

VARIACION RADIOINDUCIDA APLICADA AL MEJORAMIENTO GENETICO DEL SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

GUTIERREZ DEL RIO, E.¹

RESUMEN

El sorgo es uno de los cuatro cereales de mayor importancia en el mundo, formando parte esencial en la alimentación humana y principalmente en nutrición animal. En México tiende a desplazar al cultivo del maíz, debido a que tiene una gran plasticidad ecológica pudiéndose cultivar en regiones que varían tanto en altitud como en condiciones de temperatura y precipitación pluvial. Por esta razón se realizan trabajos de investigación encaminados a identificar los factores que afectan la producción y consecuentemente incrementar la, ya sea por individuo o por área. En el año de 1977 se inició este programa en donde colaboraron las siguientes instituciones oficiales: Instituto Nacional de Energía Nuclear (INEN), Centro de Investigaciones Agrícolas del Bajío (CIAB-INIA) y la Universidad de Guanajuato, a través de la Escuela Superior de Agronomía y Zootecnia. Se inició con 25 variedades de sorgo de colección mundial, las cuales fueron irradiadas con 60Co a dosis de 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 krad, se llevaron a generaciones subsiguientes, hasta la M₅. Donde en cada una de ellas se hizo selección individual para caracteres agronómicos deseables como precocidad, altura de planta, tamaño y tipo de panoja, exersión y rendimiento. Los resultados obtenidos han mostrado que se logra tener la variabilidad buscada en los diferentes caracteres, al grado que fue posible seleccionar genotipos mutantes que se comportaron estadísticamente iguales que los testigos regionales y además la aparición de plantas estériles. A partir de la generación M₅ fueron seleccionadas aproximadamente 550 plantas estériles que fueron cruzadas por genotipos vecinos fértiles (recombinación). Estas familias fueron sembradas en el siguiente ciclo usando el método de panoja por surco, en las cuales se formaron 55 poblaciones de acuerdo a sus características fenológicas (selección masal). Estas 55 poblaciones se dividieron

considerando generalmente caracteres agronómicos deseables formando grupos de 20 poblaciones el primero y 33 el segundo, perteneciendo ambos grupos del mismo origen. En 1983 se realizó el primer ensayo de las poblaciones, y de familias derivadas de poblaciones para estudiar la acción genética de los principales caracteres, encontrándose que existía amplia variabilidad en las características estudiadas, lo que nos permite asegurar una respuesta de selección alta.

Los resultados muestran que existe variabilidad genética entre poblaciones, existiendo algunas de ellas muy uniformes en sus genotipos que las componen, como los muestran sus cuadros medios sacados de los análisis estadísticos, existiendo poblaciones muy uniformes en sus genotipos que la componen superando algunos testigos en sus buenas características.

Los ensayos de las líneas derivadas de las diferentes poblaciones muestran que hay poblaciones que dieron origen a líneas con caracteres de buena aceptación, lo que indica que tenemos materiales mejorados que se pueden aprovechar como variedades de polinización libre (uniformes) y continuar el proceso de mejoramiento en aquellos materiales con alto potencial en aumento de rendimiento u otras características.

INTRODUCCION

El sorgo es uno de los 4 cereales de mayor importancia en el mundo formando parte esencial en la alimentación humana principalmente en la nutrición animal. En México tiende a desplazar al cultivo del maíz, debido a que tiene una gran plasticidad-ecológica, pudiéndose cultivar en regiones que varían tanto en altitud como en condiciones de temperatura y precipitación pluvial. Por esta razón se realizan trabajos de investigación encaminados a identificar los factores que afectan a la producción y por consecuencia a tratar de aumentarla ya sea por individuo o por área.

¹Depto. de Fitotecnia, Universidad de Guanajuato, México.

En el cultivo de sorgo ha sido posible el desarrollo de una fuerte industria de producción de semilla, en base al descubrimiento del carácter de androsterilidad la cual ha permitido la formación eficiente de híbridos comerciales de sorgo, sin embargo, para continuar en forma ascendente con una buena producción de sorgo es necesario la creación de otras fuentes de germoplasma de esterilidad para evitar una pérdida total por efecto de una epifitía como sucedió en 1970 en el cultivo de maíz con el hongo *Helminthosporium maydis* en el sur de Estados Unidos (Ulstrup, 1973).

