

# Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y sus componentes de dos híbridos de girasol (*Helianthus annuus* L.).

Manuel Delgado C.\*

## Resumen

En un ensayo realizado en el periodo Junio- Septiembre de 1990, en el Campo Experimental Quibor, Estado Lara, Venezuela, bajo condiciones de riego, se probaron dos híbridos de girasol. 'P-81' y 'Contiflor-3' en tres densidades de siembra 125.000, 65.000 y 41.667 plantas/ha, determinadas por una distancia de 80 cm entre hileras y 10, 20 y 30 entre plantas respectivamente. El experimento fue sembrado con un diseño de parcelas divididas con seis replicaciones. Se encontró diferencias significativas entre los dos híbridos, 'Contiflor-3' rindió el equivalente a 2.580 Kg/ha y 'P-81' 2.030 kg/ha. Las diferencias entre las densidades fueron significativas al nivel de 5% de probabilidad y se observó una tendencia de mayor rendimiento a mayor densidad de población. No hubo interacción significativa de híbridos por densidades. Los componentes de rendimiento mas afectados por la densidad de población fueron el diámetro de los capítulos, diámetro del tallo y el peso de los aguénios. El contenido de aceite en los aguénios no fue afectado por las densidades de siembra, pero sin hubo diferencia significativas entre los híbridos, 45% en P-81' y 36% en 'Contiflor-3'.

## Abstract

**Effect of plant population density on yield and yield components of two sunflower hybrids.** A trial was carried out on irrigated soils, in Quibor, Lara state, Venezuela during the period June-September, 1990. Two sunflower hybrids, 'P-81' and 'Contiflor-3' were tested under three different plant population densities, 125.000, 62.500 and 41.667 plants/ha, product of the combination of the following spacings: 80 cm between rows and, 10,20 and 30 cm between plants within rows. A split-plot design with six replications was used. 'Contiflor-3' yield 2.580 kg/ha, significantly more than 'P-81', 2.030 kg/ha. The differences between plant population densities were significant at the 5% level of probability and, yield per unit area tended to be higher at higher populations. The plant characteristics more affected by stand density were head size, stem diameter and seed weight. Oil seed content was not affected by plant spacing but there were large differences between hybrids, 45% oil content in 'P-81' and 36% in 'Contiflor-3'.

## Introducción

Uno de los factores agroeconómicos que mas incide sobre el rendimiento de los cultivos es la densidad de siembra por unidad de superficie, incidencia que es variable para las diferentes especies, cultivares y condiciones ambientales; por esa razón, en girasol (*H. annuus* L.) se consigue una información muy diversa al respecto, lo cual es indicativo del efecto de las distancias de siembra sobre el rendimiento y sus com-

ponentes. Sin embargo, la misma no permite dar recomendaciones para una situación en particular, especialmente referida al cultivar que se sembrará y a las condiciones de suelo, clima y manejo en las cuales se explotará el cultivo. Es así, que Allesi y colaboradores (1977) consiguieron los mejores rendimientos con una población de 50.000 plantas/ha, cuando la compararon con poblaciones de 25.000, 75.000 y 100.000 plantas/ha. Las densidades aproximadas a 50.000 plantas/ha, fueron también recomendadas como las mas convenientes para este culti-

\* Decanato de Agronomía, UCLA. Barquisimeto, Venezuela

vo por Jessop (1977) y Rafford (1978), mientras que Vijayalakshmy (1975) obtuvo los mejores rendimientos con poblaciones de 60.000 a 75.000 plantas/ha. En Venezuela, algunos resultados obtenidos por el FONAIAP (1977), indican como recomendables para el Estado Brinas, poblaciones alrededor de 33.000 plantas/ha, con distancias de 1 m entre hileras y 0,30 m entre plantas; mientras que Avila y colaboradores (1979) consiguieron los mejores rendimientos del cultivar 'Record' en la Región Centro Occidental con las distancias de 0,50 y 0,75 m entre hileras y 0,20 m entre plantas, lo que resultaba en densidades no menores de 66.000 plantas/ha. En otro experimento, realizado por Díaz (1988) en Maracay, Estado Aragua, el autor encontró que con los híbridos 'Rodeo' y 'AS-521', no se detectó diferencias significativas para distancia entre hileras (0,40 y 0,80 m) pero si para distancia entre plantas, donde la mejor resultó ser 0,40 m, comparada con 0,10 y 0,20 m. La mejor combinación fue la de 0,40 x 0,40 m, la cual dio como resultado una población de 62.500 plantas/ha.

En cuanto al efecto de la densidad de siembra sobre los componentes de rendimiento, las características de las plantas mas afectadas fueron el diámetro de los capítulos

y el peso de los aquenios, los cuales disminuyen a medida que se aumenta la densidad de siembra, tal como lo informan Avila y colaboradores (1979) y Mazzani y Voinea (1977). En cuanto a otras características como altura de las plantas, diámetro del tallo, contenido de almendra y contenido de aceite, la información encontrada no indicó una tendencia definida.

