Fitotecnia 10: 99-110, 1987.

FORMACION DE HIBRIDOS DE SORGO PARA GRANO. I. EVALUACION DE LINEAS PROGENITORAS[1]

Leopoldo E. Mendoza Onofre[2] y Adrián Hernández Livera[3]

RESUMEN

Ante las crecientes importaciones que se han hecho del grano de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), existen planes para expander este cultivo a diversas áreas del país. Como parte de una estrategia que permita a corto plazo satisfacer las necesidades de semilla y a mediano plazo identificar progenitores idóneos cuya cruza genere híbridos adaptados a tales regiones, se propone una metodología para formar híbridos de sorgo cuya primera fase consiste en la evaluación de líneas progenitoras. Con tal propósito, en el verano de 1981 se evaluaron 38 líneas B y 43 líneas R en tres localidades del Estado de Morelos. Los resultados indican que el rendimiento de grano de 19 líneas B y 7 líneas R fue igual o mayor al 90% del producido por el híbrido comercial Master Gold, que en ese año era el más común en el Estado. Las líneas sobresalientes mostraron similares características agronómicas a las de los híbridos testigos. Además, se identificaron tres líneas (Tx 623, 35 B y R-3-13) cuyo rendimiento de grano excedió en 20% o más al de Master Gold. Finalmente, se discute la trascendencia de estos resultados en un programa de mejoramiento genético ubicado en regiones donde el cultivo sea considerado promisorio.

SUMMARY

An increasing import of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) grain makes necessary to expand this crop to new Mexican areas. As part of an strategy that may allow, in the short term, to satisfy seed needs, and in the medium term, to identify proper parental lines to obtain hybrids with adaptation to those areas, a methodology is proposed. The first phase of this methodology involves the evaluation of the parental lines. With this purpose, in the summer of 1981, 38 B lines and 43 R lines were evaluated in 3 locations in the State of Morelos. Results showed that 19 B lines and 7 R lines had grain yields equal or higher than 90% of that produced by the cultivar Master Gold (the most common commercial hybrid sown in that State in that year); these elite lines showed similar agronomic characteristics than those observed in the hybrid checks. Furthermore, the best three lines (Tx 623, 35 B and R-3-13) yielded 20% or more than Master Gold. The importance of these results is discussed in a breeding program context, assuming that the program is located in areas where sorghum is being considered as a promising crop.

---

[1] Investigación parcialmente apoyada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, mediante el Proyecto PCAFBNA-001268.

[2] Profesor Colaborador del Centro de Genética, Colegio de Postgraduados y Experto Nacional de Sorgo y Mijo del INIFAP. Apdo. Postal No. 10, Chapingo, México.

[3] Investigador Adjunto del Centro de Genética, Colegio de Postgraduados, 56230 Chapingo, México.

INTRODUCCION

En México, el sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Moench) es el cultivo con el crecimiento más explosivo de los últimos 20 años. Se estima que en el período 1965-83 la superficie cosechada aumentó a un ritmo anual de 15% (De Walt y Barkin, 1985) y desde 1984 se siembran cada año más de 2 millones de hectáreas. La producción nacional se ha incrementado de 747 000 en 1965 a casi 5 millones de toneladas en 1983 (Castillo, 1984). El rendimiento promedio nacional (3 ton/ha) es uno de los más altos a nivel mundial (Leng, 1982) y cerca del 95% de la superficie destinada a este cultivo se siembra con híbridos. A pesar de ello, la demanda de este grano ha excedido a la producción, por lo que ha sido necesario importar anualmente un promedio superior a 2 millones de toneladas en los últimos seis años.

La aplicación de los métodos fitogenéticos para crear híbridos de sorgo que destaquen inicialmente a nivel experimental y después en forma comercial, es un proceso lento y costoso. En nuestro país, esto ocurre a pesar de que las instituciones nacionales de enseñanza y/o investigación tienen fácil acceso a las líneas progenitoras producidas principalmente por universidades estadounidenses, ahorrándose el costo que implica formar pares isogénicos A y B, así como derivar líneas R. Aún así, suponiendo que se cuente con 50 líneas R e igual número de pares de líneas A y B, el número potencial de híbridos que podría formarse asciende a 2500, cuya evaluación rebasaría la superficie y los recursos económicos y humanos de que normalmente se dispone.

