

# CARACTERISTICAS DE UNA NUEVA FUENTE DE ANDROESTERILIDAD EN CUATRO LINEAS ISOCITOPLASMICAS DE SORGO

## CHARACTERISTICS OF A NEW SOURCE OF MALE STERILITY ON FOUR ISOCYTOPLASMIC SORGHUM LINES

Víctor Pecina Quintero<sup>1</sup>, Enrique Navarro Guerrero<sup>2</sup>,  
Héctor Williams Alanís y Raúl Rodríguez Herrera<sup>3</sup>

### RESUMEN

Con el fin de aumentar la diversidad citoplásmica en la producción de semilla híbrida de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) y disminuir la vulnerabilidad genética que presenta este cultivo, se han identificado nuevas fuentes de androesterilidad génico-citoplásmica. Una de ellas es la denominada "Citoplasma A2", la cual fue introducida en 1982 al Campo Experimental de Río Bravo, Tamaulipas, para incorporarla en las líneas élite del programa de sorgo. El objetivo de esta investigación fue evaluar el grado de esterilidad y algunas características agronómicas asociadas al tipo de citoplasma (A1 y A2), en cuatro líneas androestériles de sorgo (LRB-102A, LRB-104A, LRB-106A y LRB-110A), en tres fechas de siembra (20 de febrero, 8 y 23 de marzo de 1990). El diseño experimental fue bloques al azar con arreglo factorial y dos repeticiones. Los resultados mostraron diferencias significativas en el grado de esterilidad entre líneas, citoplasmas, fechas de siembra y sus interacciones. La línea LRB-102A presentó 100% de esterilidad tanto en A1 como en A2 en las tres fechas de siembra, mientras que las líneas A2 mostraron, en promedio, 99.6% de esterilidad contra 98.5% que presentaron en A1. En cuanto a características agronómicas no se detectaron diferencias estadísticas entre citoplasmas para las variables evaluadas (días a floración, longitud y excursión de panoja, altura de planta y porcentaje de blasting).

### PALABRAS CLAVE ADICIONALES

*Sorghum bicolor* (L) Moench, esterilidad masculina, citoplasmas A1 y A2, fechas de siembra.

### SUMMARY

In order to increase the cytoplasmic diversity in sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) hybrid seed production and to reduce the genetic vulnerability of this crop, new cytoplasmic-genetic male sterility systems have been developed. One of these (A2 Cytoplasm) was introduced to the elite lines of the Sorghum Program, in Río Bravo Experimental Station. The objective of this research was to evaluate the sterility grade and agronomic traits, of four male-sterile lines (LRB-102A, LRB-104A, LRB-106A and LRB-110A) in A1 and A2 cytoplasms, in three planting dates (February 20, March 8 and 23 of 1990). A Randomized Complete Block design in factorial arrangement with two replications was utilized. The results indicated differences in sterility percentage among lines, cytoplasms, planting dates and its interactions. The line LRB-102A had 100% of male sterility in both cytoplasms, in the three planting dates. On the other hand, A2 lines showed 99.6% sterility average against 98.5% of A1 lines. In the agronomic traits non significant differences were found between cytoplasms (A1 and A2) for days to bloom, head length, exertion, plant height, and blasting percentage.

### ADDITIONAL INDEX WORDS

*Sorghum bicolor* (L) Moench, male sterility, A1 and A2 cytoplasms, planting dates.

### INTRODUCCION

La producción comercial de semilla híbrida de sorgo fue posible gracias al

<sup>1</sup> INIFAP, Campo Experimental Ebano. Apdo. Postal 87, C.P. 79100. Ebano, S.L.P.

<sup>2</sup> Departamento de Fitomejoramiento. UAAAN. C.P. 25000. Buenavista, Saltillo, Coah.

<sup>3</sup> Programa de Sorgo del Campo Experimental Río Bravo. INIFAP. Apdo. Postal 172. C.P. 88900. Río Bravo, Tamps.

descubrimiento de la androesterilidad génico-citoplásmica que se obtiene mediante la interacción del citoplasma de sorgos del grupo Milo con genes nucleares del tipo Kafir. A este sistema se le conoce hoy en día como "Citoplasma A1" y es el único empleado en la producción de híbridos en México, por lo cual el riesgo de que se presente un problema fitopatológico que afecte a la mayor parte de la superficie cultivada con esta especie es muy grande. La experiencia sufrida en 1970 con *Helminthosporium maydis* raza T en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) así lo demuestra, ya que esta enfermedad afectó a la mayoría de la superficie sembrada con híbridos en los Estados Unidos pues un gran número de éstos poseían una sola fuente de androesterilidad génico-citoplásmica, la cual estaba asociada con la susceptibilidad a dicha enfermedad.

