío, INIFAP. Celaya, Guanajuato, México. 527 p.
- Ledesma-Ramírez L., E. Solís-Moya, L. A. Mariscal-Amaro, J. Huerta-Espino, V. Montero-Tavera, A. J. Gámez-Vázquez, ... and S. S. González-Figueroa (2024) Response of commercial classes of wheat to contrasting irrigation regimes. *Cereal Research Communications* 52:1215-1227, <https://doi.org/10.1007/s42976-023-00437-8>
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2025) Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SADER. Ciudad de México. https://nube.agricultura.gob.mx/avance_agricola/ (Julio 2025).
- William M., R. P. Singh, J. Huerta-Espino, S. Ortiz I. and D. Hoisington (2003) Molecular marker mapping of leaf rust resistance gene *Lr46* and its association with stripe rust resistance gene *Yr29* in wheat. *Phytopathology* 93:153-159, <https://doi.org/10.1094/PHTO.2003.93.2.153>

