

RESPUESTA DE CULTIVARES DE GIRASOL A LA DENSIDAD DE POBLACIÓN EN DOS AMBIENTES ¹

Alfredo S. Ortega², Arturo Díaz²

RESUMEN

Respuesta de cultivares de girasol a la densidad de población en dos ambientes. Se evaluaron dos híbridos de girasol (Dekalb G-100 y G101) y dos variedades de polinización libre (Rib-77 y Victoria), en tres densidades de población (31.250, 41.660 y 62.500 plantas/ha). El objetivo fue determinar diferencias entre cultivares en dos ciclos de siembra sujetos a las condiciones climáticas del norte del estado de Tamaulipas, México. En 1994 la siembra se estableció en el ciclo considerado como de 'tardío' y en 1995 se estableció una segunda siembra en ciclo 'temprano'. En ambos ciclos se utilizó un diseño de parcelas divididas en una distribución de bloques al azar con cuatro repeticiones; la parcela mayor correspondió a los cultivares y la parcela menor a las densidades de población. Resultados obtenidos en el ciclo de tardío mostraron un rendimiento de grano promedio de 1.678 kg/ha y en el ciclo de temprano de 2.170 kg/ha, lo cual se manifestó en la significación de la interacción ciclos x cultivares. Los híbridos y la variedad Rib-77 fueron iguales estadísticamente en cada ciclo en el rendimiento de grano. En el contenido de aceite, los híbridos superaron a las variedades. Entre densidades se mantuvo la relación de a menor densidad de población mayor peso de grano por capítulo, mayor diámetro de tallo y de capítulo y en el peso de 100 semillas.

ABSTRACT

Response of sunflower cultivars to the density of population in two environments. Two hybrids of sunflower (Dekalb G-100 G101) and two varieties of free pollination (Rib-77 and Victoria), in three densities of population (31.250, 41.660 62,500 plants/ha) were evaluated. The objective was to determine differences among varieties under climatic conditions of the northern Tamaulipas, Mexico. In 1994 the plantation was established in a cycle considered as "late"; in 1995 a second plantation was established in a cycle considered as "early". It was used a divided block design in a randomized block distribution with four repetitions. The greater plot corresponded to the cultivars and the minor parcel to the densities of population. Results obtained in the "late" cycle showed a grain yield average of 1.678 kg/ha and in the "early" cycle of 2.170 kg/ha, these results were consistent with the cycles x cultivars interaction. Hybrids and Rib-77 variety were statistically equal in each cycle for grain yield. Hybrids overcame cultivars in oil content. For the densities it was found that for a lower density population produced a higher grain weight, stem diameter, and weight of 100 seeds.



INTRODUCCIÓN

Las condiciones climáticas del norte del estado de Tamaulipas, México, permiten establecer dos ciclos de siembra bajo riego durante el año. En esta región, prevalecen desde hace muchos años las siembras del ciclo otoño-invierno (O-I) consideradas como de ciclo 'temprano' que es el más importante y donde se siembra maíz, sorgo y algodón, principalmente, comprendido en los meses de febrero y marzo, y las siembras que corresponden al ciclo de 'tardío'

(maíz y frijol) en el mes de agosto de menor importancia agrícola y económica.

Estudios previos realizados con girasol en el Campo Experimental Río Bravo, INIFAP, mostraron que éste tiene posibilidades de cultivarse en la región en los dos ciclos agrícolas del año. En el ciclo de 'temprano', el cultivo manifiesta un mejor desarrollo debido principalmente a condiciones de temperatura favorables, reflejándose esto en mejores rendimientos que en el ciclo de 'tardío' (Ortega *et al.*, 1993).

¹ Parte del proyecto No. 1333 "Selección de nuevas alternativas rentables para el norte de Tamaulipas", Campo Experimental Río Bravo. INIFAP. Apoyado por el Patronato para la Investigación, Fomento y Sanidad Vegetal.

² Investigadores del Campo Experimental Río Bravo, INIFAP, Apdo. Postal 172, Río Bravo, Tam., México.