En el Area de Fisiotecnia del Centro de Genética del Colegio de Postgraduados, se llevó a cabo un proyecto con el objetivo general de definir una metodología que permita identificar líneas progenitoras, cuya combinación aumente la posibilidad de formar híbridos con rendimiento de grano y características agronómicas sobresalientes, preferentemente con los mínimos problemas de producción de semilla. Esta metodología se aplicó en el Estado de Morelos.

En la primera fase de este proyecto se evaluaron líneas progenitoras B y R, en localidades representativas de la entidad. En la segunda fase, se aplicó una prueba empírica de la Aptitud Combinatoria General de las líneas progenitoras cuyos resultados se compararon con los obtenidos al aplicar el Método I de Griffing. En la tercera fase se evaluaron los híbridos formados a partir de los progenitores seleccionados.

El propósito del presente artículo es dar a conocer los resultados obtenidos en

la primera fase del proyecto, al evaluar las líneas progenitoras.

REVISION DE LITERATURA

La metodología para formar híbridos de sorgo a nivel comercial, utilizando la androesterilidad génico-citoplásmica no ha variado en los últimos 35 años (Stephens y Holland, 1954). La metodología consiste en la identificación de líneas B (androfértiles, sin genes de restauración) y de líneas R (androfértiles, restauradoras) cuando se cruzan con una línea A (androestéril citoplásmica), para posteriormente obtener la semilla del híbrido comercial mediante el cruzamiento A x R de las líneas seleccionadas. El procedimiento que se emplea para identificar el tipo de respuesta B o R, así como el sistema de retrocruzas mediante el cual se derivan pares isogénicos A y B en sorgo, lo describen con claridad House (1982) y Guiragossian y Romero (1984).

Los criterios que rigen la selección de líneas progenitoras son diversos. Cuando el objetivo del fitomejorador es incrementar el rendimiento de grano bajo condiciones ambientales limitantes, existe controversia respecto a la fase en la que debe aplicarse la selección, es decir, al principio (cuando se están derivando las líneas) o hasta que el híbrido ha sido formado. La respuesta no es sencilla pues depende del tipo de herencia del carácter responsable de la tolerancia al factor ambiental adverso y de la relación que exista entre ese carácter y el rendimiento de grano del híbrido, entre otras consideraciones, pues será el híbrido el que finalmente se sembrará en forma comercial.

En México, la evaluación y selección de cultivares normalmente se hace en plantas F_1 (Mendoza, 1983); en consecuencia, la selección de progenitores es indirecta, con base en el comportamiento de los híbridos que los recursos físicos y humanos permiten, pues se "seleccionan" los progenitores que intervienen en los mejores híbridos. Este procedimiento frecuentemente origina problemas para la producción comercial de semilla híbrida, como el que los progenitores difieran en su precocidad, lo que obliga a establecer siembras diferenciales para que sus floraciones coincidan, incrementando los costos de producción de semilla; en otros casos, los progenitores no se adaptan a las condiciones ambientales imperantes en las zonas productoras de semilla, pues éstas no son necesariamente las mismas donde el híbrido se siembra en forma comercial. Quizás la desventaja más importante sea que en realidad no se planean cruzas entre progenitores realmente seleccionados, originando que la formación de híbridos sobresalientes sea en alto grado aleatoria (Mendoza, 1983; Orozco y Mendoza,

1983). Lo anterior, entre otros factores, probablemente sea causa de que la Productora Nacional de Semillas (PRONASE) solamente haya planeado producir semilla, en el período 1985-1988, de 6 híbridos generados por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), aunque esta Institución ha liberado un total de 43 híbridos de sorgo (Tijerina, 1984) y que solamente el 5% de la superficie nacional de sorgo sea sembrada con semilla producida por PRONASE.

Ante la fuerte demanda de grano se han iniciado estudios que auguran la introducción de esta especie al trópico húmedo (Compton *et al.*, 1984; Ramírez, 1984), a regiones templado secas (Luna, 1984) y a zonas frías (Carballo y Livera, 1986; Mendoza *et al.*, 1984; Romo *et al.*, 1984). En consecuencia, deben considerarse estrategias que avalen técnica y económicamente las sustituciones de cultivos que eventualmente lleguen a realizarse, así como cotejar las bondades reales que los híbridos tienen respecto a las variedades de polinización libre, es decir, los híbridos vs sus progenitores. Al respecto, ya hay antecedentes de estudios realizados en diversas regiones del país, en los que se han detectado líneas B y R cuyo rendimiento de grano iguala al producido por algunos híbridos (Jiménez y Mendoza, 1983; Jiménez *et al.*, 1983; Martínez *et al.*, 1984).

