

EVALUACION DE HIBRIDOS DE 3 LINEAS DE SORGO PARA GRANO

Arturo Estrada Gómez¹

RESUMEN

Se evaluaron en 2 ambientes híbridos de 3 líneas y de cruza simple de sorgo y se midió el comportamiento promedio de sus hembras (cruzas A x B no isogénicas y líneas A) con 2 líneas R comunes y viceversa. Se analizó rendimiento y otras características; sólo hubo diferencias estadísticas del comportamiento promedio de hembras para rendimiento, siendo la tendencia general la de no diferencia para híbridos, hembras o machos, excepto en floración. Se concluyó que ambos tipos de híbridos se comportan igual y que las cruzas A x B diferentes se deben de estudiar más, a fin de definir la estabilidad de sus híbridos y para considerar otro sistema más económico de producción de semilla.

SUMMARY

Three-way and single cross grain sorghum hybrids were tested in two environments. The average behavior of their females (A x B non isogenic lines and A lines) with two

¹ Investigador del Programa Nacional de Sorgo. INIA. Actualmente Investigador del Centro de Genética. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

common R lines and viceversa was measured. Yield and other characteristics were analysed and no difference was found between hybrids females or males, as a general tendency, except in blooming. As a conclusion, we must say that the A x B different crosses must be better studied to define the stability of their hybrids in order to consider another more economical system of seed production.

INTRODUCCION

No obstante que en el ciclo primavera-verano de 1977, se cultivaron en México 986 mil hectáreas de sorgo que produjeron 2 millones 980 mil toneladas de grano¹ y que en el de otoño-invierno 77-78 se sembró una superficie similar de la que se espera una cosecha parecida, la producción global es insuficiente para surtir la demanda de la industria pecuaria y hay que importar cantidades grandes de este cereal. A ese pago considerable de divisas se suma el correspondiente al de la compra de semillas certificadas extranjeras, ya que la producción nacional de semilla híbrida de sorgos de compañías privadas y de la Productora Nacional de Semillas, PRONASE², es también insuficiente para cubrir el área que suman ambos ciclos agrícolas.

Por lo tanto, este cultivo presenta dos grandes problemas: insuficiencia en la producción de grano comercial y de

¹ Informe sobre la Realidad Agrícola Ganadera y Forestal de México en el año de 1977. Excélsior, 9 de marzo de 1978.

² VI Convención Nacional de la Asociación Mexicana de Semilleros, A.C. noviembre, 1977.

semilla certificada para siembra. Para resolver esa situación, el Programa Nacional de Sorgo del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), considera varias alternativas de solución; a una de ellas corresponde este estudio preliminar del comportamiento de híbridos de 3 líneas ($A_n \times B_m \times R$) en 2 ambientes contrastantes, respecto a los híbridos normales comerciales de cruce simple ($A \times R$), para poder inferir sobre la estabilidad en el rendimiento de grano, la variabilidad de altura de planta y días a floración de los híbridos de 3 líneas, y ver también la posibilidad de facilitar el incremento de la producción de semilla certificada de dichos híbridos.

REVISION DE LITERATURA

Cuando se confirmó la manifestación de vigor híbrido o heterosis en plantas autógamas como el sorgo, hubo varios trabajos para explicar el fenómeno y hallar una aplicación práctica en el mejoramiento de dicho cultivo. Los estudios sobre producción comercial de semilla híbrida de sorgo como el de Stephens *et al.* (1952), informaron el posible uso de la androesterilidad génica observada en la variedad Day, para obtener híbridos en 3 etapas, mediante el uso de 3 líneas, $(A \times B) \times C$, de diferente fertilidad masculina, técnica que no resultó muy práctica ni económica, ya que requería de eliminar 50% de plantas androfértiles que segregaba la línea hembra.

Stephens y Holland (1954) descubrieron la androesterilidad génico-citoplásmica resultante de la interacción entre el citoplasma de Milo y factores nucleares de Kafir, y propusieron un sistema de hibridación más simple que el anterior, que es el que aún continúa en uso.