Por lo anterior se ha buscado diversificar las fuentes de androesterilidad en sorgo. En 1976 se encontró un nuevo sistema dentro del grupo *Caudatum nigricans* (raza Guinea) de Etiopía al que se le identificó como "Citoplasma A2" (Schertz y Pring, 1981).

Esta fuente fue introducida en 1982 al Campo Experimental de Río Bravo, Tam., del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), por medio de las líneas A2-Tx2753 y B2-Tx2753, las cuales se utilizaron para incorporar ese citoplasma a las líneas élite del programa de sorgo. A la fecha se cuenta con líneas androestériles con los dos tipos de citoplasma; sin embargo, para iniciar la utilización comercial de estas líneas se necesita investigar qué problemas puede presentar esta nueva fuente de esterilidad masculina. Por tal razón, se realizó la presente investigación cuyo objetivo fue comparar la influencia del tipo de citoplasma (A1 y A2) sobre la androesterilidad y algunas características agronómicas de cuatro

líneas isocitoplásmicas sembradas en tres fechas de siembra, en esa región.

## REVISION DE LITERATURA

Schertz y Pring (1981) señalan que existen diferencias en la estabilidad de la esterilidad al cambiar las condiciones ambientales y que las altas temperaturas son responsables (en la mayoría de los casos) de la disminución de la esterilidad tanto en el citoplasma A1 (Milo-Kafir) como en el A2 (Etiopía).

Por su parte, Murty y Gangadhar (1991) mencionan que en el sistema A1, una de las dificultades para formar mejores líneas androestériles (líneas A) es que la mayoría de las líneas endogámicas no presentan estabilidad de su condición macho estéril. Dichos investigadores, al realizar un estudio con nueve líneas A que tenían citoplasma A2, encontraron que cinco de ellas presentaban una completa esterilidad masculina sin producir semillas al autofecundarlas, el resto (cuatro líneas) exhibieron diferentes grados de fertilidad y producción de grano. Al final concluyeron que es posible, con el uso del citoplasma A2, producir híbridos comerciales sin que exista dificultad para obtener líneas completamente androestériles.

En México, Rodríguez *et al.* (1991), al estudiar híbridos isocitoplásmicos para los dos sistemas de androesterilidad (A1 y A2) no encontraron diferencias estadísticas entre los dos sistemas para las características de altura de planta, longitud de panoja, excresión, días a floración y rendimiento de grano, por lo cual concluyeron que el citoplasma A2 presenta un potencial de uso similar al del tipo A1.

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental de Río Bravo

(CERIB), Tamaulipas, durante el ciclo agrícola otoño-invierno de 1989-90, empleando las versiones A1 y A2 de androesterilidad génico-citoplásmica de las líneas LRB-102A, LRB-104A, LRB-106A y LRB-110A. Todas las líneas son genotipos mexicanos, obtenidas por el Programa de Mejoramiento Genético de Sorgo del INIFAP-CERIB. Hasta 1989, en cada línea se habían realizado ocho retrocruzas hacia A2. Se utilizaron un total de 24 tratamientos resultado de la combinación de las cuatro líneas hembra, en sus dos versiones de androesterilidad (A1 y A2) en tres fechas de siembra: 20 de febrero, 8 y 23 de marzo de 1990. Todos los experimentos se condujeron en condiciones de riego.

En cada experimento se empleó el diseño Bloques al Azar en arreglo factorial y dos repeticiones; la unidad experimental la formaron dos surcos de 5 m de largo con 0.8 m de separación. La densidad de población fue de 250,000 plantas/ha. El manejo agronómico se apegó a las recomendaciones del CERIB para el norte del estado de Tamaulipas.

Las variables evaluadas fueron:

**Grado de esterilidad.** Antes de la floración se cubrieron las panojas de cinco plantas elegidas al azar, por parcela, observando a los 30 días después de anthesis si ocurrió la formación de grano; el resultado se expresó en porcentaje.

**Días a floración.** Días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de la parcela presentaba anthesis.

**Porcentaje de "blasting".** Se estimó con base en el porcentaje de la panoja afectada por este tipo de esterilidad (genético-ambiental) en cinco plantas al azar, en la etapa de floración.

**Excursión de panoja.** Se midió la longitud del pedúnculo (en centímetros) a partir de la vaina de hoja bandera hasta la base de la panoja, en cinco plantas al azar, por parcela.

**Longitud de panoja.** En las plantas anteriores se midió esta variable, desde la base de la panoja hasta su ápice y se expresó en centímetros.