MATERIALES Y METODOS

En el verano de 1981, bajo condiciones de temporal, se evaluaron 38 líneas B y 43 líneas R en tres ambientes del Estado de Morelos; uno de ellos estuvo localizado en Xoxocotla y se sembró el 25 de junio; los otros dos ambientes se establecieron en Tepalcingo, donde se sembró en dos fechas: el 29 de junio y el 15 de julio. En cada ambiente se establecieron dos experimentos (uno con líneas B y otro con líneas R), ambos bajo un diseño látice simple 7 x 7 con cuatro repeticiones. Para completar los tratamientos requeridos por los látices se añadió un número suficiente de testigos (híbridos comerciales) que se encontraban disponibles en las casas comerciales de la localidad o híbridos recomendados para otras zonas sorgueras del país.

En los tres ambientes se fertilizó con la fórmula 80-40-0, a la siembra, y en la primera escarda se añadieron 70 kg/ha de nitrógeno. Los experimentos se condujeron con base en las recomendaciones del INIFAP y, en general, el desarrollo del cultivo así como la cantidad y la distribución de la precipitación pluvial ocurrieron dentro de los límites normales para la región. La parcela experimental consistió de dos surcos de 5m de largo, de los cuales se cosecharon 4m centrales de cada surco, en todos

los casos.

Las características agronómicas que se presentan en este artículo son: días a floración (DF), cuando el 50% de las plantas de la parcela presentaban panoja en antesis; días a madurez fisiológica (DMF), cuando la mitad de las panojas de la parcela presentaban granos con capa negra en la parte superior; altura de planta (ALT), distancia en cm desde el ras del suelo a la punta de la espiga, medida a la floración; excersión (EXC), distancia en cm de la lígula de la hoja bandera a la base de la panoja; longitud de panoja (LPAN, cm) y rendimiento de grano (RG, kg de grano secado a peso constante, en 3.20 m^2). Mediante la diferencia entre DMF y DF, se calculó el período de desarrollo y crecimiento del grano (DDCG, días).

RESULTADOS Y DISCUSION

Tanto en los análisis de varianza realizados en cada ambiente como en los análisis combinados, se detectaron diferencias estadísticas entre genotipos. Para los propósitos de este estudio solamente se presenta la información de aquellas líneas cuyo promedio de rendimiento, en los tres ambientes, fue numéricamente igual o superior al 90% del producido por el híbrido Master Gold, que era el más ampliamente recomendado en el Estado de Morelos en el año de prueba, ya que la DMS (α=0.05) promedio fue equivalente al 10% del rendimiento de Master Gold.

La información de los Cuadros 1 y 2 destaca que, considerando el promedio de los tres ambientes, hubo una mayor frecuencia de líneas B (19 de 38) que de líneas R (7 de 43) que igualaron estadísticamente el rendimiento del híbrido comercial más popular. En el caso de las líneas B, su rendimiento promedio de 1.58 Kg/3.20 m^2, equivalente a 4.9 ton/ha, es similar al promedio de los híbridos testigo (Cuadro 1). El promedio respectivo de las mejores 7 líneas R fue de 1.47 kg/3.20 m^2, que representa 4.6 ton/ha (Cuadro 2). Como referencia, Master Gold produjo rendimientos de 4.6 y 4.4 ton/ha, en los ensayos de líneas B y R, respectivamente. Estos resultados probablemente reflejan la selección indirecta para rendimiento de grano que los fitomejoradores de sorgo han aplicado al identificar líneas progenitoras hembras (líneas A, contrapartes estériles de las líneas B) que sean lo más productivas posible, pues a nivel comercial dichas líneas son la base de la producción de la semilla.

En el Estado de Morelos se genera cerca del 5% de la producción nacional y en 1983 se sembraron casi 35,000 ha con un rendimiento promedio de 3.5 ton/ha. En el año

Cuadro 1. Rendimiento de grano (kg/3.20 m^2) de líneas B[1] y de híbridos comerciales evaluados en tres ambientes del Estado de Morelos 1981-B.

