

Efecto del Patrón de Siembra en la Producción de Materia Seca en Girasol (*Helianthus annuus* L.) para Forraje

José Francisco Aguilera Vega, Armando Espinoza Banda*, Arturo Palomo Gil, Emiliano Gutiérrez del Río, José Jaime Lozano García

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Periférico y carretera a Santa Fe s/n, Torreón Coah. CP: 27000, Teléfono 01(871) 7297610. E-mail: abanda@mixmail.com (*Autor responsable).

Abstract

Sunflower is an alternative culture for forage production at the Comarca Lagunera (La Laguna Region) in México. The objective of this assay was to evaluate the effect of the planting pattern in sunflower dry matter production of (*Helianthus annuus* L.) for forage. Three planting patterns (arrangements) were designed: A1=0,76m, A2= 0,38m and A3= separated twin furrows from 0,20 m to 0,76 m, and genotypes SAN and SANE, of normal and dwarf bearing respectively. The experimental design was in randomized blocks with four replications in a split plot arrangement. The main plots were the planting patterns, and the sub-plots were the genotypes. Total dry matter (MS) was quantified in five samplings, with 15 day intervals as of the planting date (June 30) in three plants in full competition. The arrangements were significantly different in the production of dry matter in all the five samplings. A2 arrangement statistically surpassed arrangements A1 and A3 in the samplings with an oscillating average of 45 and 27 percent respectively. The genotype SAN surpassed the SANE one by 33 percent.

Key Words: Row spacing, dry matter, *Helianthus annuus*

Resumen

El girasol es un cultivo alternativo en la producción de forraje en la Comarca Lagunera. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del patrón de siembra en la producción de materia seca en girasol (*Helianthus annuus* L.) para Forraje. Se diseñaron tres patrones de siembra o arreglos: A1=0.76m, A2= 0.38m y A3= surcos gemelos de 0.20m separados a 0.76m, y los genotipos SAN y SANE, de porte normal y enano respectivamente. El diseño experimental fue en bloques al azar con cuatro repeticiones en un arreglo en parcelas divididas. Las parcelas principales fueron los patrones de siembra y las subparcelas los genotipos. La materia seca total (MS) se cuantificó en cinco muestreos, con intervalos de 15 días a partir de la fecha de siembra (Junio 30) en tres plantas en competencia completa. Los arreglos fueron significativamente diferentes en la producción de materia seca en los cinco muestreos. El arreglo A2 superó estadísticamente a los arreglos A1 y A3 en los muestreos oscilando en promedio de 45 y 27 % respectivamente. El genotipo SAN superó en un 33 % a SANE.

Palabras clave: Distancia entre surcos, materia seca, *Helianthus annuus*,

Introducción

En la Comarca Lagunera, en el norte de México, el maíz y el sorgo ocupan después de la alfalfa un lugar importante del patrón forrajero, ya que se estima que se siembran un promedio de 10,500 ha por año. Una parte importante de la producción de estos cultivos se destina para ensilaje, con el propósito de disponer de alimento durante el periodo invernal, que es cuando la producción

de alfalfa disminuye. Los cultivos alternativos representan una opción en la producción de forraje; el girasol (*Helianthus annuus* L.) ha demostrado ser una alternativa viable en la producción de forraje (Espinoza 1990, 1996), pues además de que tiene rendimientos similares al maíz y el sorgo, y tiene la virtud de utilizar menos agua, que ambos cultivos (Robles 1978, 1980).

Existen diferentes formas de buscar el incremento de la producción, una es, sin duda, generar genotipos con alto potencial de rendimiento, y la otra, modificar las prácticas

de siembra y manejo de cultivo (Zaffaroni y Schneiter 1989). Los patrones de siembra representan una opción para incrementar el rendimiento de materia seca por unidad de superficie pues permiten aumentar la demanda de población con un diseño adecuado de siembra, y permite aprovechar al máximo los recursos suelo-fertilizante y principalmente, el recurso agua (Carlson, 1990). Los arreglos de las plantas en los surcos y el arquetipo de planta tienen una marcada influencia en la eficiencia de la captación de la energía solar por las hojas y por consiguiente en la producción de materia seca. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del patrón de siembra en la producción de materia seca en girasol (*Helianthus annuus* L.) para forraje.