Para tener avance en la productividad de un cultivo es necesario crear variabilidad genética, porque de ella depende una buena respuesta aplicando métodos de selección; dicha variación puede ser obtenida en 2 formas que pueden ser: cruzamientos naturales o controlados y por radiaciones inducidas; estas últimas, han sido utilizadas con muy poco éxito en los últimos años por los organismos que hacen mejoramiento de plantas, sin embargo, pueden aprovecharse como una buena alternativa para la búsqueda de genotipos que son difíciles de encontrar en la naturaleza (Parra, 1982).

Las mutaciones son consideradas como una fuente de germoplasma para ser aprovechadas en programas de mejoramiento, con el mismo éxito que la variación natural, y es comparable con los métodos tradicionales para crear variación como la hibridación y la recombinación (Brock, 1972).

Los cultivos agrícolas al ser irradiados pueden presentar una respuesta diferente en sus características siendo afectadas algunas en mayor grado que otras, y por lo tanto cambia el grado de heredabilidad contribuyendo así a la evolución de las especies (Frey, 1975).

El estudio de la variabilidad genética de las poblaciones que se presentan en este trabajo, es con el fin de encontrar genotipos que sirvan para formar variedades de polinización libre que compitan con los mejores híbridos comerciales que se siembran en México, que puedan ser sembradas bajo condiciones ambientales adversas como regiones de baja precipitación pluvial y con suelos pobres.

MATERIALES Y METODOS

Las 55 poblaciones de sorgo se obtuvieron de la generación irradiada M5 de la colección mundial de sorgo, las cuales presentaban esterilidad genética-citoplasmática, llevándose a 2 ciclos de recombinación y seleccionándose puras plantas estériles. Al siguiente ciclo se autofecundaron y se seleccionaron puras plantas que no segregaron a esterilidad, es decir, plantas de tipo restaurador formando así las 55 poblaciones que fueron divididas en 2 grupos de acuerdo a sus características agronomías con la finalidad de facilitar la evaluación en campo.

En 1983 se realizó la evaluación de las poblaciones y de 510 familias de autohermanos derivados de las mismas poblaciones en

terrenos experimentales de La E.A.Z. Irapuato, Gto., con el propósito de conocer la acción genética de los siguientes caracteres:

- 1 - Altura de planta: fue tomada en el momento de la cosecha, el tamaño de muestra fue de 10 plantas dentro de la parcela útil, midiendo del suelo hasta el ápice de la panoja.
- 2 - Excursión: se tomó a partir de la hoja bandera hasta la base de la panoja, 10 plantas por parcela en forma aleatoria.
- 3 - Días a floración: cuando se tenía en la parcela un 50% de panojas soltando polen.
- 4 - Tamaño de panoja: se midió de la base de la panoja hasta el ápice de la panoja, la muestra fue de 10 plantas por parcela útil tomadas al azar.
- 5 - Rendimiento: se obtuvo en kilogramos por parcela útil.

El diseño utilizado fue el de bloques al azar con 3 repeticiones, el tamaño de parcela útil fue de 2 surcos por metro lineal, la separación de surcos fue de 75 cm; solo se incluye en este trabajo una localidad.

Los parámetros genéticos fueron estimados como sigue: considerando el análisis de varianza, el valor del cuadrado medio de la fuente de variación con respecto a las familias de autohermanos estima a la varianza fenotípica y el cuadrado medio del error estima al efecto ambiental.

La varianza genotípica fue obtenida por la diferencia de la varianza fenotípica y el efecto ambiental dividido por el número de repeticiones.

$$\sigma_g^2 = \frac{\sigma_p^2 - \sigma_e^2}{r}$$

donde: σ_g^2 = varianza genética; σ_p^2 = varianza fenotípica; σ_e^2 = efecto ambiental; r = n° de repetición.

La estimación del porcentaje de heredabilidad en un sentido amplio fue calculada de acuerdo a la ecuación dada por Hanson et al. (1956).

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_p^2} \times 100$$

El coeficiente de variación genético fue calculado de acuerdo a lo sugerido por Burton en 1952.

$$C.V.g = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{x}} \times 100$$

Donde: $\sqrt{\sigma_g^2}$ es la raíz cuadrada de la varianza genética (o la desviación genotípica estándar) y \bar{x} es la media de la población.

El avance genético predicho por ciclo de

selección fue estimado con la ecuación propuesta por Johnson *et al* (1955).

$$\Delta G_c = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_p^2} \times K \sqrt{r_p}$$

Donde: $\sqrt{r_p}$ es la desviación fenotípica estandar y K es el diferencial de selección (también llamado intensidad de selección) al 5%, equivalente a un valor de 2.06.