Buscando otros métodos de hibridación Stephens y Lahr (1959) probaron híbridos de 3 líneas versus los de cruce simple para elevar la producción de semilla sin abatir el rendimiento o aumentar la variabilidad en cultivos comerciales. Concluyeron que algunos híbridos de 3 líneas fueron más variables en floración y altura de planta que los de cruce simple; pero su rendimiento medio fue 1.9% mayor en 2 localidades.

Ross (1969) evaluó por 4 años híbridos de 3 líneas y de cruce simple (entre 4 líneas A-B y 4 R), considerando las hembras de cruces A x B no isogénicas solo en un sentido, bajo el supuesto de que $A_1 \times B_2 = A_2 \times B_1$; los resultados fueron: 1) los híbridos de 3 líneas y los simples rindieron igual en 4 años de prueba, aunque difirieron significativamente en 2 años; 2) el rendimiento diferente de los dos grupos se atribuyó a una respuesta diferencial a condiciones ambientales particulares, debida al patrimonio genético diferente; 3) las varianzas de los híbridos de 3 líneas y de las cruces hembras tendieron a ser menores que las de las cruces simples fértiles; 4) el uso de cruces de 3 líneas puede ser útil en el mejoramiento del sorgo, para seleccionar líneas R y para estudios especiales; y 5) no hubo evidencia de efectos epistáticos.

Jowett (1972) estudió la estabilidad de rendimiento del sorgo en Africa. Usó híbridos de 3 líneas, de cruza simple y variedades, suponiendo que los híbridos de 3 líneas eran de mayor estabilidad que las cruza simples. Encontró que el rendimiento de ambos tipos de híbridos fue mucho más estable que el de las variedades y que en la formación de los híbridos, se produjo poca semilla debido a la poca adaptación de las líneas de Estados Unidos en Africa, pero se produjo más de los híbridos de 3 líneas debido a la interacción de la cruza femenina.

Walsh y Atkins (1973) evaluaron en 2 años el comportamiento y variabilidad dentro de híbridos: de 3 líneas, de cruza simple y de sus respectivos padres. Indican que las cruza simples fértiles y los híbridos de 3-líneas no difieren significativamente en rendimiento de grano, peso de 100 semillas, semillas por panoja, panojas por planta, altura de planta y días a floración media. Las desviaciones estándar de altura de planta y floración de los híbridos de 3 líneas fueron mayores estadísticamente a las de los híbridos de cruza simple, pero de poca importancia agronómica. No hubo correlación entre los caracteres medidos para ningún caso, y en la producción de híbridos las cruza simples androes-tériles produjeron 19% más que las líneas A estériles, debido a su mayor número de semillas por panoja.

Patanothai y Atkins (1974a) estudiaron por 3 años y en 9 ambientes, la respuesta de híbridos de 3 líneas, de cruza simple y de sus líneas parentales; encontraron que

las cruzas simples fértiles y los híbridos de 3 líneas produjeron igual y rindieron más que las cruzas simples androestériles y que las líneas paternas. La estimación de los parámetros de estabilidad indicó que el grupo de híbridos de 3 líneas fue ligeramente más estable que el de cruzas simples. Las desviaciones de regresión de los híbridos de 3 líneas fueron más pequeñas y su coeficiente promedio de regresión en un índice ambiental fue próximo a 1.0. Para híbridos individuales hubo una variación considerable, lo que sugiere que la estabilidad del comportamiento se puede lograr con cruzas simples o de 3 líneas.

Patanothai y Atkins (1974b) estimaron los efectos genéticos en rendimiento de grano y su estabilidad en ambientes de híbridos de 3 líneas y de cruce simple. Encontraron que el diferente rendimiento entre híbridos era atribuible a efectos genéticos aditivos y dominantes y que la variación de los parámetros que describen la estabilidad del rendimiento sobre ambientes, pudiera atribuirse mayormente a acción genética aditiva. No hubo indicación de efectos epistáticos para rendimiento y para su estabilidad. También se compararon los valores observados y predichos para producción de grano y estabilidad en híbridos de 3 líneas, restando la eficiencia relativa de 5 métodos de predicción generalmente de acuerdo con la significancia de los efectos genéticos incluidos en la ecuación de predicción.

