

ZAFIRO, VARIEDAD DE AVENA PARA CONDICIONES DE TEMPORAL EN MÉXICO

ZAFIRO, OAT VARIETY FOR RAINFED CONDITIONS IN MEXICO

Héctor Eduardo Villaseñor-Mir, René Hortelano-Santa Rosa, Eliel Martínez-Cruz* y Julio Huerta-Espino

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de México, Programa de Avena, Coatlinchán, Texcoco. Estado de México, México..

*Autor de correspondencia (martinez.eliel@inifap.gob.mx)

En México en el año 2022 se sembraron 689,589 ha de avena (*Avena sativa* L.) y el 80 % se produjo en temporal en Chihuahua, Durango, Zacatecas y Estado de México (SIAP, 2024). En Chihuahua, que es el principal productor en México, la avena representa el 71 % del costo total de la alimentación del ganado lechero (Ramírez-Ordóñez *et al.*, 2013). Las ventajas de su cultivo en temporal son su tolerancia a la sequía y a bajas temperaturas, baja demanda de fertilizantes y su utilización para consumo animal en diferentes etapas de crecimiento. Un factor que afecta su producción es la roya del tallo, enfermedad causada por *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*, en la que de acuerdo con Zamudio-Colunga *et al.* (2023), en los Valles Altos de México se identificaron 67 razas que continuamente vencen la resistencia de las variedades liberadas, y que en variedades susceptibles llegan a causar pérdidas en el rendimiento de grano hasta del 75 % (Villaseñor-Mir *et al.*, 2023). Una solución para minimizar las pérdidas es la siembra de variedades resistentes como Rubí (Villaseñor-Mir *et al.*, 2021). Ante la necesidad de disponer de más variedades resistentes, el INIFAP pone a disposición de los productores de las regiones temporales en México la variedad Zafiro que presenta alto rendimiento de grano y forraje y resistencia a la roya del tallo.

La línea que originó a Zafiro se obtuvo de una cruce entre los progenitores DORA/OBSIDIANA (hembra) y IORN.S97CV.8ACHAP.PM (macho) realizada en el ciclo primavera-verano (P-V) de 2009; su genealogía es DORA/OBSIDIANA//IORN.S97CV.8ACHAP.PM1 y el número de cruce es AI/P-V/09-5229. La generación F₁ se sembró y cosechó en el ciclo otoño-invierno (O-I) 2009-10 en Roque, Guanajuato, México. La F₂ se sembró a planta espaciada en el ciclo P-V/2010 en Chapingo, México, y se seleccionó la planta No. 6 (6C). La F₃ se evaluó en Roque, Guanajuato en O-I/2010-11 por tipo agronómico y se cosechó de forma masiva la familia No. 30183 (OR). La F₄ se evaluó

por resistencia a roya del tallo en P-V/2011 en Chapingo, Estado de México, y se seleccionó la familia No.40183 (OC). En la F₅ en O-I/2011-12 se cosechó masivamente la familia No.50171 (OR) en Roque, Guanajuato. La F₆ se sembró a planta espaciada en Chapingo, México en P-V/2012, se evaluó por resistencia a roya del tallo y de la familia No. 60168 se seleccionó la planta No. 3 (3C). La F₇ se sembró bajo competencia en O-I/2012-13 en Roque, Guanajuato y se seleccionó la línea uniforme No. 70224 (OR). Su historial de selección es:

AI/P-V/09-5229-6C-OR-OC-OR-3C-OR

La línea experimental se evaluó en la prueba preliminar de rendimiento (PPR) en P-V/2013 y P-V/20214 en Chapingo, México. En el ciclo P-V/2015 se evaluó en el Doceavo Vivero de Selección de Avena (12voVISAVERA) en 10 ambientes en los estados de Puebla, Hidalgo, Tlaxcala y México, y se evaluó del ciclo P-V/2016 al P-V/2022 en los Ensayos Uniformes de Rendimiento de Avena (EUAVENA) del 16vo EUAVENA al 21vo EUAVENA en 54 ambientes en los estados de Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, México, Guanajuato, Aguascalientes, Zacatecas y Durango. Con la información de estos ensayos, se gestionó el registro en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales del SNICS como variedad Zafiro, mismo que le fue concedido en el año 2024 con el número AVE-004-080224.

Zafiro es de hábito de primavera, de ciclo intermedio (107 días a madurez fisiológica en promedio), altura de planta de 113 cm y es moderadamente resistente al acame (Figura 1). La comparación del rendimiento de grano de Zafiro con 12 variedades testigo se presenta en el Cuadro 1, donde se observa que ésta las superó desde 7 % (variedad Ágata) hasta 70 % (variedad Ópalo) y en promedio en 32 %. Zafiro presentó mayor ventaja en los ambientes críticos, donde se presentó sequía, incidencia severa de roya del

tallo o ambas. Las variedades comerciales Turquesa y Jade, de alto rendimiento, fueron superadas por Zafiro en aproximadamente 19.5 %, y superó a las variedades Chihuahua, Avemex, Cuauhtémoc, Papigochi y Ópalo en más del 40 %, sobre todo en ambientes de producción críticos.

La reacción a enfermedades de Zafiro se presenta en el Cuadro 2, donde se observa que para roya del tallo presentó porcentajes bajos de infección (0 a 15 %), con reacciones de resistente a moderadamente resistente, superando ampliamente a las variedades testigo que presentaron mayor infección con reacciones de moderadamente susceptibles a susceptibles. Respecto a roya de la corona, Zafiro fue la variedad más resistente, y fue tolerante al complejo de enfermedades foliares (6/50).

