

## Nota Técnica

# DENSIDAD DE SIEMBRA DEL GIRASOL FORRAJERO<sup>1</sup>

Luis Enrique Escalante-Estrada<sup>2\*</sup>, Yolanda Isabel Escalante-Estrada<sup>\*\*</sup>, Carmen Linzaga-Elizalde\*

**Palabras clave:** Forraje, floración, peso seco, biomasa, Estado de Guerrero, México.

**Keywords:** Forage, flowering, dry weight, biomass, State of Guerrero, Mexico.

Recibido: 26/02/08

Aceptado: 22/05/08

## RESUMEN

Con el objetivo de promover el girasol como un cultivo forrajero, se evaluó el efecto de 4 densidades de siembra (75.000, 100.000, 125.000 y 150.000 plantas.ha<sup>-1</sup>) en el rendimiento de forraje para consumo de ganado. Las evaluaciones fueron realizadas al inicio de la floración. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar. El análisis de varianza mostró que la densidad de siembra modifica significativamente ( $p \leq 0,05$ ) el rendimiento del girasol. Con 75.000 plantas.ha<sup>-1</sup> se obtuvo los valores más altos, por planta, en diámetro del tallo (1,2 cm), peso seco de la hoja (30,3 g), peso seco del tallo (50,7 g), y peso seco total de la planta (98,4 g), también la relación hoja: tallo siempre fue  $>0,7$ . Con la densidad de 150.000 plantas.ha<sup>-1</sup> se logró los valores más altos, por hectárea, en altura de la planta (102,3 cm), peso seco de la hoja (3,3 t.ha<sup>-1</sup>), peso seco del tallo (4,8 t.ha<sup>-1</sup>), y peso seco total de la planta (9,5 t.ha<sup>-1</sup>). Así, la densidad de siembra más alta afectó negativamente la biomasa por planta, pero positivamente la biomasa por hectárea.

## INTRODUCCIÓN

Muchos de los problemas que se presentan actualmente en la ganadería se relacionan con la producción de forraje, la que depende del forraje mismo, del animal que lo consume, del suelo donde se produce y las condiciones climatológicas. En los estados del sur de México, muchas

## ABSTRACT

### Planting density of forage sunflower.

With the objective of promoting sunflower as a forage crop, planting densities of 75.000, 100.000, 125.000 y 150.000 plants.ha<sup>-1</sup> were evaluated on biomass yield for cattle feeding. Data was taken at the beginning of blooming time. A complete randomized blocks design was used. The ANOVA showed that planting density significantly ( $p \leq 0.05$ ) modified the sunflower biomass yield. At 75.000 plants.ha<sup>-1</sup>, plants showed the highest values per plant in stem diameter (1.18 cm), leaf dry weight (30.3 g), stem dry weight (50.7 g), and plant total dry weight (98.4 g); in addition, the leaf:stem ratio was always smaller than 0.70. On the other hand, with 150.000 plants.ha<sup>-1</sup>, the highest values per hectare were obtained in plant height (102.3 cm), leaf dry weight (3.3 t.ha<sup>-1</sup>), stem dry weight (4.8 t.ha<sup>-1</sup>), and plant total dry weight (9.5 t.ha<sup>-1</sup>). Thus, the highest planting density, affected negatively the biomass per plant, while the biomass per hectare was positively affected.

plantas con potencial forrajero no han sido utilizadas, es el caso del girasol. Conociendo la falta de forraje que existe en la región Norte del Estado de Guerrero, sobre todo por la escasez de agua, es factible que se busque nuevos forrajes que se adapten a esta región. El girasol es un cultivo que necesita menos agua que el maíz, el sorgo,

1 El trabajo forma parte de un proyecto de investigación institucional.  
2 Autor para correspondencia correo electrónico: leescalante2003@yahoo.com.mx.

\* Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Iguala, Guerrero México.  
\*\* Instituto de Investigación Científica área de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo Guerrero México.

la alfalfa y la mayoría de las especies cultivadas, por ello tiene potencial como una planta forrajera que se puede cultivar en esta región, aunque su valor nutricional sea ligeramente inferior en comparación con las leguminosas (Escalante y Linzaga 2002).