MATERIALES Y METODOS

En el ciclo primavera-verano 1976, se seleccionaron 8 líneas A-B de diferente fenotipo (Cuadro 1), y se efectuaron algunas cruzas A x B entre líneas no isogénicas que coincidieron en floración. Tales cruzas se sembraron en el ciclo de invierno 76-77 y se utilizaron como hembras en cruzas con 2 líneas R diferentes (machos) para obtener varios híbridos de 3 líneas (A x B) x R; éstos se evaluaron en 2 ambientes contrastantes: El Bajío (Celaya, Gto.) bajo condiciones de riego, y en Trópico Seco (Iguala, Gro.) bajo siembra de temporal. Las cruzas se compararon con 6 híbridos "normales" de crusa simple A x R entre las líneas indicadas, de diferente ciclo vegetativo (2 tardíos, 2 intermedios y 2 precoces). En el Cuadro 2 se presentan los 2 grupos de híbridos que constituyeron los ensayos de rendimiento.

El diseño experimental empleado fue el de parcelas divididas, con parcelas grandes constituidas por los progenitores femeninos (cruzas A x B diferentes y líneas A) y las parcelas chicas los híbridos de 3 líneas o de crusa simple, integrados por la crusa de cada hembra con 2 líneas R comunes. El tamaño de parcela experimental fue de 2 surcos de 5 metros de longitud separados a 0.76 m, usándose 4 repeticiones.

Los caracteres medidos para análisis de varianza -ANDEVA- fueron: rendimiento de grano por parcela, días a floración media, número de panojas cosechadas, altura de planta, excersión y longitud de la panoja (tomando la

Cuadro 1. Características fenotípicas de líneas A, B y R de sorgo para grano, que intervienen como progenitores de híbridos de 3 líneas e híbridos de cruzas simples, medidas en 2 ambientes contrastantes (Bajío y Trópico Seco). Programa Nacional de Sorgo, INIA. P-V 1976

| Líneas | Días a floración | | | Altura de planta (cm) | | | Ciclo vegetativo ² |
|----------------|------------------|------|------------------------|-----------------------|-------|-----------|-------------------------------|
| | I | II | \bar{x} ¹ | I | II | \bar{x} | |
| Hembras | | | | | | | |
| A-1 | 82.5 | 63.5 | 73.0 | 79.9 | 116.5 | 93.7 | i |
| B-1 | 79.5 | 59.0 | 69.5 | 76.8 | 112.5 | 94.7 | |
| A-2 | 79.0 | 62.5 | 70.8 | 91.7 | 116.5 | 104.1 | p-i |
| B-2 | 80.5 | 60.0 | 70.3 | 100.0 | 98.8 | 99.4 | |
| A-3 | 92.0 | 66.5 | 79.3 | 90.8 | 120.8 | 105.8 | t |
| B-3 | 89.5 | 64.5 | 77.0 | 94.6 | 113.5 | 104.1 | |
| A-4 | 83.0 | 60.0 | 71.5 | 84.3 | 108.0 | 96.2 | i |
| B-4 | 79.5 | 59.5 | 69.5 | 82.0 | 111.0 | 96.5 | |
| A-5 | 79.0 | 59.5 | 69.3 | 75.5 | 106.0 | 90.8 | p-i |
| B-5 | 75.5 | 61.0 | 68.3 | 88.0 | 118.3 | 103.2 | |
| A-6 | 80.0 | 57.5 | 68.8 | 85.3 | 109.5 | 97.4 | i |
| B-6 | 76.5 | 57.5 | 69.5 | 86.6 | 115.0 | 106.8 | |
| A-7 | 76.5 | 58.0 | 67.3 | 81.1 | 109.0 | 95.1 | p |
| B-7 | 76.0 | 59.0 | 67.5 | 77.6 | 118.0 | 97.8 | |
| A-8 | 78.5 | 61.0 | 69.8 | 81.2 | 118.0 | 99.6 | p-i |
| B-8 | 76.0 | 59.0 | 67.5 | 86.4 | 121.5 | 104.0 | |
| Machos | | | | | | | |
| R1 | 85.0 | 61.0 | 73.0 | 82.7 | 129.0 | 106.0 | i |
| R2 | 85.8 | 65.5 | 75.6 | 70.4 | 111.2 | 90.8 | i |