Nomenclatura	Ambiente[2]			Promedio
	1	2	3	
		Líneas B		
Tx 623	2.03	1.61	2.80	2.15
35 B	1.47	2.59	2.10	2.05
1399 B	1.42	1.40	2.40	1.74
Tx 607	1.30	1.09	2.80	1.73
KS 48	1.88	1.63	1.37	1.63
KS 18	1.36	1.36	2.07	1.60
KS 24	0.71	1.05	3.01	1.59
Tx 2751	1.28	1.26	2.16	1.57
IS 10428	1.36	1.41	1.91	1.56
B 5-5	1.66	0.78	2.24	1.56
Tx 7701	1.45	1.44	1.68	1.52
B 3-62	1.34	1.57	1.66	1.52
Wheatland-Tx 415	1.92	0.85	1.64	1.47
B 3-35	1.34	0.85	2.09	1.43
CK KS 19	1.26	1.23	1.77	1.42
B 3-59	1.46	0.96	1.80	1.41
B 3-61	1.11	0.88	2.25	1.41
TAM Blk 37	1.63	1.03	1.52	1.39
WD 18	1.06	0.99	2.04	1.36
P r o m e d i o	1.42	1.26	2.07	1.58
		Híbridos Testigo		
Topaz	1.76	1.30	2.57	1.88
Funks G-577	1.59	1.56	2.32	1.82
Funks G-516 BR	1.52	0.89	2.62	1.67
Granada	1.43	1.53	1.74	1.57
Funks G-766 W	1.31	1.43	1.79	1.51
Funks G-722 BR	1.34	1.78	1.42	1.51
Master Gold	1.50	1.35	1.56	1.47
Oro	1.24	1.57	1.55	1.45
Horizon 76	1.40	1.55	1.22	1.39
Wac 694	1.25	1.34	1.41	1.33
Wac 692	1.25	1.45	1.09	1.26
P r o m e d i o	1.42	1.43	1.75	1.53

[1] Líneas cuyo rendimiento de grano, promedio de los tres ambientes fue $\geq$ 90% del híbrido Master Gold.

[2] Ambiente 1: Xoxocotla (siembra: 25 de junio); Ambientes 2 y 3: Tepalcingo (siembra: 29 de junio y 15 de julio, respectivamente).

DMS ($\alpha = 0.05$) = 0.15 kg/3.20 m^2.

Cuadro 2. Rendimiento de grano (kg/3.20 m^2) de las líneas R[1] y de híbridos comerciales evaluados en tres ambientes del Estado de Morelos 1981-B.

Nomenclatura	Ambiente[2]			Promedio
	1	2	3	
		Líneas R		
R-3-13	1.82	1.19	2.48	1.83
R-1-6 Fam 14	1.65	1.26	1.88	1.60
CK Shallu 3	1.42	1.05	1.82	1.43
R-5-27 Fam 1	1.43	1.10	1.74	1.42
CK Korgi 7	1.24	1.03	1.74	1.34
(KS 19-KS 21)-3	1.04	0.96	2.01	1.34
SC 133-6	1.60	1.09	1.22	1.30
P r o m e d i o	1.46	1.10	1.84	1.47
		Híbridos Testigo		
Funks G-766 W	1.74	1.67	3.07	2.16
Topaz	1.57	1.92	2.02	1.84
Funks G-722 BR	1.40	1.70	2.40	1.83
Funks G-577	1.23	1.62	2.07	1.64
Funks G-516 BR	1.48	1.43	1.72	1.54
Master Gold	1.50	1.09	1.66	1.42
P r o m e d i o	1.49	1.57	2.16	1.74

[1] Líneas cuyo rendimiento de grano, promedio de los tres ambientes fue $\geq$ 90% del híbrido Master Gold.

[2] Ambiente 1: Xoxocotla (siembra: 25 de junio); Ambientes 2 y 3: Tepalcingo (siembra: 29 de junio y 15 de julio, respectivamente).