A medida que crece la planta, desde la brotación de las yemas hasta la madurez, el contenido de proteína disminuye y el de la celulosa aumenta. Esto determina una reducción gradual del valor nutritivo. Además, cuando la planta madura, disminuye la digestibilidad de estos componentes Sánchez (1982), Ortegón et al. (1993), Del Valle (1997) y García (2004).

El manejo de la densidad de siembra es una de las prácticas agrícolas más recomendables para lograr un incremento en la productividad de los cultivos, debido a que con un número apropiado de individuos por unidad de superficie, se logra un mejor aprovechamiento de los recursos hídrico y nutricional. Al elevar la densidad se reduce la biomasa y el rendimiento por planta; sin embargo, la producción de biomasa y el rendimiento de semilla por unidad de superficie son más altos (Escalante 1999, Vega et al. 2001, Aguilar et al. 2002).

Vázquez (2003), García (2004) y Canales (2004), al trabajar con densidades de siembra, encontraron que la planta de girasol se modifica al variar el tamaño de la población, observando que con poblaciones bajas, las plantas tuvieron los valores más altos en el diámetro del tallo, el diámetro del capítulo, el peso del tallo, el peso del capítulo, y el peso de la semilla; los cuales disminuyeron al aumentar la densidad de siembra. También mencionan que a mayor densidad el rendimiento de semilla por hectárea y la altura de la planta se incrementan. Los datos los tomaron cuando la planta llegó a la madurez de cosecha. Vázquez (2003) y Canales (2004), realizaron sus trabajos en diferentes condiciones climáticas, orográficas, edáficas y de msnm. Además, Vázquez (2003) y García (2004), utilizaron las mismas densidades de siembra.

La planta de girasol (línea 58), cosechada antes del inicio de floración, es una alternativa

como forraje ya que es bien aceptada por el ganado. Al realizarle el análisis bromatológico se encontró que tiene un promedio de 2,4% de extracto etéreo (grasa cruda), 29,3% de fibra cruda, 10,6% de proteína cruda, 18,1% de ceniza y un 40,8% de extracto libre de nitrógeno (carbohidratos), y que estos valores pueden variar ligeramente debido a las condiciones climáticas a las cuales está expuesta la planta (Martínez 2003).

Por lo anterior y debido a que en la región Norte del Estado de Guerrero, no existe información sobre la planta de girasol como forraje, se realizó el presente trabajo con el objetivo de evaluar el efecto de la densidad de siembra en la producción de biomasa del girasol forrajero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación y condiciones

El experimento se realizó en el campo experimental del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, en el km 14,5 carretera Iguala-Cocula; a 18° 15' 26" N y 99° 39' 26" O, a una altura de 640 msnm. El clima corresponde al Awo(w)(i)g, que es el más seco de los subhúmedos, con una temperatura media anual de 26,4°C, una media del mes más frío (diciembre) de 23,4°C, la oscilación de temperatura de un mes a otro es 5-7°C, la precipitación media anual es 767 mm. La cantidad de lluvia es mayor en verano que en el resto del año; las lluvias están bien definidas y repartidas entre los meses de mayo a setiembre, no se presentan heladas. Rara vez ocurren granizadas que afectan levemente a los cultivos; el porcentaje de lluvias invernales es <5% anual. Los vientos dominantes provienen del sur y son húmedos y de baja intensidad (García 1988).

### Suelo

El suelo donde se sembró el girasol, es un vertisol, con pH=7,6, un efecto despreciable de salinidad (C.E=0,12 d.S.m<sup>-2</sup>), 1,5% de materia orgánica, 0,07% de N total, 14 mg.l<sup>-1</sup> de P, 45 meq.100 g<sup>-1</sup> de Ca<sup>2+</sup>, 4,9 meq.100 g<sup>-1</sup> de Mg<sup>2+</sup>, y 0,3 meq.100 g<sup>-1</sup> de K<sup>+</sup>. Para la determinación del

P extraíble se utilizó la metodología de Olsen y Dean (Escalante et al. 2007).

