



## ARCOS: VARIEDAD DE SORGO DE DOBLE PROPÓSITO PARA LA REGIÓN SUR DE TAMAULIPAS

### ARCOS: DUAL PURPOSE SORGHUM VARIETY FOR TAMAULIPAS SOUTH REGION

**Ulises Aranda-Lara<sup>\*1</sup>, Héctor Williams-Alanis<sup>2</sup>, Jorge Elizondo-Barrón<sup>1</sup>, Gerardo Arcos-Cavazos<sup>3</sup>, Francisco Zavala-García<sup>4</sup>, Tomas Moreno-Gallegos<sup>5</sup>, Juan Valadez-Gutiérrez<sup>6</sup>, María del Carmen Rodríguez-Vázquez<sup>4</sup>, Jesús A. López-Guzmán<sup>5</sup>, Rosendo Hernández-Martínez<sup>1</sup> y Santiago Ruiz-Ramírez<sup>7</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (INIFAP), Campo Experimental Río Bravo, Río Bravo, Tamaulipas, México.

<sup>2</sup>Ex-Investigador, INIFAP, Campo Experimental Río Bravo, Río Bravo, Tamaulipas, México. <sup>3</sup>Ex-Investigador, INIFAP, Campo Experimental Las Huastecas, Tamaulipas, México. <sup>4</sup>Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Marín, N. L., México. <sup>5</sup>INIFAP, Campo Experimental Río Bravo, Río Bravo, Tamaulipas, México. <sup>6</sup>INIFAP, Campo Experimental Las Huastecas, Tamaulipas, México. <sup>7</sup>INIFAP, Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, Tepatitlán de Morelos, México.

\*Autor de correspondencia (aranda.ulises@inifap.gob.mx)

En el mundo, el cultivo del sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] tuvo una producción aproximada de 61.02 millones de toneladas en el ciclo 2022/2023, cuyo grano es utilizado como un componente en la elaboración de alimentos balanceados para ganado vacuno, porcino y aviar. En México, la actividad primaria (agricultura y ganadería) es de las más productivas y dinámicas, ya que se realiza en alrededor del 56 % del territorio nacional (SIAP, 2020). En éste, Tamaulipas aportó el 40 % de la producción nacional de sorgo. En el sur de Tamaulipas se siembran cerca de 100 mil hectáreas de sorgo al año, con una producción de 250 mil toneladas de grano (SIAP, 2024) y todo el forraje se aprovecha para la alimentación de los animales. El sorgo, al considerar los parámetros de calidad nutritiva y debido a su vocación forrajera, es una opción viable en la nutrición de los rumiantes. Por lo tanto, este cultivo puede ser utilizado en los sistemas de libre pastoreo y de alimentación en animales estabulados. El Cultivo se utiliza principalmente para la producción de grano; sin embargo, se requiere realizar investigación para conocer el potencial forrajero y realizar selección de genotipos sobresalientes (Lucio *et al.*, 2023).

El problema que enfrenta el cultivo del sorgo son los altos costos de producción y su baja rentabilidad. La semilla para siembra es uno de los insumos que más ha subido de precio en los últimos años, pues la semilla para siembra disponible es importada y con un elevado costo (Williams-Alanis *et al.*, 2021). Además, los híbridos comerciales para producción de grano no son adecuados para la producción de forraje, por sus niveles bajos en altura de planta y producción de biomasa. En cambio, los híbridos forrajeros suelen producir escaso grano, porque no están desarrollados para este propósito. En consecuencia, existe escasez de genotipos de sorgo de doble propósito para

producción de grano y forraje. Se estima que en las 100 mil ha se utilizan 570 toneladas de semilla importada, lo que representa un costo de 70 millones de pesos anuales. Por otra parte, la principal ventaja del uso de semilla de variedades, en lugar de híbridos, es que los productores pueden producir su propia semilla y reducir sus costos de producción (Montes-García *et al.*, 2012). Otro problema, muy importante en el sur de Tamaulipas, es la presencia de enfermedades foliares que atacan al cultivo del sorgo, produciendo pérdidas considerables cuando se siembran genotipos susceptibles. Éstas son: tizón de la hoja (*Helminthosporium turcicum* Pass. Leo & Suggs), antracnosis (*Colletotrichum graminicola*), mancha zonada (*Gleocercospora sorghi* D. Bain & Edg) y roya (*Puccinia purpurea* Cooke). Además, su presencia puede inducir al acame de las plantas (Williams Alanis *et al.*, 2017).