Zafiro es una nueva variedad de avena que en ambientes favorables o lluviosos (más de 600 mm) presenta alto potencial de rendimiento y en ambientes de baja precipitación (menor de 300 mm) presenta buena

respuesta bajo sequía, es resistente a roya del tallo y a roya de la corona y es tolerante al complejo de enfermedades foliares. Su siembra se recomienda en ambientes críticos, intermedios y favorables de producción en siembras tempranas (inicios de junio) a siembras tardías (fines de julio) en las áreas de temporal durante el ciclo P-V en México, en los estados de Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, México, Guanajuato, Aguascalientes, Zacatecas, Durango y Chihuahua. La semilla está disponible en el Campo Experimental Valle de México del INIFAP, ubicado en el municipio de Texcoco, Mexico.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el financiamiento parcial de las investigaciones que dieron origen a la variedad, a los proyectos con recursos fiscales denominados "Generación de tecnología para incrementar la productividad del cultivo de avena en México" y "Generación de variedades de avena para aumentar la productividad en México".

Cuadro 1. Rendimiento de grano de Zafiro y variedades testigo en diferentes ambientes de temporal evaluadas del 16voEUAVERNA al 21voEUAVERNA de P-V/2016 a P-V/2022.

Variedad	General (54)		AF(13)		AI (21)		AC (18)	
	RENG	%/Z	RENG	%/Z	RENG	%/Z	RENG	%/Z
Zafiro	2768	-	4744	-	2807	-	1915	-
Ágata	2551	-8	4528	-5	2367	-16	1746	-9
Turquesa	2242	-19	3965	-16	2129	-24	1472	-23
Jade	2211	-20	3572	-25	2022	-28	1341	-30
Diamante R31	2026	-27	3298	-30	2147	-24	1278	-33
Teporaca	1958	-29	3891	-18	2242	-20	1426	-26
Obsidiana	1921	-31	3170	-33	1928	-31	1295	-32
Karma	1853	-33	3175	-33	1812	-35	1229	-36
Chihuahua	1746	-37	2776	-41	1819	-35	1014	-47
Avemex	1487	-46	2615	-45	1556	-45	819	-57
Cuauhtémoc	1483	-46	2215	-53	1615	-42	1050	-45
Papigochi	1423	-49	2540	-46	1404	-50	820	-57
Ópalo	835	-70	1472	-69	837	-70	497	-74
Promedio (%)		-32		-31		-33		-36

RENG: rendimiento de grano (kg ha⁻¹), AF: ambientes favorables, AI: ambientes intermedios, AC: ambientes críticos. %/Z: porcentaje de rendimiento de grano de los testigos respecto a Zafiro.

Cuadro 2. Comportamiento fitopatológico de Zafiro y variedades testigo en ambientes de temporal de 2014 a 2021.

Variedad	Roya del tallo	Roya de la corona	Foliares
Zafiro	1R a 15MR	10R a 20MR	6/50 (T)
Ágata	5R a 50MS	5R a 20MS	6/50 (T)
Turquesa	10MR a 60MS	10R a 40MS	6/60 (T)
Jade	5R a 60MS	10R a 30MR	6/60 (T)
Diamante R31	5R a 30MR	20MR a 40MS	7/80 (MS)
Teporaca	5R a 60MS	10MR a 40MS	7/80 (MS)
Obsidiana	10MS a 60S	20MR a 40MS	6/40 (T)
Karma	10MS a 50MS	10R a 50MS	7/70 (T)
Chihuahua	40S a 90S	40MS a 90S	7/80 (MS)
Avemex	50S a 100S	20MR a 50MS	7/50 (T)
Cuauhtémoc	50S a 100S	30MS a 80S	7/60 (T)
Papigochi	20MS a 70S	30MS a 70S	7/70 (T)
Ópalo	60S a 100S	40S a 80S	6/30 (MR)

R: Resistente, S: Susceptible, MR: Moderadamente Resistente, MS: Moderadamente Susceptible, T: Tolerante. Porcentaje de infección y respuesta de la planta a roya del tallo y roya de la corona es la lectura mínima y máxima. Reacción a foliares es la lectura máxima en la escala de doble dígito.



Figura 1. Porte de la planta de avena Zafiro bajo condiciones de temporal.

BIBLIOGRAFÍA

- Ramírez-Ordóñez S., D. Domínguez-Díaz, J. J. Salmerón-Zamora, G. Villalobos-Villalobos y J. A. Ortega-Gutiérrez (2013) Producción y calidad del forraje de variedades de avena en función del sistema de siembra y de la etapa de madurez al corte. *Revista Fitotecnia Mexicana* 36:395-403, <https://doi.org/10.35196/rfm.2013.4.395>
- SIAP, Servicio Información Agroalimentaria y Pesquera (2024) Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (Enero 2024).
- Villaseñor-Mir H. E., J. Huerta-Espino, M. F. Rodríguez-García, R. Hortelano-Santa Rosa, E. Espitia-Rangel y E. Martínez-Cruz (2021) Mejoramiento genético de avena en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Pub. Esp. 25:21-25, <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i25.2808>
- Villaseñor-Mir H. E., R. Hortelano-Santa Rosa, J. Huerta-Espino, E. Martínez-Cruz, E. Espitia-Rangel y L. Osorio-Alcalá (2023) Rubí: nueva variedad de avena para siembras de temporal en México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 46:335-338, <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.3.335>
- Zamudio-Colunga A., J. Huerta-Espino, E. Espitia-Rangel, R. Hortelano-Santa Rosa, J. S. Sandoval-Islas y H. E. Villaseñor-Mir (2023) Identificación de razas fisiológicas de *Puccinia graminis* f. sp. *avenae* Erikss & Henning causante de la roya del tallo de avena (*Avena sativa* L.) en los Valles Altos de México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 46:409-417, <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.4.409>