¹ I: Celaya, Gto. (Bajío); II: Iguala, Gro. (Trópico Seco)

² t: Tardío, i: Intermedio, p: Precoz, p-i: Precoz-Intermedio

Cuadro 2. Híbridos de 3 líneas y de cruce simple de sorgo para grano, evaluados en 2 ambientes diferentes (Bajío y Trópico Seco). Programa Nacional de Sorgo, INIA. P-V 1977

| Híbrido No. | Hembra No. x macho No. | Ciclo vegetativo |
|-------------|----------------------------------|--------------------------|
| 1 | 1 (A-1 x B-3) x R1 | (I x T) x I ³ |
| 2 | x R2 | x I |
| 3 | 2 (A-1 x B-4) x R1 | (I x I) x I |
| 4 | x R2 | x I |
| 5 | 3 (A-2 x B-1) x R1 | (I x P-I) x I |
| 6 | x R2 | x I |
| 7 | 4 (A-2 x B-1) x R1 | (P-I x I) x I |
| 8 | x R2 | x I |
| 9 | 5 (A-2 x B-3) x R1 | (P-I x T) x I |
| 10 | x R2 | x I |
| 11 | 6 (A-2 x B-4) x R1 | (P-I x I) x I |
| 12 | x R2 | x I |
| 13 | 7 (A-2 x B-5) x R1 | (P-I x P-I) x I |
| 14 | x R2 | x I |
| 15 | 8 (A-2 x B-7) x R1 | (P-I x P) x I |
| 16 | x R2 | x I |
| 17 | 9 (A-3 x B-5) x R1 | (TxP-I) x I |
| 18 | x R2 | x I |
| 19 | 10 (A-3 x B-6) x R1 | (TxI) x I |
| 20 | x R2 | x I |
| 21 | 11 (A-3 x B-8) x R1 | (TxP-I) x I |
| 22 | x R2 | x I |
| 23 | 12 (A-4 x B-3) x R1 | (IxT) x I |
| 24 | x R2 | x I |
| 25 | 13 (A-6 x B-4) x R1 | (IxI) x I |
| 26 | x R2 | x I |
| 27 | 14 (A-6 x B-5) x R1 | (IxP-I) x I |
| 28 | x R2 | x I |
| 29 | 15 Chichimeca ¹ | T |
| 30 | Purépecha | T |
| 31 | Mazahua | I |
| 32 | Tarasco | I |
| 33 | Pame | I-P |
| 34 | Catoname | P |
| 35 | 18 (A-2 x B-6) x R1 ² | (P-I x I) x I |
| 36 | x R2 | (IxP) x I |
| 37 | 19 (A-6 x B-7) x R1 | (IxP) x I |
| 38 | x R2 | x I |
| 39 | 20 (A-6 x B-8) x R1 | (IxP-I) x I |
| 40 | x R2 | x I |
| 41 | 21 (A-8 x B-5) x R1 | (IxP-I) x I |
| 42 | x R2 | x I |
| 43 | 22 (A-8 x B-3) x R1 | (IxT) x I |
| 44 | x R2 | x I |

¹ Híbridos de cruce simple (A x R). ² Híbridos de 3 líneas (35-44) evaluados solo en El Bajío. ³ T: Tardío, I: Intermedio, P: Precoz y P-I: Precoz-Intermedio

media de una muestra de 10 plantas por tratamiento por repetición).

RESULTADOS

En el Cuadro 3 se presenta la significancia estadística de las fuentes de variación consideradas en los ANDEVA para ambientes y de datos combinados, para 6 caracteres.