RESULTADOS

Se calculo el rango de la media, la media general, el error estandar, el coeficiente de variación y el valor de F_c para las 510 líneas, considerando los caracteres de altura de planta, excersión, días a floración, tamaño de panoja y rendimiento por parcela. Los resultados indican una alta significancia para todos los caracteres estudiados, como se muestran en el Cuadro nº 1.

En la estimación de las varianzas se puede observar que para los caracteres altura de planta, días a floración y rendimiento de grano por parcela, se tienen las mas altas varianzas fenotípicas y genotípicas, siendo la excersión y tamaño de panoja los caracteres que presentan las menores varianzas tanto de tipo fenotípico como genotípico la característica de tamaño de panoja obtuvo la menor variación genotípica (Cuadro nº 2).

Con respecto a la heredabilidad de los 5 caracteres considerados en este estudio se tiene un rango de 13.11 a 40.3 por ciento, siendo para la altura de planta la mayor heredabilidad y menor para días a floración,

cuando se incluyeron las 510 familias de autohermanos. El parámetro de coeficiente de variación genético fue el más alto para la excersión y menor para los días a floración. También fue estimado el avance genético por ciclo para todos los caracteres en estudio, resultando en terminos generales de una manera aceptable, con excepción del caracter de días a floración en el cual se gana solamente un día y medio aproximadamente considerado muy bajo (Cuadro nº 3).

Se realizaron los analisis de varianza para las 55 poblaciones cada una en forma independiente, de las cuales solamente son reportadas 15 de las mejores poblaciones para fines de mejoramiento, donde son incluidos unicamente los caracteres de rendimiento de grano por parcela y tamaño de panoja, que son importantes para la producción en el cultivo del sorgo. Los analisis de varianza para el rendimiento de grano por parcela indican diferencia significativa dentro de poblaciones solamente para 5 y no significativo para 10 poblaciones, también fueron calculados el rango de medias, media general, coeficiente de variación, error estandar y valor de F_c para cada una de las poblaciones (Cuadro nº 4).

Para conocer el comportamiento de cada población fueron estimadas las varianzas fenotípicas, genotípicas y ambientales respectivamente, donde se observa que las poblaciones que presentaron significancia en el analisis de varianza tienen la mas alta varianza fenotípica y genotípica, en su mayoría las poblaciones presentaron buena uniformidad en el rendimiento de grano por parcela (Cuadro nº 5), la heredabilidad para este caracter fue muy inconsistente teniendo un rango de 3.4 a 45.9 por ciento, presentando la mayoría de las poblaciones un valor

CUADRO N° 1
VARIACION FENOTIPICA DE ALGUNAS CARACTERISTICAS DE
510 FAMILIAS DE AUTOHERMANOS DE SORGO IRRADIADO
E.A.Z. 1983 GTO., MEXICO

| CARACTER | RANGO DE MEDIAS | MEDIA GENERAL | COEF. DE VARIACION | ERROR ESTANDAR | VALOR DE F.C. |
|----------------------|-------------------|---------------|--------------------|----------------|---------------|
| ALTURA DE PLANTA | 0.87 - 2.23 (m.) | 1.47 | 10.68 | 0.11 | 5.15 * * |
| EXCERSION | 0.01 - .33 (m.) | 0.11 (m) | 38.76 | 0.03 | 2.21 * * |
| DIAS A FLORACION | 86 - 96 | 91.0 | 11.68 | 1.78 | 2.12 * * |
| TAMAÑO DE PANOJA | .11 - .39 (m) | 0.26 (m) | 12.05 | 0.02 | 2.37 * * |
| RENDIMIENTO/PARCELA. | .113 - 1.250 (Kg) | 0.734 (Kg) | 22.80 | 0.12 | 2.96 * * |

* PROBABILIDAD DEL 5%

** PROBABILIDAD DEL 1%

CUADRO N° 2

ESTIMACION DE VARIANZA FENOTIPICA (σ_p^2), VARIANZA GENETICA - (σ_g^2), VARIANZA DEL ERROR AMBIENTAL (σ_e^2) EN 510 FAMILIAS DE AUTOHERMANOS DE SORGO IRRADIADO, PARA VARIAS CARACTERISTICAS. E.A.Z. 1983 GTO., MEXICO.

| CARACTER | σ_p^2 | σ_g^2 | σ_e^2 |
|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| ALTURA DE PLANTA | 127.8 ⁽¹⁾ | 51.5 ⁽¹⁾ | 24.8 ⁽¹⁾ |
| EXCERSION | 4.4 | 1.2 | 2.0 |
| DIAS A FLORACION | 26740.0 | 3500.0 | 12600.0 |
| TAMAÑO DE PANOJA | 2.3 | 0.7 | 1.0 |
| RENDIMIENTO/PARCELA | 82.9 | 27.5 | 28.0 |

