Rev. Fitotec. Mex. 15: 95-100. 1992

INTERACCION ENTRE DENSIDAD DE SIEMBRA Y GENOTIPO EN SORGO PARA GRANO EN OCOTLAN, JALISCO

Leonardo Soltero Díaz[1]

RESUMEN

En la región 'Ciénega de Chapala' en el Estado de Jalisco, la densidad de población en sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) sembrado en condiciones de temporal varía de 250 a 600 mil plantas ha^{-1}. Esta variación en la densidad está relacionada con: a) El método de siembra en seco (debido a que los suelos son arcillosos, pesados y con drenaje deficiente), b) La tendencia a emplear alta cantidad de semilla (casi 23 kg ha^{-1}), y c) La fluctuación en la precipitación inicial. Con el objetivo de conocer el efecto de la densidad de población sobre el rendimiento de grano se evaluaron 300, 400, 500, 600, 700 y 800 mil plantas ha^{-1} en los híbridos Dekalb D-55, Dekalb D-64 y Pioneer B-816 en Ocotlán, Jalisco, en 1987, empleando un diseño de bloques al azar en arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones; los híbridos fueron las parcelas grandes y las densidades las parcelas chicas. No se encontraron diferencias significativas en rendimiento entre las densidades y la interacción variedad *x* densidad tampoco fue significativa. El porcentaje de plantas con panoja y el número de granos por panoja disminuyeron al aumentar la densidad. El número de granos por panoja mostró la relación más directa con el rendimiento. Al comparar las densidades mínima y máxima no hubo diferencias en el peso específico ni en el tamaño del grano.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Sorghum bicolor (L.) Moench., rendimiento de grano, densidad de población, variedades.

[1] Investigador del INIFAP. Red de Sorgo y Mijo. CIPAC-JAL. Campo Experimental Auxiliar Ocotlán. Apdo. Postal No. 79. C.P. 47800. Ocotlán, Jal.

SUMMARY

In the region 'Ciénega de Chapala' of Jalisco State, plant population of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) planted under rainfed condition is variable with a range from 250 to 600 thousand plants per hectare. This variation in plant density is associated to: a) The dryland planting system (due to heavy cracking clay soils, and defficient drainage), b) The use of large cuantities of seed (almost 23 kg ha^{-1}), and c) A wide variation in the amount of the first rainfalls. The effects of six plant densities (300, 400, 500, 600, 700 and 800 thousand plants ha^{-1}) on grain yield were evaluated on three hybrids (Dekalb D-55, Dekalb D-64 and Pioneer B-816) at Ocotlán, Jalisco, in 1987. The experiment was carried out in a factorial randomized blocks design in split plot arrangement, replicated four times. Hybrids were the main plots and plant populations were the sub-plots. There were not significant yield differences among plant populations and the variety *x* plant interaction population was not significant either. The proportion of plants with panicles and the grains per panicle decreased as plant population increased. Grain number per panicle showed the most direct relation with yield. There were not significant differences on specific grain weight or on grain size among the extreme plant populations.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Sorghum bicolor (L.) Moench, grain yield, plant densities, varieties.

INTRODUCCION

En la región de la 'Ciénega de Chapala' que colinda con el Estado de Jalisco, anualmente se siembran alrededor de 100 mil hectáreas de sorgo en condiciones de temporal. Ahí existe la tendencia a usar altas cantidades de semilla en la siembra (alrededor de 23 kg) ya que ésta se realiza en seco debido a que los suelos son arcillosos, pesados y con deficiente drenaje interno y superficial, lo cual retrasa el acceso de maquinaria cuando se saturan de humedad; además, un gran número de agricultores no disponen de maquinaria propia, lo que

representa un riesgo de retraso en la siembra y que aumente el problema de malezas. Bajo estas condiciones, el establecimiento depende principalmente de la preparación del suelo, de la profundidad de siembra y de la fluctuación en la precipitación inicial. En muestreos de campo efectuados en 1986, se observó que la densidad de población varió de 250 a 600 mil plantas ha^{-1} y en el 40% de los lotes la densidad fue diferente a la recomendada (300 a 450 mil plantas ha^{-1}) notándose una clara tendencia hacia las altas densidades.