Se observa que para rendimiento de grano sólo se detectaron diferencias estadísticas del comportamiento medio de hembras en el ANDEVA de El Bajío y en el combinado. Para días a floración hubo diferencias significativas para comportamiento medio de hembras en las 2 localidades y en el ANDEVA combinado; para el comportamiento medio de machos solo hubo diferencias significativas en la prueba de El Bajío, y para los híbridos en las 3 pruebas. La variación en los caracteres restantes fue como sigue: para número de panojas no hubo diferencia estadística en ningún caso de prueba de progenitores o híbridos; para altura de planta, únicamente el comportamiento medio de las hembras manifestó diferencia en el ANDEVA combinado; la excursión de la panoja fue diferente considerando el comportamiento promedio hembras y machos, en la prueba de El Bajío y en el ANDEVA combinado; y la longitud de panoja sólo fue diferente en el experimento de Trópico Seco y en el ANDEVA combinado para el comportamiento promedio de hembras.

En el Cuadro 4 se muestra el promedio de rendimiento de las 22 hembras evaluadas en El Bajío, con sus respectivas

Cuadro 3. Significancia estadística para 6 características de híbridos de 3 líneas y simples de sorgo para grano, evaluados en 2 ambientes diferentes Bajío-riego y Trópico seco-temporal. Programa Nacional de Sorgo, INIA. P-V 1977

| Fuente de variación | Rend. grano | | | Días floración | | | No. panojas | | | Altura planta | | | Excursión | | | Long. panoja | | |
|---------------------|-------------|----|----|----------------|----|----|-------------|----|----|---------------|----|----|-----------|----|----|--------------|----|----|
| | I | II | AC | I | II | AC | I | II | AC | I | II | AC | I | II | AC | I | II | AC |
| Repeticiones | ** | ** | - | * | ns | - | ns | ns | - | ns | ns | - | ns | ns | - | ns | ** | - |
| Experimento | | | ** | | | ** | | | ** | | | ns | | | ns | | | ** |
| Hembras | ** | ns | ** | ** | ** | ** | ns | ns | ns | ns | ns | * | ** | ns | * | ns | ** | ** |
| Expto. x hembras | | | ns | | | ** | | | ns | | | ns | | | ns | | | * |
| Machos | ns | ns | ns | ** | ns | ns | ns | ns | ns | * | ns | ns | * | ns | * | ns | ns | ns |
| Expto. x machos | | | ns | | | ** | | | * | | | ** | | | * | | | ns |
| Híbridos | ns | ns | ns | * | ** | ** | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| Expto. x híbridos | | | ns | | | * | | | ns | | | ns | | | ns | | | ns |

ns : No significativo

* : Significativo al 5%

** : Significativo al 1%

I : Celaya, Gto.; II : Iguala, Gro.; AC : ANDEVA Combinado

Cuadro 4. Comportamiento promedio de 22 hembras (cruzas A x B y líneas A) de híbridos de 3 líneas y de crusa simple, para 6 caracteres evaluados bajo riego en El Bajío (Celaya, Gto.). Programa Nacional de Sorgo, INIA. 1977