**Altura de planta.** Se midió la longitud (m) que presentaron las mismas plantas donde se evaluaron las anteriores características, desde la base del suelo hasta el ápice de la panoja.

Las variables medidas en porcentaje se transformaron por arco seno (Steel y Torrie, 1986) para satisfacer las suposiciones del análisis de varianza. La comparación de medias se hizo mediante la prueba de rango múltiple de Duncan, al 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza para el grado de esterilidad masculina detectó diferencias altamente significativas entre líneas, citoplasmas, fechas de siembra e interacciones. Así, las variaciones ambientales afectaron de manera diferente el comportamiento de los genotipos (Cuadros 1 y 2) siendo la línea LRB-102A la que mayor grado de androesterilidad exhibió en los tres ambientes de prueba, mientras que la más afectada fue la línea LRB-104A. Cabe destacar que esta línea es el progenitor femenino del híbrido comercial RB-4000; sin embargo, hasta el momento no ha habido problemas con la frecuencia de plantas fuera de tipo al producir semilla híbrida en lotes comerciales, infiriéndose que el grado de androesterilidad que esta línea muestra ( $X = 97.5$  en A1, Cuadro 2) no representa una limitante para su uso comercial.

Cuadro 1. Promedio del grado de androesterilidad observado en las principales fuentes de variación.

F.V.	Esterilidad (%)
<b>Genotipos</b>	
LRB-102A	100.0 a <sup>1</sup>
LRB-106A	99.6 b
LRB-110A	99.1 b
LRB-104A	98.3 c
<b>Citoplasmas</b>	
A2	99.6 a
A1	98.5 b
<b>Fechas de Siembra</b>	
Feb. 20	100.0 a
Mar. 8	97.5 b
Mar. 23	97.5 b

<sup>1</sup> Valores en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes (Duncan;  $P < 0.05$ ).

Al comparar ambos citoplasmas, se observa que el citoplasma A2 presenta un mayor porcentaje de esterilidad masculina al compararlo con A1 (Cuadro 1), lo cual es ventajoso si se piensa en un futuro recomendar su utilización comercial, y así disminuir el número de depuraciones (eliminación de

plantas liberadoras de polen en los surcos hembra) durante la floración. Al respecto, Murty y Gangadhar (1991) mencionan que es más frecuente formar líneas endogámicas completamente estériles al utilizar el tipo de citoplasma A2 que el A1.

Con relación a las fechas de siembra y en promedio de los cuatro genotipos y los dos citoplasmas, la primera de ellas (febrero 20) no afectó la respuesta de las líneas, manteniendo su condición macho estéril; mientras que en la segunda y tercera fecha (8 y 23 de marzo) aparecieron florecillas con polen viable (Cuadro 1), formándose semillas por autofecundación, lo cual es indeseable dado que obligaría a realizar, en los lotes de producción, un mayor número de inspecciones y depuraciones para eliminar este tipo de plantas; de lo contrario, el híbrido formado presentará gran número de plantas con fenotipo semejante al progenitor femenino y, por lo tanto, desuniformidad en características como altura de planta, madurez, color de grano, etc., pudiendo, por tanto, ser rechazado. Se infiere que tal comportamiento pudo ser debido a que durante la diferenciación de la panoja y floración, en la segunda y tercera fecha de siembra, prevalecieron temperaturas más elevadas y un fotoperíodo más largo (Figura 1). Sobre este punto, Schertz y Pring (1981) señalan que el princi-

Cuadro 2. Valores medios del grado de androesterilidad observado en las interacciones de cuatro líneas A de sorgo.

Genotipo	Citoplasma		Fechas de siembra		
	A1	A2	Feb. 20	Mar. 8	Mar. 23
LRB-102A	100.0 a <sup>1</sup>	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a
LRB-104A	97.5 b	99.5 a	100.0 a	97.5 b	97.5 b
LRB-106A	99.5 a	100.0 a	100.0 a	99.2 a	99.6 a
LRB-110A	98.5 b	100.0 a	100.0 a	98.7 b	98.7 b

<sup>1</sup> Valores en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes (Duncan;  $P < 0.05$ ).