### Material vegetal

Para el presente trabajo se utilizó la línea 58 de girasol, seleccionada por Escalante y Linzaga. Se estudió la respuesta del cultivo de girasol a 4 densidades de siembra: 75.000, 100.000, 125.000, 150.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, bajo condiciones de riego. Para la investigación en el campo, se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 4 tratamientos y 4 repeticiones, generando 16 unidades experimentales. Cada unidad experimental consistió de 4 surcos, de 0,80 m de ancho por 5 m de largo.

### Conducción del experimento

La siembra se realizó en forma manual el 12 de diciembre del 2004, dejando 8 semillas en el talud del surco. La distancia entre plantas fue 0,5 m. Se fertilizó a los 29 días después de la siembra, a 10 cm de la base del tallo de la planta; se utilizó sulfato de amonio (20,5% N) y superfosfato de calcio simple (19,5% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), se aplicó 120-60-00 kg.ha<sup>-1</sup> en todos los tratamientos. El 8 de enero del 2005 se realizó un raleo, dejando 3, 4, 5, 6 plantas según el tratamiento. El 20 de enero de 2005 se lleva a cabo una deshierba manual y una aporca. Se realizó 5 riegos por gravedad con intervalos de 14 a 15 días, según las exigencias del cultivo. No fue necesaria la aplicación de pesticidas debido a que no hubo problemas fitosanitarios.

### Variables a evaluar

La toma de datos se realizó a inicios de floración (55 días después de la siembra) debido a que en esta etapa es consumida por el ganado. Se utilizó 5 plantas de la parcela útil, a las cuales se les midió las siguientes variables: altura de la planta (AP), diámetro del tallo (DT), peso seco de la hoja por planta (PSHP), peso seco del tallo por planta (PSTAP), relación hoja tallo (RHT), peso seco del capítulo en formación por planta (PSCFP), peso seco total por planta (PSTOP), peso seco de la hoja por hectárea (PSHha), peso

seco del tallo por hectárea (PSTAha), peso seco del capítulo en formación por hectárea (PSCFha) y el peso seco total por hectárea (PSTOha).

A todas las variables, se les realizó un análisis de varianza. Además a las variables en estudio que resultaron ser significativas, se les realizó la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ) (Martínez-Garza 1988). El análisis se llevó a cabo con el programa SAS (1999).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar el análisis de varianza a las variables en estudio se encontró que existen diferencias a  $p < 0,05$  por efecto de las densidades de siembra utilizadas (Cuadros 1 y 2). El coeficiente de variación obtenido en estas variables no fue mayor de 15%, lo cual indica que los resultados obtenidos son confiables.

**Altura de la planta (AP).** Las plantas correspondientes a una densidad de siembra de 150.000, tuvieron la mayor AP (102,3 cm) y las plantas que estuvieron a una densidad de 75.000 una AP de 89,7 cm (Cuadro 1). Existe una diferencia de 12,6 cm entre ambas densidades, lo que indica que a mayor densidad, la planta tiene mayor competencia de luz, lo cual hace que tenga una mayor altura.

**Diámetro del tallo (DT).** En el cuadro 1, se observa que las plantas sembradas a 75.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, tienen el mayor DT (1,18 cm) y las plantas a 150.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, tienen el menor DT (0,91 cm). Existe una diferencia numérica de 0,27 cm entre ambas densidades, lo cual indica que el tamaño de la población modifica el diámetro del tallo de la planta de girasol.

**Peso seco de la hoja por planta (PSHP).** El mayor PSHP se obtuvo a 75.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, siendo de 34,3 g.planta<sup>-1</sup>. El menor PSHP se obtuvo a 150.000 plantas.ha<sup>-1</sup> con un valor de 22,3 g.planta<sup>-1</sup> (Cuadro 1). Existe una diferencia de 12 g entre ambas densidades.