| Hembra | Rend/P (kg) | D.F. | NPJ | AP (cm) | Exc. (cm) | LPJ ¹ (cm) |
|-----------|----------------|---------|-----|------------|--------------|--------------------------|
| 10 | 7.619 | 73.5 | 149 | 152 | 19.3 | 28.5 |
| 22* | 7.516 | 73.9 | 146 | 151 | 18.8 | 29.0 |
| 11 | 7.392 | 73.6 | 145 | 155 | 19.0 | 28.8 |
| 20* | 7.356 | 72.5 | 144 | 150 | 23.8 | 29.8 |
| 9 | 7.306 | 74.3 | 148 | 149 | 16.8 | 28.8 |
| 12 | 7.289 | 79.3 | 148 | 155 | 21.0 | 29.0 |
| 17 (P) | 7.173 | 71.5 | 147 | 149 | 23.3 | 29.8 |
| 15 (T) | 7.124 | 79.1 | 145 | 141 | 15.0 | 30.5 |
| 5 | 7.082 | 73.8 | 148 | 161 | 22.8 | 27.8 |
| 2 | 7.056 | 79.0 | 146 | 143 | 20.0 | 30.5 |
| 19* | 7.033 | 72.6 | 142 | 142 | 20.5 | 30.0 |
| 18* | 6.999 | 72.6 | 154 | 150 | 25.0 | 27.8 |
| 1 | 6.955 | 77.8 | 145 | 150 | 17.8 | 29.0 |
| 7 | 6.942 | 72.6 | 152 | 151 | 24.8 | 28.8 |
| 3 | 6.882 | 73.4 | 147 | 145 | 20.5 | 29.0 |
| 8 | 6.851 | 72.6 | 155 | 151 | 24.8 | 28.0 |
| 21* | 6.842 | 72.5 | 146 | 151 | 24.8 | 29.0 |
| 16 (I) | 6.826 | 71.4 | 140 | 153 | 23.8 | 29.0 |
| 14 | 6.711 | 72.0 | 143 | 144 | 24.3 | 30.0 |
| 13 | 6.606 | 5% 72.8 | 145 | 152 | 21.8 | 29.5 |
| 4 | 6.506 | 73.0 | 145 | 146 | 22.8 | 28.5 |
| 6 | 6.490 | 1% 72.8 | 140 | 147 | 22.8 | 29.0 |
| DMSH 0.05 | 1.031 | 1.5 | | | | |
| DMSH 0.01 | 1.185 | 1.7 | | | | |

¹ Rend/P: rendimiento grano/parcela; D.F: días a floración; NPJ: número de panojas; AP: altura de planta; Exc: excursión; LPJ: longitud de panoja

*: no se incluyeron en la prueba de Igualda, Gro.

T: taría, I: intermedia, P: precoz

DMSH de Tukey, así como las medias de las otras 5 características. Por razones de espacio no se presentan datos conjuntos de otras fuentes de variación (machos e híbridos); pero se consideraron de poca relevancia y solo se mencionan en la discusión cuando es necesario. En los Cuadros 5 y 6 se presentan los datos del comportamiento medio de las hembras para los mismos caracteres medidos en la localidad de Trópico Seco y en forma combinada, respectivamente.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Del examen de los resultados puede decirse que el comportamiento general de los híbridos de 3 líneas respecto a los de cruce simple, fue similar al de los estudios citados, o sea, que no se encontró nada diferente a lo obtenido en otros estudios. Ambos tipos de híbridos rinden igual, sus demás caracteres medidos no varían significativamente en unos y otros, excepto en días a la floración, donde sí hay diferencia altamente significativa; en El Bajío se tuvo un rango de floración para todos los híbridos de 80-71 días; en Iguala, Gro. de 58-54 días y en los datos combinados de 68.5-63.0 días. Se supone que en los híbridos de 3 líneas se debe esto a la mayor interacción que se establece al combinar 3 progenitores de diferente ciclo vegetativo (ver Cuadro 2).

Ahora bien, en este trabajo el comportamiento promedio de los progenitores que integraron ambos tipos de híbridos, se midió en forma indirecta, ya que no fueron incluidos en el experimento; pero los resultados son interesantes, ya que

Cuadro 5. Comportamiento promedio de 17 hembras (cruzas A x B y líneas A) de híbridos de 3 líneas y de craza simple, para 6 caracteres evaluados bajo temporal en una localidad de Trópico Seco (Iguala, Gro.). Programa Nacional de Sorgo, INIA. 1977