(1) LOS VALORES ESTIMADOS DE ACUERDO AL ANALISIS DE VARIANZA SON EQUIVALENTES AL SER MULTIPLICADOS POR 10⁻³

CUADRO N° 3

ESTIMACION DE PORCIENTO DE HEREDABILIDAD, COEFICIENTE DE VARIACION GENETICA Y PRODUCCION DE AVANCE GENETICO EN 510 FAMILIAS DE AUTOHERMANOS DE SORGO IRRADIADO PARA VARIAS CARACTERISTICAS. E.A.Z. 1983 GTO., MEXICO

| CARACTER | HEREDABILIDAD H ² (%) | COEFICIENTE DE VARIACION GENETICA (%) . C.V.G. | AVANCE GENETICO PREDICHO AG.(+) |
|---------------------|-------------------------------------|--|---------------------------------|
| ALTURA DE PLANTA | 40.30 | 15.44 | 0.30 m. |
| EXCERSION | 27.27 | 31.49 | 0.037 m. |
| DIAS A FLORACION | 13.11 | 2.05 | 1.40 Dias. |
| TAMAÑO DE PANOJA | 30.43 | 10.18 | 0.031 m. |
| RENDIMIENTO/PARCELA | 33.17 | 22.59 | 0.197 Kg. |

+ INDICE DE SELECCION AL 5% = 2.06

heredable aceptable tal como lo reportan otros autores (Gardner y Compton, 1968). En el coeficiente de variación genética también se ve reflejada la gran diversidad genética que existe entre las poblaciones en estudio, y consecuentemente la ganancia genética predicha por selección es diferente para las

15 poblaciones, teniendo un rango de 12 gramos por parcela hasta 354 gramos por parcela de ganancia genética en el rendimiento (Cuadro nº 6).

Otro caracter que fue estudiado dentro de las 15 poblaciones es el tamaño de panoja, cuyos

CUADRO N° 4

VARIACION FENOTIPICA DEL CARACTER RENDIMIENTO/PARCELA (Kg)
 PARA LAS MEJORES 15 POBLACIONES DE SORGO IRRADIADO.
 E.A.Z. 1983 GTO., MEXICO.

| (POBLACIONES) GENEALOGIA | (INTERVALO) RANGO DE MEDIAS | \bar{x}_G MEDIA GENERAL | (C.V.) COEF. DE VARIACION | $S_{II} (\%)$ ERROR ESTANDAR | VALOR DE F |
|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------|
| PH ₅ - NON-1 | .680 - 1.010 | .847 | 10.25 % | .06 | 1.08 N.S. |
| PH ₅ - NON-5 | .600 - 1.250 | .793 | 8.05 % | .04 | 12.79 ** |
| PH ₅ - NON-6 | .600 - 1.032 | .810 | 15.90 | .09 | 1.77 N.S. |
| PH ₅ - NON-9 | .635 - .962 | .777 | 14.13 | .08 | 2.08 N.S. |
| PH ₅ - NON-14 | .185 - 1.050 | .816 | 12.19 | .06 | 7.18 ** |
| PH ₅ - NON-15 | .587 - 1.050 | .867 | 12.18 | .07 | 3.23 * |
| PH ₅ - NON-21 | .285 - 1.225 | .787 | 15.28 | .08 | 10.17 ** |
| PH ₅ - NON-22 | .617 - 1.237 | .979 | 17.08 | .12 | 2.40 N.S. |
| PH ₅ - NON-24 | .720 - .995 | .85 | 10.79 | .06 | 1.56 N.S. |
| PH ₅ - NON-30 | .675 - 1.037 | .870 | 13.94 | .08 | 1.50 N.S. |
| PH ₅ - NON-32 | .750 - 1.037 | .791 | 22.00 | .12 | 0.98 N.S. |
| PH ₅ - NON-33 | .407 - 1.080 | .761 | 22.10 | .11 | 1.44 N.S. |
| PH ₅ - VIC-33 | .611 - 1.249 | .993 | 22.97 | .13 | 2.11 N.S. |
| PH ₅ - VIC-25 | .551 - 1.115 | .851 | 27.71 | .14 | 1.65 N.S. |
| PH ₅ - VIC-3 | .482 - 1.004 | .838 | 21.67 | .10 | 2.88 * |

* AL NIVEL DE SIGNIFICANCIA DE P= 0.05

** AL NIVEL DE SIGNIFICANCIA DE P= 0.01

analisis de varianza efectuados indican que unicamente en 4 poblaciones hubo significancia y en el resto no significativas, se calculo tambien para esta caracteristica, el rango de medias, media general, coeficiente de variación, error estandar y el valor de F_C (Cuadro nº 7). En la estimación de la varianza fenotipica, genotipica y ambiental para el caracter tamaño de panoja, las poblaciones que mostraron significancia, presentan la mayor varianza fenotipica y genotipica (Cuadro nº 8).