Cuadro 1. Efecto de la densidad siembra (DP) en la altura de la planta (AP), el diámetro del tallo (DT), el peso seco de la hoja por planta (PSHP), el peso seco del tallo por planta (PSTAP), la relación hoja tallo (RHT), el peso seco del capítulo en formación por planta (PSCFP) y el peso seco total por planta (PSTOP) de girasol de la línea 58.

DP plantas.ha <sup>-1</sup>	AP (cm)	DT (cm)	PSHP (g.planta <sup>-1</sup> )	PSTAP (g.planta <sup>-1</sup> )	RHT	PSCFP (g.planta <sup>-1</sup> )	PSTOP (g.planta <sup>-1</sup> )
75.000	89,7 b	1,18 a	34,33 a	50,7 a	0,67 a	13,34 a	98,37 a
100.000	92,3 a	1,13 a	26,67 b	41,0 b	0,65 a	10,80 a	78,47 b
125.000	98,0 a	0,95 b	23,00 b	34,7 b	0,66 a	9,60 ab	67,30 b
150.000	102,3 a	0,91 b	22,33 b	32,3 b	0,69 a	8,46 ab	63,09 b
Nivel de significancia	*	*	*	*	NS	*	*
C.V. (%)	10,8	10,0	11,5	13,3	10,2	14,1	12,2

Nota: Promedios con la misma letra dentro de la columna son estadísticamente iguales a  $p < 0,05$ .

**Relación hoja tallo (RHT).** No hubo diferencias estadísticamente significativas de RHT, debido a las densidades de siembra, encontrándose valores de 0,69-0,65 (Cuadro 1). Araya y Boschini (2005), con *Pennisetum purpureum*, encontraron que la RHT siempre fue  $< 1$ , en las variedades Taiwán (0,65), King Grass (0,62), Gigante (0,54), Camerún (0,65) a excepción del genotipo Elefante Enano (1,73).

**Peso seco del tallo por planta (PSTAP).** A la densidad de 75.000 plantas.ha<sup>-1</sup> el PSTAP es de 50,7 g, este valor va disminuyendo conforme se incrementa la densidad de siembra, hasta tener 32,3 g en la densidad de 150.000 plantas.ha<sup>-1</sup> (Cuadro 1). Existe una diferencia de 18,4 g entre ambas densidades.

**Peso seco del capítulo en formación por planta (PSCFP).** Las plantas de girasol sembradas a 75.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, tienen el mayor PSCFP (13,3 g); el menor PSCFP se observa en la densidad de 150.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, con 8,5 g.planta<sup>-1</sup> (Cuadro 1). Por lo que existe una diferencia de 4,9 (g.planta<sup>-1</sup>) entre ambas densidades.

**Peso seco total de la planta (PSTOP).** En el cuadro 1, se observa que el PSTOP disminuye conforme se incrementa la densidad de población;

el menor PSTOP (63,1 g) se obtiene a la densidad de 150.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, y el mayor PSTOP (98,4 g) a la densidad de 75.000 (plantas.ha<sup>-1</sup>) (Cuadro 1). Lo que indica una diferencia de 35,3 g entre ambas densidades.

Se observa en los resultados de las plantas que estuvieron en la menor densidad de siembra (75.000 plantas.ha<sup>-1</sup>), tuvieron los valores más altos en las variables: **DT, PSHP, PSTAP, PSCFP, PSTOP**, estos valores fueron disminuyendo conforme se incrementó la densidad, mostrando valores más bajos a la densidad mayor (150.000 plantas.ha<sup>-1</sup>). Esto se debe a que a mayor densidad de siembra, la planta posee mayor competencia por agua, luz y nutrimentos, necesarios para realizar fotosíntesis y elaborar fotosintatos para la formación de biomasa, que se manifiesta en el peso seco de la planta. Resultados similares encontraron Escalante (1999), Vega et al. (2001), Aguilar et al. (2002), Vázquez (2003), García (2004), y Canales (2004).