| Hembra | Rend/P (kg) | DF | NPJ | AP (cm) | Exc. (cm) | LPJ ¹ (cm) |
|-----------|----------------|------|-----|------------|--------------|--------------------------|
| 10 | 4.523 | 56.0 | 83 | 159 | 22.0 | 31.0 |
| 3 | 4.471 | 54.0 | 72 | 149 | 18.7 | 35.1 |
| 11 | 4.470 | 56.5 | 80 | 154 | 19.2 | 33.3 |
| 5 | 4.431 | 56.4 | 86 | 150 | 20.3 | 31.2 |
| 7 | 4.422 | 57.1 | 73 | 153 | 20.4 | 33.7 |
| 17 (P) | 4.410 | 55.8 | 76 | 145 | 18.7 | 33.4 |
| 12 | 4.401 | 57.5 | 90 | 152 | 22.6 | 32.2 |
| 2 | 4.350 | 54.1 | 83 | 140 | 16.2 | 32.8 |
| 8 | 4.266 | 56.4 | 84 | 154 | 22.2 | 31.5 |
| 15 (T) | 4.108 | 55.3 | 69 | 148 | 20.2 | 31.8 |
| 16 (I) | 4.068 | 57.4 | 80 | 148 | 22.4 | 32.4 |
| 13 | 4.056 | 55.9 | 84 | 149 | 22.1 | 33.0 |
| 4 | 4.052 | 55.4 | 84 | 146 | 19.2 | 32.0 |
| 9 | 4.000 | 56.3 | 77 | 156 | 19.7 | 30.4 |
| 1 | 3.965 | 55.3 | 77 | 148 | 18.3 | 32.1 |
| 6 | 3.886 | 55.1 | 74 | 147 | 20.5 | 31.3 |
| 14 | 3.839 | 57.9 | 87 | 153 | 23.6 | 30.8 |
| DMSH 0.05 | | 3.3 | | | | |
| DMSH 0.01 | | 3.9 | | | | |

¹ Rend/P: rendimiento de grano/parcela; DF: días a floración; NPJ: número de panojas; AP: altura de planta; Exc: excersión; LPJ: longitud de panoja

T: tardía, I: intermedia, P: precoz

- Los valores de rendimiento promedio unidos por la línea vertical son iguales estadísticamente

Cuadro 6. Comportamiento promedio de 17 hembras (cruzas A x B y líneas A), de híbridos de 3 líneas y de crusa simple evaluados en forma combinada de 2 ambientes distintos (Bajío y Trópico Seco). Programa Nacional de Sorgo. INIA, 1977

| Hembra | Rend/P (kg) | DF | NPJ | AP (cm) | Exc. (cm) | LPJ (cm) ¹ |
|-----------|----------------|------|-----|------------|--------------|--------------------------|
| 10 | 6.071 | 64.8 | 116 | 155 | 20.6 | 29.8 |
| 11 | 5.931 | 65.1 | 112 | 155 | 19.1 | 31.0 |
| 12 | 5.845 | 68.4 | 119 | 154 | 21.8 | 30.6 |
| 17 (P) | 5.791 | 63.6 | 111 | 147 | 21.0 | 31.6 |
| 5 | 5.756 | 65.1 | 117 | 155 | 21.5 | 29.5 |
| 2 | 5.703 | 66.6 | 115 | 141 | 18.1 | 31.6 |
| 7 | 5.682 | 64.9 | 113 | 152 | 22.6 | 31.2 |
| 3 | 5.676 | 63.8 | 109 | 147 | 19.6 | 32.0 |
| 9 | 5.653 | 65.3 | 113 | 152 | 18.2 | 29.5 |
| 15 (T) | 5.616 | 67.2 | 107 | 144 | 17.6 | 31.2 |
| 8 | 5.559 | 64.5 | 119 | 152 | 23.5 | 29.8 |
| 1 | 5.460 | 66.5 | 111 | 149 | 18.0 | 30.6 |
| 16 (I) | 5.447 5% | 64.4 | 110 | 150 | 23.1 | 30.7 |
| 13 | 5.331 | 64.3 | 114 | 150 | 21.9 | 31.2 |
| 4 | 5.279 | 64.2 | 114 | 146 | 21.0 | 30.2 |
| 14 | 5.275 1% | 64.9 | 115 | 149 | 23.9 | 30.4 |
| 6 | 5.188 | 63.9 | 107 | 147 | 21.6 | 30.1 |
| DMSH 0.05 | 0.712 | 1.9 | | | | |
| DMSH 0.01 | 0.814 | 2.0 | | | | |

¹ Rend/P: rendimiento de grano/parcela; DF: días a floración; NPJ: número de panojas; AP: altura de planta; Exc: excersión; LPJ: longitud de panoja