La heredabilidad para el tamaño de panoja en las 15 poblaciones tiene un rango de 0 a 37.5%, presentandose en algunas poblaciones con valor de 0 donde no hubo varianza genética y una heredabilidad aceptable en las demás poblaciones como lo indican algunos autores (Ross, 1976); en lo que se refiere a la ganancia genética por ciclo predicho de cada población, se detecto una gran diferencia en sus valores, teniendo un rango de 0 a 4 cm de ganancia con un diferencial de selección de 5%.

DISCUSION

Los analisis de varianza de las 510 lineas mostraron una diferencia significativa entre lineas para los 5 caracteres investigados, esto era de esperarse, ya que el origen de las lineas era de diferentes poblaciones que presentan caracteristicas fenotipicas diferentes, teniendo solamente M₅ como generación comun.

Los caracteres que presentaron la mayor varianza fenotipica, genética y ambiental, son la altura de planta, días a floración y rendimiento por parcela, esto se puede explicar, en base al amplio rango que presentan dichos caracteres. La heredabilidad de los caracteres excersión, tamaño de panoja y rendimiento por parcela es similar a los reportados por Ralph (1976) y Hans (1981). Para los caracteres altura de planta y días a floración la heredabilidad fue muy baja lo que se atribuye a la influencia del error experimental, y tambien por no poderse separar

CUADRO No. 5

ESTIMACIONES DE VARIANZA FENOTIPICA (σ_p^2), VARIANZA GENETICA (σ_g^2) Y VARIANZA DEL ERROR AMBIENTAL (σ_e^2) EN 15 POBLACIONES DE SORGO IRRADIADO, PARA EL CARACTER RENDIMIENTO/PARCELA. E.A.Z 1983, GTO. MEXICO.

| POBLACION (GENEALOGIA) | σ_p^2 | σ_g^2 | σ_e^2 |
|-----------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| PM ₅ - MON-1 | 13.44 ⁽¹⁾ | 2.95 ⁽¹⁾ | 7.54 ⁽¹⁾ |
| PM ₅ - MON-5 | 52.06 | 23.90 | 4.07 |
| PM ₅ - MON-6 | 29.44 | 6.43 | 16.59 |
| PM ₅ - MON-9 | 25.12 | 6.52 | 12.06 |
| PM ₅ - MON-14 | 71.17 | 30.06 | 9.90 |
| PM ₅ - MON-15 | 36.10 | 12.40 | 11.17 |
| PM ₅ - MON-21 | 147.42 | 66.40 | 14.49 |
| PM ₅ - MON-22 | 67.37 | 19.60 | 28.00 |
| PM ₅ - MON-24 | 12.42 | 2.24 | 7.92 |
| PM ₅ - MON-30 | 22.11 | 3.68 | 14.74 |
| PM ₅ - MON-32 | 29.72 | 1.01 | 27.05 |
| PM ₅ - MON-33 | 40.80 | 6.26 | 28.27 |
| PM ₅ - VIC-33 | 110.15 | 19.35 | 52.12 |
| PM ₅ - VIC-25 | 91.79 | 12.08 | 55.56 |
| PM ₅ - VIC-3 | 94.67 | 20.60 | 32.87 |

(1) Los valores estimados de acuerdo al análisis de varianza son equivalentes al ser multiplicados por 10⁻³

CUADRO N° 6

ESTIMACIONES DE PORCIENTO DE HEREDABILIDAD, COEFICIENTE DE VARIACION GENETICA Y PREDICION DE AVANCE GENETICO EN 15 POBLACIONES DE SORGO IRRADIADO PARA EL CARACTER RENDIMIENTO/PARCELA E.A.Z. 1983 GTO. MEXICO.