En los valles altos de Texas no observó diferencia en el rendimiento de grano de girasol en siembras desde el mes de marzo hasta mediados de junio; en siembras tardías en los meses de junio y julio se registraron los rendimientos más bajos Unger (1980). Johnson y Jellum (1972), señalaron que en el sureste de los E.U.A., en un período de tres años se obtuvieron los mejores rendimientos de grano en siembras de marzo y abril que en siembras de mayo, junio y julio. En el centro del estado de Tamaulipas, Elizondo (1987) obtuvo los mejores rendimientos de grano en siembras de abril y mayo, respecto a las siembras de agosto.

La densidad de población en girasol como elemento tecnológico que regula el equilibrio entre ambiente y caracteres genéticos, está ampliamente investigado desde los inicios del cultivo de esta especie (Vranceanu, 1977; Robinson, 1978; Ortegón *et al.* 1993). La relación "densidad de población-producción" muestra ser una función muy compleja que recae sobre una diversidad de factores genéticos, de clima, suelo y culturales (Vranceanu, Stonescu y Terbea, 1982). Las plantas de girasol compensan ampliamente las diferencias en cuanto a la densidad produciendo capítulos y granos mayores a menor densidad (Mohammad, Akhtar y Shakoor, 1986; Vannozzi, Salera y Baldini, 1990; Ujjainiah, Thimmegowda y Sridhara, 1993).

Diferencias en el rendimiento de grano entre variedades de polinización libre, sembradas a diferentes densidades fueron citadas por Jancic y Vrebalov (1978). Además Ortegón y Escobedo (1994) obtuvieron en la variedad Rib-77 mayores rendimientos con las densidades altas de 62,500 y 75,000 plantas/ha.

Aunque el costo de la semilla para siembra de una variedad de polinización libre no es de consideración en caso de usar altas densidades, si es importante conocer que factores pueden tener mayor influencia como componentes de rendimiento para mejorar la producción de grano (Robinson *et al.*, 1978).

El objetivo de este trabajo fue el de evaluar el comportamiento de cultivares de girasol bajo tres densidades de población en dos ciclos de siembra en el norte de Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el Campo Experimental Río Bravo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), situado en el municipio de Río Bravo, Tamaulipas. Se evaluaron los híbridos de girasol Dekalb G-100 y Dekalb G-101 y

las variedades de polinización libre Rib-77 y Victoria (ambas formadas en el INIFAP) bajo tres densidades: 31,250, 41,660 y 62,500 plantas/ha, con una distancia entre plantas de 40, 30 y 20 cm respectivamente en surcos a 80 cm, en ambos ciclos. En 1994 la siembra se estableció el 10 de agosto (ciclo de tardío) y en 1995 el 15 de abril (ciclo de temprano). En ambos ciclos se utilizó un diseño de parcelas divididas con una distribución de bloques al azar con cuatro repeticiones, la parcela mayor correspondió a los cultivares y la menor a las densidades de población. La parcela total consistió de cuatro surcos de cinco metros de largo y la útil de los dos surcos centrales de donde se cortaron 10 plantas para una área cosechada de 3,2; 2,4 y 1,6 m². Las condiciones del suelo mostraron un pH ligeramente alcalino, sin problemas de sales y una textura de migajón arcilloso.

En ambos ciclos se fertilizó al momento de la siembra con la fórmula 80-40-00. En el ciclo de tardío se aplicó el riego de presembrado, además de un riego de auxilio a los 50 días después de nacidas las plantas (al inicio de la floración) y en el ciclo de temprano se aplicó el riego de presembrado y dos de auxilio a los 35 y 65 días de nacidas las plantas (al inicio de botón y de floración). La lámina de riego en todos los casos fue de 10 cm. La precipitación pluvial acumulada durante el desarrollo del cultivo fue de 256 mm en el ciclo de tardío y de 113 mm en ciclo de temprano.