Materiales y Métodos

Esta investigación se realizó en el verano del 2003 en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna UAAAN-UL), localizada a 25° 33' 26" LN y 103° 22' 07" LO en la Comarca Lagunera. Los materiales que se utilizaron fueron: SAN, de ciclo tardío, y SANE, de ciclo precoz. El genotipo SAN es de altura normal y el genotipo SANE es de porte bajo, las diferencias contratantes, son para determinar la capacidad de producción de materia seca. El trabajo consistió en tres patrones de siembra ó arreglos. El primero, se estableció en el sistema tradicional a 0.76 m (A1), el segundo arreglo (A2) fue con distancias entre surcos a 0.38 m y el tercer arreglo (A3) constó de surcos gemelos a 0.20 m y separados a 0.76 m entre cada par, a una distancia entre plantas fue de 0.18 m y densidades de 73, 146 y 115 mil plantas por hectárea para A1, A2 y A3

respectivamente. Considerando cultivares y arreglos resultaron 6 tratamientos. Se utilizó un diseño en bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, y cuatro repeticiones, con un total de 24 unidades experimentales. Cada arreglo constó de 4 hileras, o 2 pares de surcos de amplitud, y 10 m de largo.

La siembra se realizó, manualmente, el 30 de Junio de 2003, fertilizándose con la fórmula 100–80–00; se aplicó Thiodan 35 (Endosulfan), contra la mosca blanca (*Trialeurodes* sp) y gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Se aplicó un riego de presiembra (Junio 20) y 3 riegos de auxilio con intervalos de 18 días entre ellos. Se cuantificó la materia seca total (MS) en 5 muestreos, con intervalos de 15 días a partir de la fecha de siembra (Junio 30) y hasta 90 días después en etapa de madurez fisiológica. Para tal efecto se tomaron 3 plantas por parcela en competencia completa. Las 3 plantas se pesaron en verde, se trituraron, y se etiquetaron por separado en bolsas de papel, y se llevaron a secado en una estufa de aire forzado (FELISA) a una temperatura de 80 °C hasta lograr un seco constante aproximadamente de 3 a 4 días. Una vez secado, se registró el peso por separado, y se estimó la materia seca. Los datos se analizaron utilizando el programa SAS (1988), y la comparación de medias para efectos individuales e interacción A x G, se utilizó la diferencia mínima significativa (DMS).

Resultados y Discusión

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para los arreglos (A), en los cinco muestreos realizados (Cuadro 1). Lo anterior indica que el patrón de siembra tiene efectos significativos en la producción de

Cuadro 1. Cuadrados medios para peso de materia seca total (ton ha⁻¹) para los muestreos a 15, 30, 45, 60 y 75 días después de siembra, en un estudio para evaluar el efecto del patrón de siembra en la producción de materia seca en Girasol (*Helianthus annuus* L.) para Forraje.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios (Días)				
		15	30	45	60	75
Repeticiones	3	0.000003	0.012	0.295	0.212	0.558
Arreglos (A)	2	0.000121 **	1.420 **	4.432 **	19.491 **	41.372 **
Error (a)	6	0.000002	0.013	0.082	0.069	0.579
Genotipos (G)	1	0.000000	0.055	2.739 **	30.399 **	55.321 **
AxG	2	0.000003	0.228 *	1.567 **	1.292 *	1.012 **
Error (b)	9	0.000002	0.031	0.078	0.169	0.455
Total	23					
C.V. %		10.93	18.33	6.50	7.84	8.82

*, ** Diferencia significativa al 0.05 y 0.01 de probabilidad. Días = días después de la siembra; CV = Coeficiente de variación.

materia seca, lo cual discrepa con lo encontrado por Putt y Fehr (1951), aun cuando reconocen que, en tres años de estudio, existe una tendencia hacia un incremento de los arreglos estrechos sobre los amplios. En contraste Alles *et al.* (1977) y Radford (1978) reportan incrementos en la producción de girasol en función de la reducción del ancho de surco, de 0.90m a 0.30m y de 1.08m a 0.36m respectivamente, en tanto Robinson (1978) opina que el girasol producirá mayor rendimiento cuando la distancia entre surcos y plantas sea más bien equidistante.