DMS ($\alpha = 0.05$) = 0.14 kg/3.20 m^2.

de estudio (1981) no existía en el mercado de semillas, híbrido alguno producido por el INIFAP y Master Gold era el híbrido que las instituciones oficiales de crédito apoyaban para su siembra. La ausencia de híbridos recomendados oficialmente es una situación que prevalece en amplias áreas del trópico húmedo, donde se ha iniciado un vigoroso programa de evaluación de variedades, así como de híbridos experimentales del INIFAP e híbridos comercializados por compañías privadas (Compton *et al.*, 1984; Ramírez, 1984). En consecuencia, es importante resaltar que en este estudio se detectaron 26 progenitores (19 líneas B y 7 líneas R) que produjeron significativamente lo mismo que el híbrido comercial más utilizado, y que tres líneas (Tx 623, 35 B y R-3-13) rindieron 20% ó más que Master Gold. Como las líneas pueden reproducirse median-

te polinización libre, su posible utilización como variedades comerciales no ocasionaría reducciones en la producción estatal de Morelos; en cambio, el costo de la semilla podría disminuir. A corto plazo, esta es una de las posibilidades que plantea la evaluación de líneas progenitoras en áreas representativas de una zona con potencial para producir sorgo, por lo que debería de estimularse la evaluación de variedades en tales regiones.

A mediano y a largo plazo, mediante la utilización de los progenitores que mejor comportamiento muestren en tales evaluaciones, es factible: 1) obtener híbridos específicos para una determinada región cruzando las líneas que presenten el mayor rendimiento bajo la premisa de que la heterosis de los híbridos resultantes sería más ventajosa que la obtenida al cruzar progenitores de bajo rendimiento; 2) reducir los costos de producción de semilla híbrida, ya que al evaluar a los progenitores a través de ambientes, se pueden detectar sus posibles problemas de adaptación, de sincronización en sus floraciones, de dificultades para la cosecha mecanizada, etc.; 3) planear cruzamientos entre progenitores con miras a derivar nuevas líneas parentales de mayor adaptación o con mejores características agronómicas, etc.

En relación a la posible utilización comercial de las líneas sobresalientes como variedades de polinización abierta, los datos de los Cuadros 3 y 4 indican que sus características agronómicas son semejantes a las de los híbridos comerciales empleados como testigos.

Estos resultados confirman los que otros investigadores han encontrado al evaluar líneas o híbridos en áreas sorgueras de nuestro país (Compton *et al.*, 1984; Jiménez *et al.*, 1983; Martínez *et al.*, 1984). Sin embargo, se desea enfatizar que en el programa del Colegio de Postgraduados al igual que en otras instituciones nacionales de enseñanza, la mayoría de las líneas y los híbridos disponibles han sido introducidos de universidades estadounidenses o de organismos internacionales (como ICRISAT). En estas circunstancias, aunque algunos genotipos pueden mostrar alto rendimiento y buenas características agronómicas, los investigadores nacionales no deben seguir dependiendo únicamente del material genético introducido. Obviamente, una fase vital en esta tarea es la generación de nuevas líneas parentales y su selección bajo las condiciones ambientales propias del país (Mendoza, 1984). Los problemas sociales que generaría la sustitución masiva de cultivos básicos por el sorgo (Barkin, 1984) podrían acentuarse de seguir dependiendo de germoplasma originado en instituciones extranjeras, pues de este modo se continua desaprovechando las ventajas fisio-

lógicas que esta especie tiene respecto a otras en cuanto a su adaptación a áreas con factores ambientales limitantes (Rosenow y Clark, 1981).

Cuadro 3. Características agronómicas de líneas B sobresalientes y de híbridos comerciales, promedio de tres ambientes del Estado de Morelos 1981 B.