La variedad de sorgo Arcos se originó mediante la cruce RB-Paloma x Fortuna en el año 2010. La variedad RB-Paloma, generada en Río Bravo (INIFAP) para producción de grano y forraje, se derivó de una selección originada del ICRISAT en Culiacán, Sinaloa (Montes *et al.*, 2012). Las características de RB-Paloma son excelente adaptación a la región sur de Tamaulipas, apropiada para producción de grano y forraje, grano apto para consumo humano, tolerante a las enfermedades de ergot o cornezuelo (*Claviceps africana*) y antracnosis (*Colletotrichum graminicola* D. J. Politis). La variedad Fortuna, generada para producción de grano y forraje, fue liberada por el Campo Experimental Tecmán, Colima (INIFAP), es de ciclo tardío, con abundante producción de forraje de buena calidad. La cruce de RB-Paloma x Fortuna y todo el proceso de mejoramiento genético para obtener la variedad Arcos se realizó en el sitio Marín, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FAUANL). En la

generación  $F_1$  se autofecundaron las plantas para aumentar la semilla y continuar con la siguiente generación. En la  $F_2$  se realizó selección visual de las plantas que tuvieran mejores características agronómicas como: duración del ciclo vegetativo, tamaño y tipo de panoja, con alto valor de volumen de grano, excursión, altura de planta y sanidad. De esta forma se obtuvieron 14 materiales o selecciones  $F_2$ . En las generaciones  $F_3$  a  $F_6$ , dentro de cada uno de los 14 genotipos, se aplicó el método de selección masal (OM) por tres generaciones, autofecundando alrededor de 15 plantas similares entre sí. En cada ciclo se cosecharon las plantas, se trillaron y se mezcló la semilla para continuar con la siembra de la siguiente generación. De la sexta a la séptima generación se aumentó la semilla por autofecundación y quedó lista para su evaluación. Los trabajos de mejoramiento genético se realizaron durante los dos ciclos agrícolas OI y PV. La generación  $F_2$ - $F_3$  se realizó en el año 2011,  $F_4$ - $F_5$  en el año 2012 y  $F_6$ - $F_7$  en el año 2013. Las evaluaciones de Arcos se realizaron del 2013 al 2023 en ambientes del sur de Tamaulipas, mediante un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones y parcelas de dos surcos de 5 m de largo y 0.80 m de separación. En el análisis estadístico se realizaron análisis de varianza individuales y combinados y pruebas de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para las variables estudiadas.

El sorgo variedad Fortuna, testigo utilizado en este estudio, es una buena alternativa para producir forraje de buena calidad en las condiciones de la planicie huasteca, con potencial de ofrecerse en verde, picado o ensilado para la alimentación del ganado bovino. Ésta constituye la alternativa comercial más ampliamente sembrada con éxito en el sur de Tamaulipas, para producción de grano y forraje. Al respecto, Valadez-Gutiérrez *et al.* (2011) encontró que Fortuna superó en producción de biomasa ( $33.5 \text{ t ha}^{-1}$ ) a la variedad M81E ( $17.3 \text{ t ha}^{-1}$ ).

La descripción varietal de Arcos se realizó, de acuerdo al manual de los descriptores de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV, 2015), en condiciones de buena humedad en el ciclo P-V 2020 y 2021 en Río Bravo. Arcos presenta un rendimiento promedio de grano de  $3.18 \text{ t ha}^{-1}$ , 7 % más que el de Fortuna (Cuadro 1).

Estudios de parámetros de estabilidad para rendimiento de grano, calculados para cuatro ambientes en el sur de Tamaulipas (Williams-Alanís *et al.*, 2021), indican que Arcos presentó, además de rendimientos medios de grano y estabilidad, valores altos de producción de forraje fresco. Respecto a otras características de Arcos, su floración se presenta a los 77 días, siete días más precoz que Fortuna, con altura de planta de 195 centímetros, longitud de panoja de 24 cm y una excursión de 18.9 cm (Cuadro 2). En cuanto a valores nutritivos de forraje Arcos presenta 9.37 % de proteína cruda, 38.40 % de fibra detergente ácida, 62.23 % de fibra detergente neutra, 78.33 % de digestibilidad *in vitro*, 2.07 de grasa cruda, 1.15 % de energía neta de lactancia, 1.21 % de energía neta de mantenimiento, 0.64 % de energía neta de ganancia, 2.21 % de energía metabolizable. La variedad testigo (Fortuna) presentó 9.23, 38.20, 59.20, 4.47, 78.67, 8.17, 2.00, 1.16, 1.17, 0.61, 2.17, 8.22 y 92.67, respectivamente, para las mismas características (Lucio *et al.*, 2023). El grano de Arcos es de color blanco-grisáceo, de forma elíptica estrecho y libre de taninos (Figura 2). Además, se observa que Arcos supera en rendimiento de materia seca a Fortuna (Cuadro 2). Por estas características, la variedad Arcos se considera una variedad de sorgo de doble propósito sobresaliente.

En el Cuadro 2 se pueden observar las características agronómicas de la variedad Arcos en comparación con Fortuna en el Sur de Tamaulipas. Sin embargo, por ser más precoz que Fortuna, en Arcos se obtuvo un rendimiento

**Cuadro 1. Rendimiento de grano de la variedad de sorgo Arcos y testigo comercial en 9 ambientes del sur de Tamaulipas, México.**

Variedad	Rendimiento por ciclo agrícola ( $\text{t ha}^{-1}$ )									
	O-I 2013/2014	P-V 2014	P-V 2015 T	O-I 2015/2016	O-I 2016/2017	P-V 2017	O-I 2017/2018	O-I 2020/2021	P-V 2023	Promedio
	R	T	T	R	R	T	R	R	T	
Arcos	4.03 abc	5.31 a	2.32 a	3.78 ab	1.69 a	3.02 a	2.62 a	3.21 b	2.60 a	3.18
Fortuna	2.96 bc	3.60 a	2.56 a	3.16 ab	1.28 a	3.92 a	3.47 a	3.41 b	2.40 a	2.97
Media	4.26	4.06	2.23	3.34	1.73	3.51	3.51	3.5	2.5	3.0
CV (%)	16.8	27.0	32.2	19.2	27.5	29.8	30.0	12.0	10.6	

\*Literales diferentes en cada columna indican diferencia estadística (Tukey, 0.05). R: riego, T: Temporal. CV: coeficiente de variación.