**Peso seco de la hoja por hectárea (PSHha).** En el cuadro 2, se observa que la densidad de siembra de 75.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, produce menor PSHha (2,6 t.ha<sup>-1</sup>), y conforme se incrementa la densidad también se incrementa la producción de PSHha en 150.000 plantas.ha<sup>-1</sup> se produce 3,3 t.ha<sup>-1</sup>.

**Peso seco del tallo por hectárea (PSTAha).** A una densidad de 150.000 plantas.ha<sup>-1</sup> se obtiene el mayor PSTAha (4,8 t.ha<sup>-1</sup>); por su parte, el menor PSTAha (3,8 t.ha<sup>-1</sup>) se obtuvo con la densidad de 75.000 plantas.ha<sup>-1</sup> (Cuadro 2).

**Peso seco del capítulo en formación por hectárea (PSCFha).** Se observa en el cuadro 2, que el mayor PSCFha (1,3 t.ha<sup>-1</sup>), se tiene con 150.000 plantas.ha<sup>-1</sup> y el menor PSCFha (1 t.ha<sup>-1</sup>), con 75.000 plantas.ha<sup>-1</sup>.

**Peso seco total de la planta por hectárea (PSTOha).** En el cuadro 2, se observa el PSTOha aumenta conforme se incrementa la densidad de población, donde el mayor PSTOha (9,5 t.ha<sup>-1</sup>) se logra con la densidad de 150.000 plantas.ha<sup>-1</sup> y el menor PSTOha (7,4 t.ha<sup>-1</sup>) con 75.000 plantas.ha<sup>-1</sup> (Cuadro 2).

Se observa que las plantas que estuvieron a la menor densidad de población (75.000 plantas.ha<sup>-1</sup>), mostraron los valores más bajos en las variables: **PSHha, PSTAha, PSCFha y PSTOha**, valores que fueron aumentando conforme se incrementó la densidad de siembra, hasta lograr los valores más altos con 150.000 plantas.ha<sup>-1</sup>. Resultados similares obtuvieron Escalante (1999), Vega et al. (2001), Aguilar et al. (2002), Vázquez (2003), García (2004), y Canales (2004).

También se encontró que el peso seco de los órganos estructurales de la planta es afectado por los cambios en densidad de siembra, donde el tallo presenta el peso mayor por planta. Además, el peso seco de todos los órganos estructurales de la planta tiende a disminuir conforme se eleva la densidad de siembra. Resultados similares informan Escalante (1999), Vega et al. (2001), Aguilar et al. (2002), Vázquez (2003), García (2004) y Canales (2004).

La producción de biomasa de la planta de girasol, está directamente relacionada con el área foliar que desarrolle el cultivo, teniendo como recursos el agua, la luz y los nutrientes del suelo que intervienen en sus procesos fisiológicos. El aprovechamiento óptimo de estos recursos varía de acuerdo a la densidad de siembra, que causa una competencia por estos recursos entre las plantas, lo que incide directamente en la producción de biomasa.

Densidades de siembra bajas, aunque produzcan más hojas, ya que los tallos serán más gruesos y lignificados, se obtendrá menos forraje aceptable por el ganado.

## CONCLUSIONES

La producción de biomasa por planta se ve afectada negativamente si se utiliza una densidad de siembra alta; sin embargo, a la misma densidad

Cuadro 2. Efecto de la densidad de siembra (DP) en el peso seco de la hoja por hectárea (PSHha), el peso seco del tallo por hectárea (PSTAha), peso seco del capítulo en formación por hectárea (PSCFha) y el peso seco total por hectárea (PSTOha) de girasol de la línea 58.

DP plantas.ha <sup>-1</sup>	PSHha (t.ha <sup>-1</sup> )	PSTAha (t.ha <sup>-1</sup> )	PSCFha (t.ha <sup>-1</sup> )	PSTOha (t.ha <sup>-1</sup> )
75.000	2,57 b	3,80 b	1,00 b	7,37 b
100.000	2,67 b	4,10 b	1,08 b	7,85 b
125.000	2,88 b	4,33 ab	1,20 a	8,41 b
150.000	3,35 a	4,84 a	1,27 a	9,46 a
Nivel de significancia	*	*	*	*
C.V. (%)	11,5	13,3	14,1	12,2

Nota: Promedios con la misma letra dentro de la columna son estadísticamente iguales a p<0,05.

se obtiene una mayor producción de biomasa por unidad de superficie.