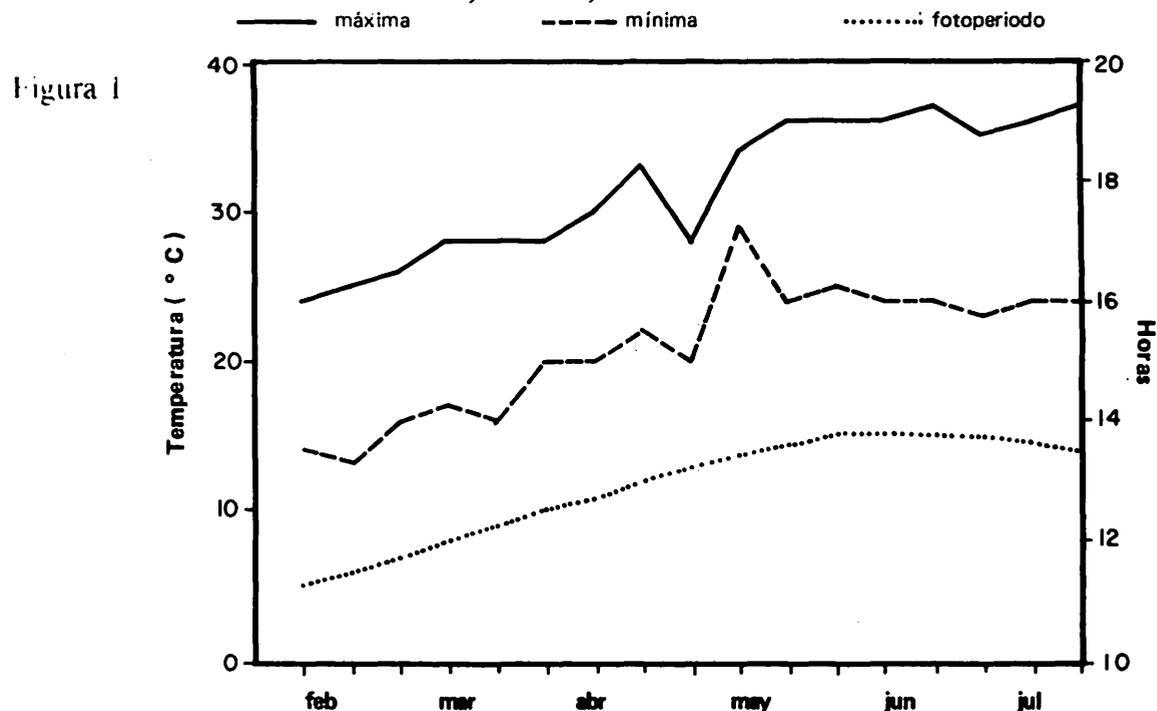


Figura 1. Temperaturas máximas, mínimas y fotoperiodo que prevalecieron durante el desarrollo del cultivo ( 1989 - 90 ).

pal factor que origina que algunas plantas estériles se tornen fértiles son las altas temperaturas.

En las interacciones (Cuadro 2) se observa que tres líneas presentan mayor porcentaje de androesterilidad bajo el citoplasma A2, mientras que la línea LRB-102A no es afectada por el cambio de citoplasma. Estos resultados indican que es posible formar híbridos en una u otra versión, o en ambas, pudiéndose incluso llegar a comercializar un híbrido producto de la mezcla de semilla A1 y A2 lo que disminuiría, al menos en

forma parcial, la vulnerabilidad de este cultivo ante un problema fitopatológico.

En cuanto a características agronómicas (Cuadro 3), los análisis de varianza detectaron diferencias estadísticas entre líneas para longitud y excursión de panoja, así como en altura de planta, lo cual es natural puesto que se trata de genotipos diferentes. En días a floración sólo se observó diferencias significativas entre fechas de siembra y en porcentaje de blasting no hubo significancia para fuente de variación alguna.

Cuadro 3. Medias de cuatro características agronómicas evaluadas en cuatro líneas androestériles de sorgo en Río Bravo, Tam.

Genotipo	Días a floración	Longitud de panoja (cm)	Excursión de panoja (cm)	Altura de planta (m)
LRB-102A	78 a <sup>1</sup>	29.5 a	10.7 a	1.33 a
LRB-104A	80 a	28.4 ab	6.5 b	1.22 c
LRB-106A	78 a	25.7 b	7.6 b	1.27 b
LRB-110A	80 a	27.6 b	13.4 a	1.23 c

<sup>1</sup> Valores en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes (Duncan; P < 0.05).

Entre tipos de citoplasma no se encontraron diferencias significativas para las características de días a floración, longitud y excursión de panoja, altura de planta y porcentaje de blasting, lo cual, de llegarse a recomendar su utilización comercial, es favorable para el citoplasma A2. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Rodríguez *et al.* (1991) al estudiar estos dos sistemas de androesterilidad.