Nomenclatura	ALT (cm)	LPAN (cm)	EXC (cm)	DF (días)	DMF (días)	DDCG (días)
			Líneas B			
Tx 623	119	27	10	72	112	40
35 B	98	27	16	70	114	44
1399 B	107	30	6	80	119	39
Tx 607	104	22	18	68	104	36
KS 48	107	24	19	76	117	41
KS 18	93	24	9	71	111	40
KS 24	91	25	7	68	109	41
Tx 2751	84	23	4	75	111	37
IS 10428	93	21	7	69	105	36
B 5-5	107	29	14	68	110	42
Tx 7701	114	32	7	77	118	41
B 3-62	101	25	16	63	102	38
Wheatland-Tx 415	87	25	12	62	102	40
B 3-35	97	24	18	65	104	39
CK KS 19	85	23	7	75	115	40
B 3-59	99	22	20	62	101	39
B 3-61	99	24	18	64	100	37
TAM Blk 37	95	21	16	65	100	35
WD 18	88	26	11	71	113	42
			Híbridos Testigo			
Topaz	102	26	8	68	106	38
Funks G-577	106	27	8	67	104	37
Funks G-516 BR	101	26	5	67	106	41
Granada	102	23	11	69	110	41
Funks G-766 W	128	31	16	70	111	42
Funks G-722 BR	111	28	10	73	111	38
Master Gold	101	27	9	68	110	43
Oro	105	28	7	68	110	42
Horizon 76	103	28	8	67	108	41
WAC 694	117	24	12	69	110	41
WAC 692	103	25	17	66	110	44

Especial comentario merece el comportamiento de los híbridos utilizados como testigos. Aunque el rendimiento de Master Gold superó al promedio estatal (4.5 vs 3.5 ton/ha), hubo dos híbridos (Topaz y Funks G-766 W) que produjeron 20% o más; sin em-

Cuadro 4. Características agronómicas de líneas R sobresalientes y de híbridos comerciales, promedio de tres ambientes del Estado de Morelos 1981 B.

Nomenclatura	ALT (cm)	LPAN (cm)	EXC (cm)	DF (días)	DMF (días)	DDCG (días)
			Líneas B			
R-3-13	100	28	11	70	111	41
R-1-6 Fam 14	90	23	4	73	117	44
CK Shallu	79	22	4	70	109	39
R-5-27 Fam 1	119	31	9	72	113	41
CK Korgi 7	76	18	9	66	106	40
(KS 19 KS 21) - 3	83	23	6	72	113	41
SC 133-6	89	26	8	80	114	34
			Híbridos Testigo			
Funks G-766 W	130	31	13	70	112	42
Topaz	104	25	13	67	111	43
Funks G-722 BR	113	28	9	70	109	39
Funks G-577	103	24	13	65	105	40
Funks G-516	101	27	8	66	107	41
Master Gold	99	24	13	69	112	43

bargo, en el año de estudio (1981), ambos híbridos no existían en el mercado de semillas del Estado de Morelos. Es decir, la producción de sorgo en ese estado podría incrementarse rápida y substancialmente si existiera una gama más amplia de híbridos comerciales, pero precisamente la reducida importancia de Morelos como entidad productora de grano de sorgo, hace que las compañías privadas no atiendan diligentemente ese mercado de semillas.

En resumen, por un lado resalta la ventaja que representa la evaluación de progenitores como un medio para identificar variedades de polinización libre; pero quizás lo más importante sea que, a nivel nacional, no se conocen híbridos comerciales producidos por las compañías privadas que hayan sido específicamente formados a partir de progenitores seleccionados en nuestro país. Es importante, por tanto no esperar más en esta tarea, pues resulta lógico suponer que ello permitiría incrementar aún más los rendimientos de grano.

CONCLUSIONES

La evaluación de 38 líneas B y 43 líneas R, en tres ambientes del Estado de More-

los, permitió detectar 19 líneas B y 7 líneas R cuyo rendimiento de grano fue igual o mayor al 90% del producido por el híbrido testigo Master Gold. Incluso, se pudieron detectar tres líneas cuyo rendimiento de grano excedió cuando menos en 20% al de Master Gold.

Las características agronómicas de las líneas sobresalientes presentaron una variación tal que pueden recombinarse para derivar nuevas líneas progenitoras, reduciendo así la dependencia nacional de germoplasma introducido.

BIBLIOGRAFIA

Barkin, D. 1984. Al sorguero: la imperiosa necesidad de estimular el maíz en México. En: Memorias de la Primera Reunión Nacional sobre Sorgo. Potencial y Uso del Sorgo Granífero en México. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Marín, N.L. pp. 124-134.

Carballo C., A. y M. Livera M. 1986. Ampliación de la adaptabilidad del sorgo. II. La interacción genético ambiental de genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) tolerantes al frío. Fitotecnia 8: 111-125.

Castillo F., R. 1984. Situación actual y perspectivas del cultivo de sorgo en México. En: Memorias de la Primera Reunión Nacional sobre Sorgo. Potencial y Uso del Sorgo Granífero en México. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Marín, N.L. pp. 37-45.