A excepción del muestreo a los 15 días, donde los arreglos a 0.38m (A2) y a 0.20m (A3), fueron estadísticamente iguales, (Cuadro 2), en el resto de los muestreos (30, 45, 60 y 75 días), el arreglo A2 superó estadísticamente a los arreglos A1 y A3, en los muestreos oscilando, en promedio de 45 y 27 % respectivamente, lo cual coincide con Ardell (1998) que reporta un incremento del 13 % con surcos separados a menos de 0.50 m comparados con los de 0.75 m. Además a los 75 días, fue donde se observó mayor producción con el arreglo A2 con 10 ton ha⁻¹ (Cuadro 2).

Respecto a los genotipos, solo se observaron diferencias

altamente significativas en los muestreos a 45, 60 y 75 días, (Cuadro 1), diferencias atribuidas en principio a su arquitectura (Zaffaroni y Schneiter, 1991) lo cual influye en la intercepción de radiación solar y la subsecuente producción de materia seca, pues SAN es un genotipo de porte normal, y SANE lo es de porte enano. En promedio SAN produjo estadísticamente mayor cantidad de MS que SANE en los muestreos a 45, 60 y 75 días, ampliándose las diferencias a través de los muestreos. A los 75 días, se expresó la mayor producción de MS, donde el genotipo SAN produjo 9.2 ton ha⁻¹ contra 6.1 ton ha⁻¹ del genotipo SANE, es decir 33 % superior (Cuadro 4). En términos de eficiencia SAN produjo 123 Kg día⁻¹ contra 81.3 Kg día⁻¹ de SANE.

El efecto de interacción de arreglos x genotipo (AxG) se observó desde los 30 hasta los 75 días; al 0.05 significativa para los 30 y 60 días, y altamente significativa para 45 y 75 días (Cuadro 1). A 30 días, ambos genotipos se comportaron, estadísticamente, de manera similar en los arreglos A1 y A2, en tanto que en A3 fueron diferentes estadísticamente, donde el genotipo SAN produjo un 41 % sobre SANE, (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medias para efectos independientes y su interacción de materia seca total en ton ha⁻¹, en un estudio para evaluar el efecto del patrón de siembra en la producción de materia seca en Girasol (*Helianthus annuus* L.) para Forraje.

DÍAS†	Genotipos	Arreglos			\bar{x}	DMS
		A1	A2	A3		
15	SAN	0.007 a	0.015 a	0.015 a	0.01 a	
	SANE	0.008 a	0.015 a	0.013 a	0.01 a	
	\bar{x}					
30		0.008 b ¹	0.015 a	0.014 a		0.002
	SAN	0.5 a ²	1.3 a	1.2 a	1.0 a	
	SANE	0.5 a	1.5 a	0.7 b	0.9 a	0.3
45		0.5 c	1.4 a	0.9 b		0.1
	SAN	3.6 a	5.9 a	4.5 a	4.6 a	
	SANE	3.6 a	4.2 b	4.1 a	4.0 b	0.3
60			3.6 c	5.1 a	4.3 b	0.3
	SAN	4.7 a	8.4 a	6.0 a	6.4 a	
	SANE	3.3 b	5.6 b	3.5 b	4.1 b	0.4
75			4.0 c	7.0 a	4.8 b	0.3
	SAN	6.2 a	11.0 a	10.2 a	9.2 a	
	SANE	4.8 b	9.1 b	4.5 b	6.1 b	0.6
	\bar{x}	5.5 c	10.0 a	7.4 b		0.9

G1 = SAN, G2 = SANE, 1: Medias marginales con la misma letra son estadísticamente iguales, (DMS = 0.05 P) y 2: Medias de la interacción son comparadas en sentido vertical, (DMS = 0.05 P); †DÍAS=Días después de la siembra.