T: tardía, I: intermedia, P: precoz

para rendimiento de grano, en las hembras, se detectan diferencias estadísticas significativas en la prueba de El Bajío y en la de datos combinados, lo que puede sugerirnos que el uso de cruzas simples A x B no isogénicas, como progenitores femeninos en la formación de híbridos, pudiera incrementar la producción de semilla lo que, como ya se indicó, es un problema grave en nuestro medio. En lo que respecta al comportamiento promedio de las hembras para floración media, también se encontraron algunas interacciones entre líneas A-B de diferente ciclo vegetativo, que se deben de confirmar para tratar de solucionar otro problema en la producción de semilla híbrida, que es el de la coincidencia de floración de los progenitores específicos. La respuesta de la interacción entre los progenitores femeninos y los polinizadores (híbridos) tuvo la limitante de que las 2 líneas R seleccionadas, son de ciclo vegetativo similar, cuando debieron considerarse floraciones contrastantes (tardía-precoz).

Para rendimiento de grano se aprecia bastante estabilidad en el comportamiento de las cruzas simples estériles (hembras), ya que las que son sobresalientes en El Bajío también muestran esa tendencia en Trópico Seco (tendencia numérica no significativa), lo que hace que en la prueba de medias de datos combinados sean las mismas las que resultan superiores, y hay que tener presente que los resultados provienen de ambientes contrastantes, condiciones óptimas (riego y fertilización alta) que se tuvieron en El Bajío, y condiciones limitantes (temporal y fertilización baja) en el Trópico Seco, lo que apoya la suposición de su mayor estabilidad ambiental.

Las principales conclusiones a que se llega con los resultados de este estudio son:

1. No hubo diferencia significativa entre los híbridos de 3 líneas y de cruce simple probados para varios caracteres, excepto para días a floración.

2. Para hembras hubo diferencia significativa en rendimiento y días a floración, por lo que se deben de estudiar más las cruces A x B diferentes para definir su uso como progenitores femeninos en el sistema de producción de semilla.

3. Por el carácter preliminar del trabajo, hubo limitantes u omisiones involuntarias, pero proporciona suficiente información para ser considerada en estudios futuros, como:

a) Uso de progenitores con caracteres de contraste marcado; b) evaluación conjunta de progenitores e híbridos; c) mayor número de localidades y ciclos de prueba.

4. Se debe evaluar la producción de semilla de híbridos de 3 líneas versus los tradicionales de cruce simple.

AGRADECIMIENTOS

Se reconoce la colaboración desinteresada de los compañeros Ingenieros: Gabriel Vega Z. de El Bajío, Noel Gómez M. y Juan Cañedo C. de Iguala, Gro. y del Dr. Aquiles Carballo C., Coordinador Nacional del Cultivo de Sorgo para Grano.

BIBLIOGRAFIA

- Stephens, J.C., G.H. Kuykendall, and D.W. George. (1952).
Experimental production of hybrid sorghum seed with
a three-way cross. Agr. J. 44:369-73.
- _____ and R.F. Holland. (1954). Cytoplasmic male-sterility
for hybrid sorghum seed production. Agr. J. 46:20-23.
- _____ and K.A. Lahr. (1959). Single-cross vs. 3-way
sorghum hybrids. Agr. Abs. p. 67.
- Ross, W.M. (1969). Performance of three-way grain sorghum
hybrids. 24th Annu. Corn-Sorghum Res. Conf. Proc.,
Amer. Seed Trade Ass. pp:129-134.
- Jowett, D. (1972). Yield stability parameters for sorghum
in east africa. Crop Sci. 12:314-317.
- Walsh, E.J. and R.E. Atkins. (1973). Performance and within-
hybrid variability of three-way and single cross of
grain sorghum. Crop Sci 13:267-271.
- Patanothai, Aran and R.E. Atkins. (1974). Yield satability
of single crosses and three-way hybrids of grain sorghum.
Crop Sci. 14:287-290.
- _____. (1974B). Genetic effects for mean yield and for
yield responses to environments in three-way and single-
cross hybrids of grain sorghum. Crop Sci. 14:485-487.