Compton L., P., R. Teniente y R. Ventura P. 1984. Investigaciones en sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para el Sur de México. En: Memorias de la Primera Reunión Nacional sobre Sorgo. Potencial y uso del Sorgo Granífero en México. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Marín, N.L. pp. 525-538.

De Walt, B.R. y D. Barkin. 1985. El sorgo y la crisis alimentaria mexicana. En: El Sorgo en Sistemas de Producción en América Latina. Paul, C.L. y B.R. De Walt. (eds.). Memoria del Taller "El Sorgo en Sistemas de Producción en América Latina" realizado en El Batán, México, del 16 al 20 de septiembre de 1984. pp. 153-167.

Guiragossian, V. y L. Romero H. 1984. Mejoramiento genético del sorgo (Métodos y procedimientos). ICRISAT-FAUANL. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. 61 p.

House L., R. 1982. El sorgo. Guía para su mejoramiento genético. Patronato de la Universidad Autónoma Chapingo. Grupo Editorial Gaceta. 425 p.

Jiménez C., A.A. y L.E. Mendoza O. 1983. Características agronómicas y fisiotécnicas de líneas e híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Agrociencia 51: 163-175.

Jiménez C., A.A., L.E. Mendoza O. y A. Carballo C. 1983. Estabilidad de características agronómicas y fisiotécnicas de líneas e híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Agrociencia 51: 155-162.

Leng, E.R. 1982. Status of sorghum production as compared to other cereals. In: Sorghum in the Eighties: Proc. of the Int. Symp. on Sorghum. ICRISAT. Patancheru, India. pp. 25-32.

Luna F., M. 1984. Potencial del sorgo para grano en el CIANOC. En: Memorias de la Primera Reunión Nacional Sobre Sorgo. Potencial y uso del Sorgo Granífero en México. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Marín, N.L. pp. 525-538.

Martínez R., M., L. Romero H., F. Zavala G. y C. H. Sánchez S. 1984. El programa de sorgo de la Facultad de Agronomía de la UANL. Mejoramiento Genético. En: Memorias de la Primera Reunión sobre Sorgo. Potencial y uso del Sorgo Granífero en México. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Marín, N.L. pp. 364-380.

Mendoza O., L.E. 1983. Estudios fisiotécnicos de sorgo realizados en el Colegio de Postgraduados (México). Fitotecnia 5: 108-138.

Mendoza O., L.E. 1984. Sorgo: Su investigación en el Centro de Genética del Colegio de Postgraduados. En: Memorias de la Primera Reunión Nacional sobre Sorgo. Potencial y uso del Sorgo Granífero en México. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Marín, N.L. pp. 525-538.

Mendoza O., L.E., J. Osuna y J. Ortiz C. 1984. Criterios agronómicos y fisiotécnicos en la evaluación de genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) tolerantes al frío. Agrociencia 55: 115-126.

Orozco M., F. de J. y L.E. Mendoza O. 1983. Comparación de algunos híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) y algunos de sus progenitores. Agrociencia 53: 87-98.

Ramírez F., A. 1984. El sorgo para grano en la zona Sur de México. En: Memorias de la Primera Reunión Nacional sobre Sorgo. Potencial y uso del Sorgo Granífero en México. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Marín N.L. pp. 495-511.

Romo C., E., E. Rodríguez G. y P. Compton L. 1984. Sorgo para los Valles Altos de México. En: Memorias de la Primera Reunión Nacional sobre Sorgo. Potencial y uso del Sorgo Granífero en México. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Marín N.L. pp. 282-301.

Rosenow, D. T. and L.E. Clark. 1981. Drought tolerance in sorghum. In: Proc. 36th. Annual Corn & Sorghum. Res. Conf., Amer. Seed Trade Assn., Chicago, Ill. pp 18-30.

Stephens, J.C. and R.S. Holland. 1954. Cytoplasmic male sterility for hybrid sorghum seed production. Agron. J. 46: 20-23.

Tijerina M., A. 1984. Programa Nacional de Producción de Semillas PRONASE. En: Memorias de la Primera Reunión sobre Sorgo. Potencial y uso del Sorgo Granífero en México. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Marín, N.L. pp. 73-85.