Bajo estas premisas y considerado que las distancias inferiores a 0,80 m entre hileras son difíciles de manejar agrónomicamente en este cultivo, se decidió probar varias poblaciones de plantas por hectárea, variando solamente la distancia entre plantas, en una zona, la Depresión de Quíbor, Estado Lara, que si bien, no es tradicional para este cultivo, tiene potencial para la producción de semillas por sus condiciones de aridez y facilidades de riego y donde los resultados experimentales indican muy buenos rendimientos según Avila y colaboradores (1982).

#### Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en el Campo Experimental Quíbor (FONAIAP-Lara), en la Depresión de Quíbor, Estado Lara, Venezuela, bajo condiciones de riego y suelo franco-arcilloso-limos.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques

Delgado, M.

Efecto de la densidad de siembra

completos al azar con un arreglo en parcelas divididas y seis replicaciones. Las parcelas principales correspondieron a los híbridos 'P-81' y 'Contiflor-3' y las sub-parcelas a las densidades de población utilizadas:

d1:	125.000 plantas/ha	(0,80 x 0,10 m).
d2:	62.500 plantas/ha	(0,80 x 0,20 m).
d3:	41.667 plantas/ha	(0,80 x 0,30 m).

Cada subparcela constaba de tres hileras de 5 m de largo y la cosecha se realizó en 3 m de la hilera central, lo que dió un tamaño efectivo de 2,40 m<sup>2</sup> por unidad experimental. Para tomar los datos correspondientes a altura de las plantas, diámetro del tallo, diámetro del capítulo, peso de 100 aquenios, contenido de almendra, peso de 100 almendras y rendimiento por planta, se muestrearon individualmente cinco plantas dentro de cada sub-parcela. El contenido de aceite se analizó mediante el método de resonancia magnético nuclear (RMN) en una muestra doble por cada sub-parcela. Al ensayo se le aplicó, al momento de la siembra, 300 kg/Ha de fertilizante fórmula 12-24-12 y se hizo una aplicación de insecticida para el combate del Coquito rayado (*Sistena spp*). El riego se realizó por el sistema de "chorrito", du-

rante dos o tres días continuos por semana, desde la siembra hasta la maduración de las plantas. La fecha de siembra fue el 06 de Junio de 1990 y la cosecha al 14 de Septiembre de 1990 'Contiflor-3' y 17 de Septiembre de 1990 'P-81'.

Resultados y discusión

Los resultados que a continuación se discuten están resumidos en las tablas 1 y 2. Los mismos, de acuerdo al análisis de varianza, indicaron que el rendimiento en aquenios por unidad de superficie fue superior significativamente para el híbrido 'Contiflor-3' (2.579 kg/Ha) con relación al híbrido 'P-81' (2.030 kg/Ha). Esa superioridad fue independiente de la densidad de siembra utilizada. Hubo diferencias significativas al 5% de probabilidad con relación al efecto lineal de densidades de siembra, y la tendencia, fué la de mayor rendimiento a medida que aumenta la densidad de siembra de ambos cultivares. Ambos híbridos fueron afectados por igual, por lo que tampoco se detectó diferencias significativas para la interacción híbrido por densidad.

Al medir el rendimiento en términos de Kg de almendra por ha, producto de multiplicar el rendimiento en aquenios por el contenido (%) de almendra en los mismos, no se

encontró diferencias significativas entre híbridos, ya que si bien, 'Contiflor-3' rindió mayor cantidad de aquenios por ha, su porcentaje de almendra fue significativamente menor que el de 'P-81'. Las densidades de

siembra tampoco hicieron variar significativamente el rendimiento en almendra por ha, aunque los datos indican que el híbrido 'P-81' fue mas afectado en esta variable, con una clara tendencia de

**Tabla 1.** Efecto de las densidades de siembra sobre el rendimiento y sus componentes de dos híbridos de girasol en la depresión de Quibor. Estado Lara.