Las características de planta que se registraron fueron: días a madurez fisiológica, altura de planta, diámetro de capítulo y diámetro de tallo (tomado en la planta a una altura de 20 cm sobre el suelo) en centímetros; peso de grano por capítulo y peso de 100 semillas en gramos. El rendimiento de grano se expresó en kilogramos por hectárea y el porcentaje de aceite se determinó por el método de Resonancia Magnética Nuclear (NMR). Se realizó un análisis de varianza combinado y en la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey con una probabilidad de 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de grano

Los resultados del análisis estadístico para rendimiento de grano señalaron diferencias altamente significativas entre ciclos, cultivares y densidades de población y significativa para la interacción ciclos x cultivares. No hubo significación en las interacciones ciclos x densidad de población; cultivares x densidad de población y cultivares x ciclo x densidad de población.

El rendimiento promedio de grano en el ciclo temprano superó en un 29,3% al ciclo de tardío, y estadísticamente se obtuvo una significación en la interacción C x V. Los híbridos mantuvieron en cada ciclo de siembra un rendimiento promedio superior al de las variedades, aunque la variedad 'Rib-77' fue estadísticamente igual a los híbridos. Las diferencias entre ciclos se debe a las mejores condiciones de temperatura que prevalecen en el ciclo otoño-invierno (ciclo temprano), principalmente en la primera etapa de desarrollo del cultivo (de emergencia a floración) como la señalan Ortegón *et al.* (1990).

En la prueba establecida en el ciclo de tardío de 1994, en los meses de agosto y septiembre se registraron temperaturas medias máximas/mínimas de 36/23°C y 34/22°C donde se cubrió la primera etapa del cultivo y en la segunda etapa (formación y llenado de grano) la temperatura se mantuvo en octubre y noviembre en 31/20°C y 29/19°C, respectivamente. En la siembra del ciclo de temprano (1995), se registró en los meses de abril y mayo una temperatura de 31/20°C y 31/24°C, durante la primera etapa del cultivo, mientras que en la segunda etapa la temperatura en el mes de junio se mantuvo en los 35/23°C.

Diferencias en el rendimiento en la interacción híbridos x localidades fueron obtenidas por Feoli, Scheneiter y Johnson (1993), señalando que estas diferencias estuvieron mas relacionadas por la disponibilidad de humedad durante el período crítico [20 días antes y 20 días después de la floración (Robinson, 1978)] en el desarrollo de las plantas, mientras que en este estudio estas diferencias se atribuyen principalmente a efectos de la temperatura.

El costo del cultivo en siembras de ciclo temprano está en un 40 - 45% mas alto que en siembras de ciclo tardío y por los rendimientos que se obtienen resulta una utilidad mayor en siembras tempranas (40% aproximadamente). Sin embargo, en el ciclo de tardío el girasol se puede establecer como un segundo cultivo y mantener ocupado el terreno en los meses de agosto a noviembre. En ambos ciclos el cultivo puede ser rentable. Se sugiere así, la siembra de híbridos en ciclo temprano y opcional la siembra de híbrido o variedad para el ciclo de tardío.

La respuesta del rendimiento de grano a la densidad de población se mantuvo en la relación a mayor densidad mayor rendimiento, que estadísticamente superó al promedio de las dos densidades menores (Cuadro 1). Resultados similares, al considerar rangos de población desde 25.000 hasta 86.000 plantas/ha, han sido señalados por Robinson *et al.* (1976), Jancic y Vrebalov (1978), Janagoudar, Patil y Muniraj (1986), y Ortegón y Escobedo (1994). Al no manifestarse diferencias en la interacción ciclos x densidad demuestra que la respuesta de las densidades fue la misma en ambos ciclos de siembra; de igual manera fue la respuesta de los cultivares en su interacción con la densidad de población.