**Cuadro 2. Rendimientos promedio de materia seca y características agronómicas de genotipos de sorgo cultivados en cinco ambientes.**

Variedad	MST (t ha <sup>-1</sup> )					Características agronómicas				
	O-I 2019/2020 R <sup>4</sup>	O-I 2020/2021 R <sup>3</sup>	O-I 2020/2021 R <sup>4</sup>	P-V 2015 T <sup>1</sup>	P-V 2015 <sup>2</sup>	FV (t ha <sup>-1</sup> )	DF	AP (cm)	LP (cm)	EXC (cm)
Arcos	9.10 ab <sup>*</sup>	20.80 ab	14.58 a	4.46 ab	15.98 c	27.8 a	77.0 b	195 a	24.0 a	18.9 ab
Fortuna	10.40 a	21.34 ab	16.72 ab	4.26 ab	9.13 de	28.5 a	84.3 a	174 a	23.9 a	10.5 c
Media	7.57	15.15	14.22	4.45	12.32	21.7	64.50	2.62	25.2	18.84
CV (%)	7.05	10.15	8.0	13.3	13.2	18.4	2.6	8.1	12.3	37.0

MST: Materia Seca Total, <sup>1</sup>Xochicoatlán, Hidalgo, <sup>2</sup>Güémez, Tamaulipas, <sup>3</sup>Norte de Tamaulipas, <sup>4</sup>Sur de Tamaulipas. \*Literales diferentes en cada columna indican diferencia estadística (Tukey, 0.05). R: riego, T: Temporal. CV: coeficiente de variación. FV: forraje en verde, DF: Días a floración, AP: Altura de planta (cm), LP: Longitud de panoja (cm), EXC: Excesión de panoja (cm).



**Figura 1. Fenotipo de la Variedad Arcos.**



**Figura 2. Panoja de la Variedad Arcos.**

similar de materia seca del forraje de buena calidad, pero en menor tiempo (Williams-Alanis *et al.*, 2021).

La región sur de Tamaulipas presenta un clima (Aw0) cálido subhúmedo con lluvias en verano y lluvia invernal de 5-10 % del total anual (García, 1988), con temperatura promedio anual de 24.5 °C y 842 mm de precipitación, con una altura de 20 msnm. La variedad Arcos es una alternativa

para los productores de la zona sur de Tamaulipas, ya que ha mostrado buena adaptación a las áreas de temporal y de riego, con rendimientos estables y tolerancia a las enfermedades de la región.

La variedad Arcos se registró en el año 2023 en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales, con el número SOG-322-080224. El proceso de registro se realizó por el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de semillas (SNICS). La semilla de la variedad Arcos se puede adquirir en las oficinas del CERIB, Río Bravo, Tamaulipas.

### BIBLIOGRAFÍA

- García E. (1988)** Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. Serie libros Número 6. 5ta. Ed. México, D. F., México. 91 p.
- Lucio R. F., U. Aranda L., J. R. Garay M., S. Joaquín C, B. Estrada D., Y. Bautista M. y A. G. Limas M. (2023)** Requerimiento térmico, producción y valor nutritivo de forraje de genotipos de sorgo. *Revista Fitotecnia Mexicana* 46: 521-521, <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.4A.521>
- Montes-García N., H. Williams-Alanís, T. Moreno-Gallegos, M. E. Cisneros-López y V. Pecina-Quintero (2012)** RB-Paloma, variedad de sorgo blanco para producción de grano y forraje. *Revista Fitotecnia Mexicana* 35:185-187.
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2020)** Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México, <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (Enero 2024).
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2024)** Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México, <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (Julio 2024).
- UPOV, Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (2015)** Cosmos Código UPOV: COSMO Cosmos Cav. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. Documento TG/304/1. 31 p.
- Valadez-Gutiérrez J., J. César-García, F. Zavala-García y L. L. Valle-Rodríguez (2011)** Producción de biomasa y concentración de azúcares de dos variedades de sorgo dulce en la región Huasteca Tamaulipeca. *Revista Científica UDO Agrícola* 11:58-70.
- Williams-Alanís H., U. Aranda-Lara, G. Arcos-Cavazos, F. Zavala-García, M. C. Rodríguez-Vázquez y E. Olivares-Sáenz (2021)** Potencial productivo de variedades experimentales de sorgo blanco para el sur de Tamaulipas. *Nova Scientia* 13:1-19, <https://doi.org/10.21640/ns.v13i26.2688>