En lo que se refiere a la influencia de las fechas de siembra sobre las características agronómicas (Cuadro 4), se observó que al retrasar la siembra, y por tanto al aumentar la temperatura y el fotoperíodo (Figura 1) los días a floración disminuyeron detectándose diferencias estadísticas entre éstas. Es importante tomar en cuenta tal respuesta al momento de producir un híbrido, para que de acuerdo con la fecha de siembra se ajuste la coincidencia de floración de ambos progenitores, cuando esto sea necesario.

Otra característica afectada por los cambios ambientales inherentes a las fechas de siembra fue la excursión de panoja, pues los genotipos presentaron menor excursión conforme la fecha de siembra fue más tardía. Esta característica es importante a la cosecha ya que una excursión pequeña puede provocar problemas al aumentar el número de impurezas, lo que, junto con la humedad,

pueden provocar "calentamientos" y, por ende, disminuir la calidad de la semilla.

Finalmente, en el Cuadro 5 se presenta la fecha de ocurrencia y sus respectivos días después de la siembra, de algunos eventos fenológicos presentados en promedio de las cuatro líneas en sus dos versiones isocitoplásmicas; éstas fueron tomadas en un lote anexo donde se fecundaron tales líneas para obtener híbridos experimentales.

## CONCLUSIONES

1. El sistema de androesterilidad génico-citoplásmica A2 (Etiopía) presentó 99.6% de esterilidad mientras que el sistema A1 (Milo-Kafir) presentó 98.5%. Estos niveles de fertilidad en plantas estériles no parecen ser una limitante para la formación de semilla comercial de híbridos con esas líneas.

2. No se detectaron diferencias entre los dos sistemas (A1 y A2) en las características de días a floración, longitud y excursión de panoja, altura de planta y porcentaje de blasting.

3. Las líneas androestériles evaluadas difieren en su grado de esterilidad y en algunas características agronómicas, independientemente del tipo de citoplasma.

Cuadro 4. Medias de cuatro características agronómicas en cuatro líneas androestériles de sorgo de acuerdo con la época de siembra.

Fecha de siembra	Días a flor	Longitud de panoja (cm)	Excursión de panoja (cm)	Altura de planta (m)
Feb. 20	82 b <sup>1</sup>	26.9 a	15.6 a	1.35 a
Mar. 8	79 ab	26.7 a	8.9 b	1.20 b
Mar. 23	75 a	29.8 a	4.2 c	1.24 b

<sup>1</sup> Valores en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes. (Duncan; P < 0.05).

Cuadro 5. Fechas de ocurrencia y días después de la siembra (DDS) de algunas etapas de desarrollo del cultivo del sorgo, por fecha de siembra, en el ciclo OI-89/90. (Promedio de cuatro líneas androestériles en dos versiones isocitoplásmicas cada una).

Etapa	Fecha de siembra					
	Primera	DDS	Segunda	DDS	Tercera	DDS
Siembra	Feb. 20	0	Mar. 8	0	Mar. 23	0
Emergencia	Feb. 28	8	Mar. 15	7	Mar. 29	6
3a hoja	Mar. 18	26	Abr. 1	24	Abr. 14	22
5a hoja	Mar. 31	39	Abr. 14	37	Abr. 26	34
Diferen. floral	Abr. 12	51	Abr. 25	48	May. 7	45
Hoja bandera	Abr. 23	62	May. 6	59	May. 17	55
Bota o embuche	May. 2	71	May. 16	69	May. 27	65
Floración	May. 13	83	May. 26	79	Jun. 6	75
Grano lechoso	May. 26	95	Jun. 7	91	Jun. 19	88
Grano masoso	Jun. 2	102	Jun. 14	98	Jun. 26	95
Madurez fisiológica	Jun. 12	112	Jun. 24	108	Jul. 6	105
Madurez de cosecha	Jul. 22	122	Jul. 4	118	Jul. 16	115

## BIBLIOGRAFIA

- Murty, U.R. and G. Gangadhar. 1991. Breeding for male sterile parents using A2 cytoplasm. *Sorghum Newsletter* 32:22.
- Rodríguez H., R., H. Williams A. y H. Torres M. 1991. Comparación agronómica de dos tipos de esterilidad génico-citoplásmica en sorgo. En: *Memorias del II Congreso Nacional de Genética*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. p. 19.
- Schertz, K.F. and D.R. Pring. 1981. Cytoplasmic sterility systems in sorghum. In: House L. R., L.K. Mughogho, and J.M. Peacock (eds.). *Sorghum in the Eighties*. ICRISAT. Patancheru, A.P. India. pp. 373-384.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1986. *Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach*. Mc Graw-Hill Book Co. Inc. New York. Second Edition. 622 pp.