Contenido de aceite

Se obtuvieron diferencias altamente significativas entre ciclos, cultivares y densidades de población y no hubo respuesta significativa en las interacciones. El porcentaje promedio del aceite obtenido en el ciclo de temprano, fue superior al del ciclo de tardío. Entre cultivares, los híbridos superaron a las variedades en sus promedios y entre densidades, también se observó diferencia con mayor contenido a mayor densidad de siembra (Cuadro 1). Vranceanu, Stoenescu y Terbea (1982)

Cuadro 1. Promedios de características agronómicas de cultivares de girasol en dos ciclos de siembra y tres densidades de población, Tamaulipas, 1994-1995.

VARIABLE	Madurez fisiológica días	Altura de planta	Diámetro capítulo cm	Diámetro tallo	Peso grano capítulo g	Peso 100 semillas g	% Aceite	Rendimiento grano kg/ha
Ambiente								
C.Tardío 1994	87,0 b	154	16,0	1,95	34,1 b	4,6	40,2 b	1678 a
C.Temprano 1995	90,0 a	164	16,5	2,06	48,9 a	4,3	42,2 a	2170 b
Cultivares								
Dekalb G-100	96,5 a	177 a	15,8	2,08 a	46,1 a	3,9 b	43,3 a	2076 a
Dekalb G-101	89,9 b	160 b	16,2	2,07 ab	45,7 ab	4,5 ab	42,9 a	2093 a
Rib-77	87,3 c	168 ab	15,5	2,00 ab	36,9 ab	4,6 ab	40,0 b	1944 a
Victoria	80,3 d	131 c	15,5	1,09 b	35,8 b	4,9 a	38,6 b	1584 b
Densidades								
31,250	88,9 a	156	16,6 a	2,09 a	46,4 a	4,7	40,3 b	1658 c
41,600	88,0 b	160	15,9 a	1,98 ab	42,5 a	4,5	41,3 ab	1936 b
62,500	88,6 ab	161	14,9 b	1,95 b	35,6 b	4,3	42,1 a	2179 a

Medias unidas con misma letra son estadísticamente iguales (Tukey P≤ 0,05)

obtuvieron una respuesta similar bajo densidades de siembra. Unger (1980) mencionó que altas temperaturas en la etapa de maduración del grano en siembras tempranas, fueron más favorables en la formación del aceite que en siembras tardías con temperaturas bajas. Esto lo atribuyó a posibles efectos de la temperatura en un determinado período vegetativo o bien a causas independientes de la temperatura. Anderson, Smith y Mc William (1978) determinaron que el rendimiento de aceite está controlado por un complejo grupo de factores en los que se incluye la temperatura.

Madurez fisiológica

Se detectaron diferencias altamente significativas entre ciclos, cultivares y en la interacción ciclos x cultivares y significativa para densidad de población. La precocidad se manifestó en las siembras de ciclo tardío al mostrarse una diferencia significativa respecto a siembras de ciclo temprano. Entre cultivares, el híbrido G-100 fue el de mayor ciclo vegetativo y la variedad Victoria mostró ser la más precoz de los cuatro cultivares. Entre densidades de población, hubo diferencias significativas aunque estas fueron en un rango mínimo. La diferencia de los cultivares en su madurez fisiológica entre ciclos de siembra, se manifestó por una interacción significativa.

Altura de planta

Este carácter mostró una diferencia estadística significativa entre cultivares y no hubo mayor respuesta entre ciclos, densidades y en sus interacciones. Aunque no hubo diferencias entre densidades de siembra, se mantuvo la relación de a mayor densidad, mayor altura. Vranceanu, Stoenescu y Terbea (1982), señalaron que el incremento de la densidad de población se refleja en un mayor crecimiento del tallo, y a su vez en una reducción en su grosor, debido probablemente a la intensa competencia por la luz; estas modificaciones pueden provocar mayor susceptibilidad a enfermedades y menor resistencia al ácaro.