Características evaluadas	Híbridos y densidades de siembra								
	P-81			Contiflor-3			Efecto de las densidades		c.v.%
	d1	d2	d3	d1	d2	d3	Lineal	cuadrática	
Rend. en aquenios Kg/Ha	2260,07	2045,63	1783,20	2699,58	2527,01	2511,46	*	ns	13,66
Rend. en almendras Kg/Ha	1757,12	1564,25	1424,65	1753,90	1704,93	1761,29	ns	ns	13,22
Rend. en aceite Kg/Ha	1023,42	910,16	815,01	962,98	933,28	921,45	ns	ns	16,11
Rend. aquenios/planta gr	19,92	34,80	40,46	23,27	43,01	60,33	**	ns	14,11
Rend. almendras/planta gr	15,51	26,59	32,35	15,12	29,01	42,30	**	ns	14,74
Altura de la planta cm	155,71	162,00	147,03	125,80	126,40	130,13	ns	ns	9,35
Diámetro del tallo cm	1,38	1,68	1,80	1,10	1,32	1,45	**	ns	10,22
Diámetro del capítulo cm	9,72	12,44	13,51	8,95	11,29	13,97	**	ns	7,97
Peso de 100 aquenios gr	4,31	4,80	4,89	5,06	5,44	5,97	**	ns	9,50
Peso de 100 almendras gr	3,36	3,72	3,88	3,28	3,66	4,19	**	ns	8,15
Contenido de almendra %	78,03	76,60	79,57	64,90	67,15	70,35	*	ns	4,73
Contenido de aceite %	45,11	44,33	45,47	35,59	36,53	36,38	ns	ns	4,31

\* Significación al 5% de probabilidad

\*\* Significación al 1% de probabilidad

mayor rendimiento a mayores densidades. En cuanto a rendimiento en aceite, medido en kg/ha, ambos híbridos rindieron practicamente igual y las densidades de siembra afectaron esos valores, pero sin

llegar a alcanzar diferencias significativas. La tendencia fue, de acuerdo a los datos presentados, que a mayor densidad se obtuvo mayor rendimiento en aceite por unidad de superficie.

Delgado, M.

## Efecto de la densidad de siembra

**Tabla 2.** Rendimiento y características morfológicas de dos híbridos de girasol en la Depresión de Quíbor. Edo Lara.

Características evaluadas	Híbridos		
	P-81	Contiflor-3	ms
Rendimiento en achenios Kg/Ha	2029,63	2579,94	270,00
Rendimiento en almendras Kg/Ha	1582,20	1740,00	ns
Rendimiento en aceite Kg/Ha	916,20	939,23	ns
Rendimiento en achenios por planta gr	31,73	42,20	5,02
Rendimiento en almendras por planta gr	24,82	28,81	ns
Altura de la planta cm	154,93	127,44	14,09
Diámetro del tallo cm	1,62	1,29	0,14
Diámetro del capítulo cm	11,89	11,40	ns
Peso de 100 achenios gr	4,67	5,49	0,33
Peso de 100 almendras gr	3,66	3,71	ns
Contenido de almendra %	78,07	67,47	1,81
Contenido de aceite %	45,00	36,00	2,03

En relación a las características morfológicas de las plantas y los componentes de rendimiento, los análisis indicaron que el híbrido 'P-81' produjo plantas significativamente más altas que las de 'Contiflor-3'; pero que la densidad de siembra no afectó significativamente la altura de las plantas dentro de cada híbrido. el diámetro del tallo fue afectado significativamente por la densidad de siembra, a menor densidad se producían plantas con tallos de mayor diámetro y las plantas del híbrido 'P-81' tenían mayor diámetro que las de 'Contiflor-3' en todas las densidades probadas. Con relación al diámetro de los capítulos, los datos no muestran diferencias significativas entre los híbridos pero

si entre las densidades. Evidentemente las plantas más espaciadas rindían capítulos de mayor diámetro.

El peso de 100 achenios fue significativamente mayor en el híbrido 'Contiflor-3' en todas las densidades y fue seguramente este componente el que determinó su mayor rendimiento con relación a 'P-81'. También se encontraron diferencias significativas para este factor entre las densidades de siembra probadas, a menor densidad mayor peso de los achenios.

A pesar de que las plantas más espaciadas rindieron mayor cantidad de achenios, producto de capítulos más grandes y achenios más pesados, esa diferencia no fue suficiente para compensar el menor número de plantas por

unidad de superficie y de allí que una menor densidad de siembra no se reflejó en mayor rendimiento por ha, sino, por el contrario, la mayor población rindió mas kgs de aquenios por ha. Queda la interrogante de si un incremento en la población más allá del rango probado produciría el mismo efecto, ya que a muy altas poblaciones los tallos muy delgados serían causa de acame o caída de las plantas, lo que reduciría drásticamente el rendimiento en la práctica agrícola normal. El efecto lineal detectado se limita al rango de densidades probadas.

La densidad de siembra afectó significativamente el peso de las almendras, en la misma medida que afectó el peso de los aquenios, pero entre los híbridos ensayados no se encontró diferencias significativas para esta característica.