| POBLACION (GENEALOGIA) | HEREDABILIDAD h ² (%) | COEFC. DE VARIACION GENETICA C.V.G. (%) | AVANCE GENETICO PREDICHO AG (+) |
|-----------------------------|-------------------------------------|--|------------------------------------|
| PM ₅ - MON-1 | 21.9 | 6.4 | .0523 |
| PM ₅ - MON-5 | 45.9 | 19.5 | .2180 |
| PM ₅ - MON-6 | 21.8 | 9.9 | 0.0770 |
| PM ₅ - MON-9 | 25.9 | 10.4 | 0.0845 |
| PM ₅ - MON-14 | 42.2 | 21.2 | 0.2319 |
| PM ₅ - MON-15 | 34.3 | 12.8 | 0.1342 |
| PM ₅ - MON-21 | 45.0 | 32.7 | 0.3539 |
| PM ₅ - MON-22 | 29.1 | 14.3 | 0.1556 |
| PM ₅ - MON-24 | 18.0 | 5.3 | 0.0413 |
| PM ₅ - MON-30 | 16.6 | 6.9 | 0.0508 |
| PM ₅ - MON-32 | 3.4 | 4.0 | .0120 |
| PM ₅ - MON-33 | 15.3 | 10.4 | 0.0636 |
| PM ₅ - VIC-33 | 17.57 | 14.0 | 0.1201 |
| PM ₅ - VIC-25 | 13.16 | 12.92 | 0.0821 |
| PM ₅ - VIC-3 | 21.76 | 17.17 | 0.1379 |

$$\text{HEREDABILIDAD MEDIA} = \frac{\sum h^2}{15} = \bar{h}^2 = 24.79\%$$

INTENSIDAD DE SELECCION 5%, K = 2.06

CUADRO N° 7
 VARIACION FENOTÍPICA DEL CARACTER TAMAÑO DE PANUJA (m) PARA
 LAS MEJORES 15 POBLACIONES DE SORGO IRRADIADO.
 E.A.Z. GTO., MEXICO.

| (POBLACIONES) | (INTERVALO) | \bar{x}_G | (C.V.) | S- ($\frac{\sigma}{\bar{x}}$) | VALOR DE F |
|--------------------------|-----------------|---------------|----------------------|---------------------------------|------------|
| GENEALOGIA | RANGO DE MEDIAS | MEGIA GENERAL | COEFIC: DE VARIACION | ERROR ESTANDAR | |
| PM ₅ - MON-1 | .23 - .40 | .26 | 21.33 | .04 | 1.08 N.S. |
| PM ₅ - MON-5 | .25 - .30 | .27 | 8.66 | .02 | .75 N.S. |
| PM ₅ - MON-6 | .23 - .29 | .28 | 8.62 | .02 | .82 N.S. |
| PM ₅ - MON-9 | .22 - .30 | .27 | 12.98 | .02 | 1.08 N.S. |
| PM ₅ - MON-14 | .18 - .30 | .25 | 9.91 | .02 | 3.09 * |
| PM ₅ - MON-15 | .23 - .32 | .27 | 9.85 | .02 | 1.74 N.S. |
| PM ₅ - MON-21 | .14 - .32 | .27 | 10.96 | .02 | 3.51 * |
| PM ₅ - MON-22 | .21 - .35 | .29 | 11.77 | .02 | 2.48 * |
| PM ₅ - MON-24 | .23 - .32 | .27 | 11.04 | .02 | 1.44 N.S. |
| PM ₅ - MON-30 | .22 - .33 | .26 | 17.05 | .03 | 0.92 N.S. |
| PM ₅ - MON-32 | .18 - .32 | .26 | 10.80 | .02 | 2.92 * |
| PM ₅ - MON-33 | .18 - .29 | .25 | 11.92 | .02 | 1.40 N.S. |
| PM ₅ - VIC-33 | .27 - .32 | .30 | 5.90 | .01 | 2.40 N.S. |
| PM ₅ - VIC-25 | .26 - .31 | .29 | 6.85 | .01 | 1.47 N.S. |
| PM ₅ - VIC-3 | .28 - .31 | .29 | 7.57 | .01 | 0.70 N.S. |

claramente el efecto de interacción de genotipo ambiente.

La ganancia genética de los días a floración fue muy baja, por la razón de que las líneas se fueron seleccionando en generaciones anteriores para porte bajo, en los demás caracteres es buena la ganancia que se espera en los próximos ciclos.

Cuando fueron estudiadas las poblaciones en una forma independiente, se observó que existen poblaciones uniformes con respecto al rendimiento por parcela, las cuales pueden ser consideradas como materiales de polinización libre para fines comerciales como son: PM₅ -

MON-1, PM₅ -MON-6, PM₅ -MON-9, PM₅ -MON-22, PM₅ -MON-32, y la PM₅ -VIC-25, en donde la varianza genética es reducida y la avance genético es muy bajo; además tienen buena media general.