En los muestreos a los 45, 60 y 75 días, se observó la mayor producción se MS en el arreglo A2, donde SAN superó estadísticamente a SANE. A los 60 y 75 días, ambos genotipos presentaron diferencias estadísticas para los tres arreglos, además de ser las etapas en las que existió la mayor producción de MS; a los 75 días en A2 se observó la máxima producción, donde SAN produjo 11 ton ha⁻¹ contra 9.1 ton ha⁻¹ de SANE. Los rendimientos coinciden con lo reportado por Farías (1984) y Espinoza (1996) con rendimientos de 10 a 14 ton ha⁻¹ de MS.

Los genotipos asociados con la mayor densidad y distribución espacial de las plantas en el arreglo A2, influyó en la producción de materia seca, pues de acuerdo a Johnson (1987), ello condiciona a una menor competencia por agua, suelo y luz. A este respecto Mohammad (2005) encontró que la mayor equidistancia favorece una alta intercepción de radiación y coeficiente de extinción.

Conclusiones

Independientemente del genotipo, el patrón de siembra determinó la producción de materia seca, donde el arreglo con surcos a 0.38 m presentó la mayor producción. El genotipo de altura normal SAN superó a SANE genotipo de porte bajo desde los 45 hasta los 75 días después de la siembra.

Literatura Citada

- Alessi, J., J.F. Power, and D.C. Zimmerman. 1977. Sunflower yield and water use as influenced by planting date, population and row spacing. *Agron. J.* 69: 465 – 469.
- Ardell, H. 1998. Row spacing effects on Sunflower production in minimum and till systems. Agricultural research service; www.nal.usda.gov/ttic/tektran.
- Carlson, P. S. 1990. Biología de la productividad de cultivos. AGT, Ed. S. A. 403 p.
- Espinoza, B. A. 1990. Evaluación del potencial forrajero del girasol (*Helianthus annuus* L.) en la Comarca Lagunera. Informe de Investigación. FAZ - UJED. Venecia, Dgo., México.
- Espinoza, B. A. 1996. Potencial forrajero en genotipos de girasol. P: 45. In: Sahagun, C.J., P. Ramírez V. y F. Castillo G. (eds.). Memorias del XVI Congreso de Fitogenética. SOMEFI. Chapingo, México.
- Farías, J. M. 1984. Girasol para forraje. Resumen del 8º día del forrajero. Centro de Investigación Agrícola del Norte. Campo Agrícola Experimental de la Laguna. INIA. Publicación especial. p. 1 – 3.
- Johnson, R.R. 1987. Crop management. In: Wilcox J.R (ed.) 1987. Soybeans: Improvement, production, and uses. Agron. Monogr. 16. 2nd, ed. ASA. CSSA. And SSSA. Madison, WI. p. 355-390.
- Mohammad J. Z., A. Ghalavand and J. Daneshian. 2005. Effect of planting patterns of sunflower on yield and extinction coefficient. *Agron. Sustain. Dev.* 25: 513-518.
- Putt, E. D and Fehr, J. A. 1951. Effect of plant spacings, row spacings and number of plant per hill on advance hybrid sunflower. *Sci. Agric.* 31: 480 – 491.
- Radford, B. F. 1978. Plant population and row arrangement for irrigated and rainfed oil seed sunflower (*Helianthus annuus* L.) the Darling Downs. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 18: 135.
- Robinson, R.G 1978. Production and culture. In: J.F. Carter (ed). Sunflower Science and Technology. Agronomy 19 Amer. Soc. Agron-Crop Sci. Soc. Amer-SSSA. USA. p. 89-135.
- Robles, S. R. 1978. Girasol (*Helianthus annuus* L.) TECMON-51 primera variedad para forraje formada en México. En: Boletín Bimestral 17: 2-14. División De Ciencias Agropecuarias y Marítimas. ITESM, Monterrey, N. L.
- Robles, S. R. 1980. Producción de textiles y oleaginosas. Primera edición. De. LIMUSA, México, D. F. p. 620.
- SAS (1988). Introductory Guide for personal computer, Release 6.03 Edition. Cary, NC.
- Zaffaroni, E., and A.A. Schneiter. 1989. Water-use efficiency and light interception of semidwarf and standard-height sunflower hybrids grown in different row arrangements. *Agron. J.* 81: 831-836.
- Zaffaroni, E., and A. A. Schneiter. 1991. Sunflower production as influenced by plant type, plant population, and row arrangement. *Agron. J.* 83: 113 - 118.