El incremento de la densidad origina un aumento de la mortalidad de plantas en algunas especies, o de una respuesta plástica de la planta en otras, es decir, a reducir el tamaño y peso de distintos órganos como espigas, número y peso de semillas (Montgomery, citado por Trujillo, 1985). En sorgo, Sriram y Rao (1983) observaron que el índice de cosecha, el peso seco de la panícula y el número de granos por panícula mostraron la máxima correlación y efectos directos sobre el rendimiento. Paul (1990) indica que el número de granos en sorgo está frecuentemente más correlacionado con el rendimiento que el tamaño del grano y está determinado por la cantidad de estructuras florales formadas; agrega que existe una compensación considerable entre los componentes del rendimiento, de tal manera que el rendimiento puede mantenerse igual dentro de una gama de densidad de 300 a 600 mil plantas ha^{-1}. Al estudiar espaciamientos entre surcos y distancias entre plantas, Martínez *et al.* (1988) encontraron que a mayor espaciamiento entre plantas aumentó el rendimiento individual, la longitud de panícula, el ancho de la hoja bandera, los días a floración y los días a madurez fisiológica, pero disminuyó la excersión y la altura de planta. El objetivo del presente trabajo fue conocer el efecto de las variaciones en la densidad de plantas ha^{-1} sobre el rendimiento de grano, bajo la hipótesis de que las altas densidades disminuyen el rendimiento de grano por hectárea.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se estableció bajo condiciones de temporal en la localidad "El Fuerte", Mpio. de Ocotlán, Jalisco, el 9 de junio de 1987. Se utilizaron tres híbridos de sorgo: Dekalb D-64, de ciclo intermedio-tardío con semilla de tamaño grande; Pioneer B-816, de ciclo intermedio-tardío con semilla pequeña y Dekalb D-55, de ciclo intermedio y semilla pequeña. Los niveles de densidades de población (DP) evaluados fueron 300, 400, 500, 600, 700 y 800 mil plantas ha^{-1}. Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones; las parcelas grandes fueron los híbridos y las densidades fueron las parcelas chicas. La parcela experimental consistió de cuatro surcos de 5 m de largo con separación a 62 cm entre surcos, considerando como parcela útil los dos surcos centrales. A los 25 días después de la lluvia de germinación se efectuaron los aclareos a las DP correspondientes. La dosis de fertilización aplicada (180-46-00) fue la recomendada en la región, lo mismo que las demás prácticas culturales. Al momento de sembrar en seco se aplicó la dosis 90-46-00 y el resto poco antes del embuche. El tipo de suelo donde se sembró el experimento era arcilloso y profundo, representativo de los suelos de la región. En ninguna etapa de desarrollo del cultivo se observaron síntomas de deficiencia de humedad.

Durante el desarrollo del cultivo se tomaron datos de días a floración, altura de

planta, acame e incidencia de las enfermedades: tizón de la hoja *Exserohilum turcicum*, roya *Puccinia purpurea* y tizón de la panoja *Fusarium moniliforme*. Antes de la cosecha se cuantificó el número de plantas con panoja por parcela útil y se midió el tamaño de la panoja muestreando en sentido diagonal 15 plantas de los cuatro surcos en todas las parcelas. Después de la cosecha se realizó un muestreo del peso específico del grano en cada híbrido utilizando cinco panojas representativas en los niveles de DP mínimo y máximo y en estas mismas panojas se contó el número de granos que había en 50 gramos para determinar el número de granos por panoja; además se comparó el peso y el tamaño de grano entre estos dos niveles utilizando 2000 granos.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el análisis de varianza para rendimiento no se encontraron diferencias estadísticas significativas para ninguno de los factores, lo cual implica que las seis densidades probadas en cada uno de los tres híbridos fueron estadísticamente iguales en rendimiento y que las diferencias en rendimiento entre los genotipos no fueron significativas, lo cual se confirmó al aplicar la prueba de Tukey a los promedios del rendimiento de los diferentes factores (Cuadro 1).

Se puede notar que las diferencias en rendimiento entre las DP para cada híbrido fueron del orden de 700 kg y que las diferencias entre los híbridos para una misma DP fueron como máximo de 800 kg; aunque no hubo significancia estadística, en el Cuadro 1 se aprecia una tendencia en los tres híbridos a producir los rendimientos más altos entre las DP de 300 a 500 mil plantas ha^{-1}, siendo éstas las densidades que mostraron un mejor desarrollo del cultivo y las que visualmente tuvieron la mejor apariencia de planta.

Los porcentajes de plantas que formaron panoja en cada una de las DP (Cuadro 2) disminuyeron conforme se incrementó la DP, teniéndose que los más altos porcentajes variaron de 80 a 93% en 300 mil plantas ha^{-1}, mientras que a 800 mil fueron tan sólo de 45 a 57%, diferencias que fueron altamente significativas en el ANVA. En lo referente al tamaño de panoja se observó la misma tendencia, aunque en este caso las diferencias fueron sólo de 1 a 3 cm.

Cuadro 1. Efecto de la densidad de población sobre el rendimiento de grano en tres híbridos de sorgo[1].

Híbrido	Densidad (miles)						Promedio
	300	400	500	600	700	800	
D-55	8068	7483	7918	7609	7443	7555	7679
D-64	7441	7508	7167	7328	6762	6886	7182
P.B-816	7430	7364	7393	6789	6741	7094	7135
Promedio	7646	7452	7493	7242	6982	7178	

[1] No hubo significancia estadística para variedades, densidades ni para la interacción variedad x densidad.

Cuadro 2. Efecto de la densidad de población sobre la frecuencia y el tamaño de la panoja en tres híbridos de sorgo.