Las poblaciones PM₅ -MON-5, PM₅ -MON-14, PM₅ -MON-15, PM₅ -MON-21 y PM₅ -VIC-3, presentaron alta significancia en el análisis de varianza, y una alta varianza genética dentro de ellas, esto significa que se pueden seguir mejorando estas poblaciones con buenos resultados, ya que lo garantiza la ganancia genética calculada para rendimiento por parcela. Las heredabilidades altas de estas poblaciones están correlacionadas con la alta ganancia

CUADRO N° 8

ESTIMACION DE VARIANZA FENOTIPICA (σ^2_P), VARIANZA GENETICA (σ^2_G) Y VARIANZA DE ERROR AMBIENTAL (σ^2_e) EN 15 POBLACIONES DE SORGO IRRADIADO PARA EL CARACTER TAMAÑO DE PANDEJA (μ_{Pj}).

E.A.Z. 1983 GTO., MEXICO.

(POBLACIONES)

| GENELOGIA. | | | |
|--------------------------|----------|----------|-----------|
| PM ₅ - MON-1 | 3.43 (1) | .128 (1) | 3.173 (1) |
| PM ₅ - MON-5 | 0.396 | 0 | .527 |
| PM ₅ - MON-6 | 0.419 | 0 | .514 |
| PM ₅ - MON-9 | 1.297 | .046 | 1.203 |
| PM ₅ - MON-14 | 1.942 | .657 | 0.626 |
| PM ₅ - MON-15 | 1.262 | .268 | 0.725 |
| PM ₅ - MON-21 | 2.964 | 1.060 | 0.844 |
| PM ₅ - MON-22 | 2.971 | 0.886 | 1.197 |
| PM ₅ - MON-24 | 1.264 | 0.192 | 0.679 |
| PM ₅ - MON-30 | 1.780 | 0 | 1.965 |
| PM ₅ - MON-32 | 2.218 | 0.729 | 0.759 |
| PM ₅ - MON-33 | 1.262 | 0.183 | 0.696 |
| PM ₅ - VIC-33 | 0.761 | 0.148 | 0.317 |
| PM ₅ - VIC-25 | 0.582 | 0.062 | 0.395 |
| PM ₅ - VIC-3 | 0.338 | 0 | 0.489 |

(1) Los valores estimados de acuerdo al análisis de varianza son equivalentes al ser multiplicados por 10^{-3}

CUADRO No.9

ESTIMACIONES DE PORCIENTO DE HEREDABILIDAD, COEFICIENTE DE VARIACION GENETICA Y PREDICION DE AVANCE GENETICO EN 15 POBLACIONES DE SORGO IRRADIADO, PARA EL CARACTER TAMAÑO PANDEJA. E.A.Z. 1983. GTO. MEXICO.

| POBLACION. | HEREDABILIDAD h^2 (%) | COEFICIENTE DE - VARIACION GENETICA c.v.g. (%) | AVANCE GENETICO- PREDICHO $\Delta G. (\div)$ |
|--------------------------|------------------------------|--|--|
| PM ₅ - MON-1 | 3.73 | .04 | 0.045 |
| PM ₅ - MON-5 | 0 | 0 | 0 |
| PM ₅ - MON-6 | 0 | 0 | 0 |
| PM ₅ - MON-9 | 3.55 | .025 | 0.026 |
| PM ₅ - MON-14 | 33.83 | .100 | 0.030 |
| PM ₅ - MON-15 | 21.24 | .060 | 0.016 |
| PM ₅ - MON-21 | 35.76 | .120 | 0.040 |
| PM ₅ - MON-22 | 29.82 | .100 | 0.034 |
| PM ₅ - MON-24 | 15.19 | .050 | 0.011 |
| PM ₅ - MON-30 | 0 | 0 | 0 |
| PM ₅ - MON-32 | 32.87 | .100 | 0.032 |
| PM ₅ - MON-33 | 14.50 | .054 | 0.011 |
| PM ₅ - VIC-33 | 19.45 | .041 | 0.011 |
| PM ₅ - VIC-25 | 10.65 | .027 | 0.005 |
| PM ₅ - VIC-3 | 0 | 0 | 0 |

Heredabilidad media $\bar{h}^2 = 23.05$ %

(\div) Intensidad de selección al 5 % = 2.06

genética, resultado que esta de acuerdo con lo estipulado por Sharma et al citado por Hans (1982); además las poblaciones con dichas características son las ideales para programas de mejoramiento poblacional.