El contenido de almendras (%) en los aquenios, fue significativamente mayor en el híbrido 'P-81' y se detectaron diferencias significativas entre densidades de siembra, viéndose mas afectado el híbrido 'Contiflor-3', en el cual, una menor densidad de siembra produjo mayor porcentaje de almendra en el fruto. Igualmente el contenido de aceite (%) en los aquenios fue significativamente mayor en el híbrido 'P-81', pero no fue afectado por las densidades de siembra, por lo que

las pequeñas diferencias en kg de aceite por ha fueron fundamentalmente, consecuencia del rendimiento en aquenios por ha.

El rendimiento en aquenios por planta, significativamente mayor en el híbrido 'Contiflor-3', fue afectado también significativamente por las densidades de siembra, observándose mayores valores en las mayores distancias entre plantas. Este resultado es producto de un mayor diámetro de los capítulos y por lo tanto mayor número de aquenios por capítulos y de aquenios mas pesados, características que tienen una alta correlación positiva con el rendimiento, tal como puede observarse en la tabla 3.

El diámetro del tallo también está relacionado positiva y significativamente con el rendimiento por planta, mientras que para contenido de almendra esta correlación positiva alcanzó nivel significativo solamente en el híbrido Contiflor, en el cual esta característica fue mas afectada por la densidad de siembra. De acuerdo a estos mismos datos, la altura de las plantas no afecta significativamente el rendimiento.

Es importante la escogencia de una densidad de siembra apropiada para cada cultivar de girasol bajo las condiciones ambientales de este experimento, ya que las mismas afectan el rendimiento

**Tabla 3.** Coeficiente de correlación simple entre algunas características morfológicas y el rendimiento en Aquenios por planta de dos híbridos de Girasol.

Características	Híbridos			
	P-81		Contiflor-3	
Altura de la planta	0,41	ns	0,35	ns
Diámetro del tallo	0,83	**	0,84	**
Diámetro del capítulo	0,95	**	0,97	**
Peso de los aquenios	0,64	**	0,71	**
Contenido de almendra	0,13	ns	0,59	**
Rendimiento en almendra	0,99	**	0,99	**
Contenido de aceite	0,32	ns	0,40	ns

\*\* Significación al 1%

por unidad de superficie en un cierto nivel, que en el caso del híbrido 'P-81' alcanzó diferencias equivalentes a más de 300 kg/ha entre la densidad de 125.000 plantas/ha y la de 41.667 plantas/ha. En cambio el híbrido 'Contiflor-3' prácticamente no fue afectado. En relación a las características morfológicas, se confirma lo expresado por otros autores, de que el diámetro de los capítulos y el peso de los aquenios son los dos componentes de rendimiento más importantes, en cuanto al efecto que sobre ellos pueden tener las prácticas agronómicas que determinan la densidad de población. Bajo las condiciones en que se realizó esta investigación, la densidad de siembra recomendable para ambos cultivares estaría entre 62.500 y 125.000 plantas/ha.

#### Agradecimiento

A la empresa CONTIAGRO (ICI-Seeds) por facilitar las semillas usadas en el experimento y la realización de los análisis de contenido de aceite. Al personal del Campo Experimental Quíbor (FONAIAP-Lara) y a los obreros del Posgrado de Agronomía por su valiosa colaboración en la realización de este trabajo.

#### Literatura citada

1. Allesí, J., J.F. Power y D.C. Yimmerman. 1977. Sunflower yield and water use as influenced by planting date, population and row spacing. *Agronomy Journal* 69-(3):465-469.
2. Avila, J., M. Delgado y T. Acevedo. 1979. Distancias y densidades de siembra del girasol (*Helianthus annuus L.*) en la Región Centro Oc-

**Delgado, M.****Efecto de la densidad de siembra**

cidental de Venezuela. *Agronomía Tropical* 29(5):375-398.

3. Avila, J., M. Delgado y T. Acevedo. 1982. Evaluación de un grupo de cultivares de girasol en la Región Centro Occidental de Venezuela. *Agronomía Tropical* 32(1-6):81-101.

4. Diaz, L. 1988. Distancia de siembra de dos cultivares de girasol (*Helianthus annuus L.*). Trabajo especial de grado. Facultad de Agronomía, UCV. Maracay. 38 p.

5. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). 1977. Memoria anual. Caracas. pp. 82-83.

6. Jessop, R. S. 1977. Influence of time of sowing and plant density on the yield and oil content of dryland sunflower. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 17(87):664-668.

7. Mazzani, B., y S. Voinea. 1977. Ensayos comparativos de cultivares de girasol en diferentes regiones de Venezuela. *Agronomía Tropical* 29(5):517-528.

8. Rafford, B.J. 1978. Plant population and row spacing for irrigated and rainfed oilseed sun flowers (*Helianthus annuus L.*) on the darling downs. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 18(80):135-142.

9. Vijayalakshmi, K., N.K. Sanghi, W. L. Petton y C.M. Anderson. 1975. Effect of plant population and row

spacing on sunflower. *Canadian Journal of Plant Science* 55(2):491-499.