Las plantas que crecieron a una densidad de 75.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, mostraron los valores más altos en diámetro del tallo, peso seco de la hoja por planta, peso seco del tallo por planta, peso seco del capítulo en formación por planta y peso seco total por planta.

Con 150.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, se obtuvo los valores, por hectárea, más altos en altura de la planta, peso seco de la hoja, peso seco del tallo, peso seco del capítulo en formación y el peso seco total.

### LITERATURA CITADA

- AGUILAR G.L., ESCALANTE E.J.A., RODRIGUEZ G.M.T., FUCIKOVSKY Z.L. 2002. Materia seca, rendimiento y corriente geofitoeléctrica en girasol. Rev. Terra. México. 20:277-284.
- ARAYA M.M., BOSCHINI F.C. 2005. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la meseta central de Costa Rica. Rev. Agronomía Mesoamericana 16(1):37-43.
- CANALES S.E. 2004. Efecto de la densidad de población sobre el rendimiento de girasol (*Helianthus annuus* L.), sembrado en Cocula, Guerrero. Tesis de Licenciatura. Centro de Estudios Profesionales. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula Guerrero, México. 45 p.
- DEL VALLE L. 1987. El cultivo moderno del girasol. Editorial De Vecche, S.A. Barcelona, España. p. 60-64.
- ESCALANTE J.A. 1999. Área foliar, senescencia y rendimiento del girasol de humedad residual en función del nitrógeno. Rev. Terra. México. 17:149-157.
- ESCALANTE E.L.E., LINZAGA E.C. 2002. Introducción a la fitotecnia. Centro de Estudios Profesionales. Colegio Superior Agropecuario del estado de Guerrero. Cocula Guerrero México. 72 p.
- ESCALANTE E.L.E., ESCALANTE E.Y.I., LINZAGA E.C. 2007. La fertilización nitrogenada en el rendimiento del girasol en México. Rev. Agronomía Costarricense 31(2):95-100.
- GARCIA M.E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana). 4ª ed. Talleres offset Larios. México, D. F. 220 p.
- GARCIA R.A. 2004. Densidad de población en girasol sembrado en Ixtapan de la Sal, estado de México. Tesis de licenciatura. Centro de Estudios Profesionales. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula Guerrero, México. 47 p.
- MARTÍNEZ-GARZA A. 1988. Diseños experimentales: métodos y elementos de teoría. Editorial Trillas. México. 756 p.
- MARTINEZ Z.S. 2003. Efecto de la densidad de población sobre el rendimiento de girasol (*Helianthus annuus* L.) para consumo de ganado. Tesis de licenciatura. Centro de Estudios Profesionales. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula Guerrero, México. 53 p.
- ORTEGON M.A.S., ESCOBEDO M.A., LOERA G.J., DIAZ F.A., ROSALES R.E. 1993. El girasol. Editorial Trillas. México D.F. 191 p.
- SANCHEZ P.A. 1982. Cultivos oleaginosos. Editorial Trillas. México D. F. 72 p.
- SAS. 1999. SAS OnlineDoc®. Version 8. Cary, NC. Statistical Analysis System Institute Inc.
- VAZQUEZ C.G. 2003. Densidad de población en girasol (*Helianthus annuus* L.). Tesis de Licenciatura. Centro de Estudios Profesionales. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula Guerrero, México. 37 p.
- VEGA M.R., ESCALANTE E.J.A., SANCHEZ G.P., RAMIREZ A.C., CUENCA A.E. 2001. Asignación de biomasa y rendimiento de girasol con relación al nitrógeno y densidad de población. Rev. Terra. México. 19:75-81.