Para el caracter tamaño de panoja que es importante como componente de rendimiento, los analisis de varianza reportaron significancia para las poblaciones PM₅-MON-14, PM₅-MON-21, PM₅-MON-22 y PM₅-MON-32, para el resto no hubo significancia, esto nos muestra que existe una uniformidad en el tamaño de panoja para la mayoría de las poblaciones en estudio, debido a que se seleccionaron en generaciones anteriores para tamaño de panoja, además es confirmado con la poca varianza genética reportada, igual con el avance genético predicho, el cual tiene un rango muy reducido.

Existen algunas poblaciones donde la varianza genética fue cero, que expresa uniformidad en la población.

La estimación de las heredabilidades no es muy confiable, debido a que solo se evaluaron en un solo ambiente, sin embargo los datos dan una alternativa confiable sobre el comportamiento de los materiales en estudio y una perspectiva de la utilización de estas poblaciones en programas futuros de mejoramiento para la region del Bajío.

CONCLUSIONES

Con la finalidad de ser aprovechadas en programas de mejoramiento poblacional, fueron estudiadas 510 familias de autohermanos y las 15 mejores poblaciones de sorgo.

Los parámetros genéticos en estudio fueron: variabilidad genética, heredabilidad y avance genético, para los caracteres de altura de planta, excersion, días a floración, tamaño de panoja y rendimiento por parcela.

Los resultados obtenidos indicaron que se logro crear variabilidad genética en los materiales empleados existiendo poblaciones que puedan explotar su variabilidad para aumentar su rendimiento por selección como son la PM₅-MON-14 y PM₅-MON-21, en las cuales se encontro mayor heredabilidad y mayor avance, tanto para rendimiento como tamaño de panoja.

También se observó que fue explotada a variabilidad provocada por irradiaciones nucleares en la selección que se hizo de M₂ a M₅, ya que se obtuvieron materiales uniformes en rendimiento y tamaño de panoja en las poblaciones PM₅-MON-1, PM₅-MON 24 y PM₅-MON-32, las que seran evaluadas para recomendarlas en un futuro corto como variedades de polinización abierta. Los resultados también indicaron que la enorme variabilidad genética detectada en estos materiales pueden usarse para enriquecer el germoplasma de sorgo a nivel nacional y mundial.

BIBLIOGRAFIA

- BROX, R.D. 1977. Mutation plant breeding for seed protein improvement. Joint FAO/IAEN/GSF Viena. S.M. 230 - 277.
- BURTON, G.W. 1952. Quantitative inheritance in grasses. Proc. 6th. Int. Grassnd Congr. 1: 277-283.
- FREY, K.J. and P. CHAUDHANAMUTTA. 1975. Spontaneous mutations as a source of variation in diploid, tetraploid, and hexaploid oats (*Avena* sp.). Egyptian Jour. Genet. Cytol. 4: 238-249.
- GARDNER, C.O. 1963. Estimator of genetic parameter in cross - fertilizing plants and their implications in plant breeding. *Statistical Genetics and Plant Breeding* (W.D. Hanson and H.F. Robinson, Eds.). Washington, D.C.: National Academy of Sciences - National Research Council Publ. 982, 225 - 252.
- HANS, R. CHAUDHARY. 1982. Genotypic and phenotypic variability among some sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) lines. Contribution from the sorghum project n° 240201 of U.A.A.A.N., Saltillo Coah. Mexico.
- HANSON, C.H.; ROBINSON, H.F. and COMSTOCK, R.E. 1956. Biometrical studies of yield in segregation population of Korean Lesdespeza. Agron. J. 48: 268-272.
- JOHNSON, H.W.; ROBINSON, H.F. and COMSTOCK, R.E. 1955. Estimates of Genetic and Environmental Variability in Soybeans. Agron. J. 47: 314-318.
- LUSH, J.L. 1949. Hereditability of quantitative characters in farm animals. Hereditas, Suppl. Vol. pp. 356.
- PARRA, N.L.A. 1982. Mutagénesis radioinducida en el mejoramiento genético del sorgo. Tesis profesional. Escuela de Agronomía y Zootecnia Universidad de Gto. Tesis sin publicar.
- RALPH, E.; FINKER, M.O.; BASILIO, A; ROJAS and NORMAN R. MALM. 1976. Combining abilities and hereditability from incomplete diallel systems in grain sorghum N.S.U. Agric. Exp. Stn. Bulletin n° 642 page 1-11.
- ROSS, W.M. 1976. Quantitative characteristics of five (*Sorghum bicolor* L. Moench) randommating populations Maydica XXI (1976): 177-186.
- ULLSTRUP, A.J. 1973. The impacts of the southern corn leaf bright epidemics of 1970 - 71 Ann. Rev. of Phytopathology 10: 37-49.