Diámetro del capítulo

No se observaron diferencias significativas entre ciclos de siembra ni entre cultivares, pero sí en la densidad de población y en las interacciones ciclo x cultivar y ciclo x densidad de población. El promedio en el diámetro del capítulo fue mayor en la densidad de población más baja, mientras que en la densidad más alta usada en esta prueba, se redujo significativamente (Cuadro 1). Resultados similares han sido obtenidos por numerosos autores (Mathers y Stewart, 1982; Mohammad, Akhtar y Shakoor, 1986; Vannozzi, Salera y

Baldini, 1990; Ujjanaiah *et al.*, 1993). Estos resultados muestran que las plantas de girasol compensan en parte las diferencias en el rendimiento en cuanto a la densidad de población, produciendo capítulos y semillas mayores a menores densidades.

Diámetro de tallo

Se obtuvo diferencia significativa entre cultivares y densidades de población y alta significación en la interacción ciclos x densidad. Los dos híbridos produjeron tallos más gruesos que las variedades, aunque la variedad Rib-77 fue igual estadísticamente a los híbridos. La densidad de población más baja produjo el mayor diámetro de tallo con diferencia significativa sobre la densidad más alta que mostró el grosor más bajo de las tres densidades (Cuadro 1).

Peso de grano/capítulo

Se obtuvieron diferencias altamente significativas entre ciclos, cultivares y densidades y significativa sólo para la interacción cultivares x densidad. En el ciclo de temprano se obtuvo mayor peso de grano por capítulo con relación al ciclo de tardío. Entre cultivares, los dos híbridos mostraron mayor peso de grano, aunque iguales entre sí estadísticamente, superando a las dos variedades. Entre densidades se mantuvo la relación de a menor densidad mayor peso de grano, en una secuencia similar a lo obtenido con el diámetro de tallo y de capítulo (Cuadro 1). Esto refleja que al haber menor competencia entre plantas hay un mejor aprovechamiento de nutrimentos y un desarrollo vigoroso de las plantas; sin embargo en el rendimiento por hectárea, la mayor población de plantas compensó las diferencias unitarias. Vannozzi, Salera y Baldini (1990), obtuvieron en cuatro fechas de siembra en dos años consecutivos resultados similares en relación con el peso de grano por capítulo bajo dos densidades de siembra. Vranceanu, Stoenescu y Terbea (1982), obtuvieron una alta correlación entre el diámetro de tallo y de capítulo y el peso de grano por capítulo en cada una de tres densidades de población durante dos años. Ortegón y Escobedo (1994), obtuvieron también una alta correlación entre estas tres características al excluir el efecto de la densidad de población.

Peso de 100 semillas

El análisis de varianza mostró significación entre cultivares y para la interacción ciclos x cultivares. El híbrido G-100 obtuvo el menor peso de 100 semillas, mientras que la variedad Victoria obtuvo mayor promedio diferencia que fue significativa. Esto se debe a que los híbridos por lo general producen una semilla más chica en comparación con las variedades y mayor

cantidad de semilla por capítulo con menor porcentaje de avanamiento. Entre densidades, se observó un aumento paulatino en el peso de 100 semillas al disminuir la densidad de población (Cuadro 1). Robinson *et al.* (1978), mencionaron que al incrementar la densidad de población de 17 a 62 mil plantas/ha, el número de semillas por capítulo disminuyó de 1,223 a 826 y en consecuencia el peso de grano por capítulo. Mohammad, Akhtar y Shakoor (1986), mostraron que al incrementar la densidad de población se redujo el peso de 1000 semillas; resultados que coinciden con lo obtenido en este estudio.

DISCUSIÓN

El rendimiento de grano, el porcentaje de aceite, el peso de grano por capítulo y la madurez fisiológica mostraron diferencias en su respuesta al ciclo de siembra. Los cultivares a su vez mantuvieron diferencia estadística en las características consideradas en esta prueba a excepción del diámetro de capítulo, mientras que en la densidad de población sólo la altura de planta y el peso de 100 semillas fueron iguales en su respuesta. Los híbridos superaron a las variedades en ambos ciclos de siembra en el rendimiento de aceite. Solo la variedad Rib-77 se mantuvo estadísticamente igual a los híbridos en el rendimiento de grano.