Híbrido	Densidad Densidades (miles)	Plantas con panoja (%)	Tamaño de panoja (cm)
D-55	300	86	18
	400	82	17
	500	76	17
	600	64	16
	700	62	17
	800	57	16
D-64	300	80	16
	400	67	16
	500	55	16
	600	58	15
	700	46	15
	800	45	15
P.B-816	300	93	17
	400	81	16
	500	73	15
	600	65	25
	700	55	15
	800	57	14

Con respecto al número de granos por panoja también se encontraron claras diferencias. Al comparar los resultados entre la DP más baja con la más alta (Cuadro 3) se observa que a 300 mil plantas ha^{-1} las panojas tuvieron entre 62 y 80% más grano que a 800 mil. Estos resultados y los referentes a los porcentajes de plantas con panoja coinciden con lo señalado por Montgomery, citado por Trujillo (1985), y con lo observado por Martínez *et al.* (1988). En contraste, prácticamente no hubo diferencias entre densidades para el peso específico del grano, ni en el tamaño del mismo. Las diferencias observadas en el peso específico y en volumen entre los híbridos, se deben a que ellos difieren en el tamaño normal del grano; característica que influye también en la DP a nivel comercial si se toma en cuenta que la diferencia entre D-64 (que es de semilla grande) y P.B-816 (de semilla pequeña) es aproximadamente de 10 mil semillas por kg, o sea, de 230 mil en 23 kg ha^{-1}.

Tampoco se encontraron diferencias significativas en los caracteres agronómicos: días al 50% de floración, altura de planta, acame e incidencia de enfermedades (Cuadro 4). En relación al acame no hubo presencia de vientos fuertes y con respecto a las enfermedades citadas los híbridos se comportaron como tolerantes.

Estos resultados indican que los porcentajes de plantas que formaron panoja así como el número de granos por panoja fueron los caracteres que presentaron mayor variación, ya que disminuyeron al aumentar la DP y fueron los que permitieron explicar el que las diferencias en rendimiento no hayan resultado significativas, corroborando la gran plasticidad que el sorgo tiene; aspecto que coincide con lo mencionado por Paul (1990), y que el número de granos por panoja sea el factor que estuvo más relacionado con el rendimiento, como lo han indicado Sriram y Rao (1983) y Paul (1990).

CONCLUSIONES

Las seis densidades de población evaluadas (de 300 a 800 mil plantas/ha^{-1}) no presentaron diferencias estadísticas significativas en el rendimiento de grano en los tres híbridos utilizados, pero se observó una tendencia a producir el rendimiento más alto en densidades de 300 a 500 mil plantas ha^{-1}.

El porcentaje de plantas con panoja y el número de granos formados disminuyeron al

Cuadro 3. Número de granos por panoja, peso y volumen de grano de tres híbridos de sorgo sembrados a 300 y 800 mil plantas ha^{-1}.

Híbrido	Densidad (miles)	Granos por panoja	300[1] / 800 (%)	Peso 2000 granos (g)	300 / 800 (%)	Volumen 2000 granos (ml)	300 / 800 (%)
D-55	300	1449	180	46.33	99	56.50	100
	800	805		46.88		56.50	
D-64	300	1763	179	51.05	101	62.75	100
	800	985		50.38		62.75	
P.B.-816	300	1460	162	43.25	95	53.00	98
	800	904		45.58		54.00	

[1] Indica la relación entre densidades.

Cuadro 4. Características agronómicas e incidencia de enfermedades en tres híbridos de sorgo sembrados a 300 y 800 mil plantas ha^{-1}.

Híbrido	Densidad (miles)	Días a floración	Altura de planta (m)	Acame (%)	Enfermedades[1] Tizón foliar	Roya	Tizón de la panoja
D-55	300	76	1.60	<5	2.3	2.0	1.7
	800	76	1.64	<5	2.3	2.0	1.7
D-64	300	82	1.44	<5	2.3	3.0	2.0
	800	82	1.44	<5	2.3	3.0	2.0
P.B-816	300	80	1.60	<5	2.3	3.3	1.5
	800	80	1.57	<5	2.3	3.3	1.5

[1] Escala 1 a 5: el valor 1 es para plantas sanas y el 5 para plantas muy enfermas.

aumentar la densidad de población, no encontrándose diferencia en el peso específico ni en el tamaño de grano.

El número de granos por panoja fue el factor que estuvo más altamente relacionado con el rendimiento.

AGRADECIMIENTOS

Al M.C. Juan Francisco Pérez Domínguez por sus atinadas sugerencias en la revisión del manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

Martínez L., H., C. G. S. Valdés L. y F. Zavala G. 1988. Evaluación de la habilidad competitiva intragenotípica de cuatro líneas y un híbrido de sorgo. Resúmenes del XII Congreso de Fitogenética. UACH. Chapingo, México. p. 72.

Paul, C. L. 1990. Agronomía del Sorgo. Instituto Internacional para el Mejoramiento en Cultivos para los Trópicos Semi-áridos (ICRISAT). pp. 63-64.

Sriram, N. and J. S. Rao. 1983. Physiological parameters influencing sorghum yield. Indian J. Agric. Sci. 53: 641-649.

Trujillo A., J. J. G. 1985. Comportamiento de poblaciones homogéneas y heterogéneas de sorgo para grano *Sorghum bicolor* (L.) Moench en diferentes ambientes. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.