La densidad de población mantuvo la relación de a menor densidad mayor peso de grano por capítulo, mayor diámetro de tallo y de capítulo y mayor peso de 100 semillas.

LITERATURA CITADA

- ANDERSON, W.K.; SMITH,R.; MC WILLIAM,J. 1978. II. Effect of temperature and radiation on growth and yield. *Field Crop Research* 1:153-163.
- FEOLI, C. E.; SCHNEITER,A.A.; JOHNSON,B. 1993. Agronomic performance of dwarf, and conventional height sunflower hybrids grown at five plant population under rainfall conditions. *Helia* 16 (19): 19-30.
- JANAGOUDAR, B. S.; PATIL,C.; MUNIRAJ,R. 1986. Productivity of sunflower hybrids in relation to plant density and irrigation. *Helia* 9: 57-60.
- JANCIC, V.; VREBOLOV,T. 1978. Effect of planting density and mode on biological and biochemical characters of sunflower. 8th Int. Sunflower Conf. Minneapolis, Minn., USA. pp. 364-371.
- JOHNSON, B. J.; JELLUM,M. 1972. Effect of planting date on sunflower yield oil and plant characteristics. *Agr. Jour.* 64:747-748.
- MATHERS, A. C.; STEWART,B. 1982. Sunflower nutrient uptake, growth, and yield as affected by nitrogen or manure, and plant population. *Agr. Jour.* 74: 911- 915.
- MOHAMMAD, Y.; AKHTAR, B.; SHAKOOR,A. 1986. Effect of spacing and nitrogen on the yield and yield components of sunflower under rainfall conditions. *Helia* 9: 53-56.
- ORTEGÓN, A.; ESCOBEDO,A.; SEVILLA,E. 1990. Rendimiento de grano, contenido y del aceite de girasol *Helianthus annuus* L. en el norte de Tamaulipas, según la fecha de siembra. *Agr. Téc. México* 16: 81-95.
- ORTEGÓN, A.; ESCOBEDO,A.; DÍAZ,A.; LOERA,J.; ROSALES,E. 1993. El girasol en relación con su ambiente y técnicas de producción. *In: El Girasol. Tri-las México.* p. 21-44.
- ORTEGÓN, A.; ESCOBEDO,A. 1994. Respuesta de la variedad de girasol Rib-77 y componentes de rendimiento bajo diferentes densidades de siembra. *Agr. Téc. México* 20: 163-172.
- ROBINSON, R. G.; RABAS,O.; SMITH,L.; WARNES,D.; FORD,J.; LUESCHEN,W. 1976. Sunflower population, row width and row direction. *Minnesota Agric. Exp. St. Misc. Rep.* 141: 1-24.
- ROBINSON, R. G. 1978. Production and culture. *In* J. F. Carter (ed). *Sunflower Science and Technology.* ASA. CSSA. and SSA. pp. 89-143.
- ROBINSON, R. G.; FORD,J.; LUESCHEN,W.; RABAS,D.; SMITH,L; WARNES,D.; WIERSMA,J. 1978. Response of sunflower to plant population. *Agr. Jour.* 72: 869-871.
- UNGER, P. W. 1980. Planting date effects on growth yield and oil irrigated sunflower. *Agr. Jour.* 72: 914-916.
- VRANCEANU, A. V. 1977. El Girasol. Siembra y mantenimiento del cultivo. Trad. A. Guerrero. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 266-274.
- VRANCEANU, A. V.; STOENESCU,F; TERBEA,M. 1982. Tolerance of sunflower hybrids to competition among plants. *Helia* 5: 23-26.
- VANNOZZI, G. P.; SALERA,E.; BALDINI,M. 1990. Sunflower yield characteristics as affected by weed control, plant density, nitrogen level and sowing time. *Helia* 13(13): 73-86.
- UJJANAIAH, V. S.; THIMMEGOWDA,S.; SRIDHARA,S.; PRASAD,T. 1993. Effect of moisture, plant population and fertilizer regimen on yield of sunflower. *Helia* 18 (22): 77-82.