

EFECTO DE LA ÉPOCA DE SIEMBRA, DISTANCIA ENTRE HILERAS Y FERTILIZACIÓN SOBRE EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL AJONJOLÍ (*Sesamum indicum* L.)

Jesús M. Ávila¹ e Yván E. Graterol¹

RESUMEN

El cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en Venezuela presenta rendimientos promedios que no superan 500 kg·ha⁻¹. Con el objetivo de generar nuevas prácticas agronómicas que permitan incrementar los rendimientos, se evaluó el efecto de las épocas de siembra, distancias entre hileras y fertilización orgánica e inorgánica. En ese sentido, se condujo un experimento en el campo experimental Turén, estado Portuguesa, durante los ciclos 1996-1997 y 1997-1998. Se utilizó un diseño experimental de parcelas sub-divididas en bloques al azar con cuatro repeticiones. En la parcela principal se ubicó la fertilización (testigo, 250 kg ·ha⁻¹ de fosfato diamónico, y uso de frijoles chino y bayo incorporados como abonos verdes). En las sub-parcelas se ubicaron las épocas (tres fechas de siembra entre diciembre y enero), y en las sub-sub parcelas las distancias entre hileras (0,15; 0,30 y 0,60 m). Las variables evaluadas fueron la altura de planta, número de cápsulas por planta y producción. No se observó una tendencia clara para los tratamientos de fertilizantes. No se detectó un efecto consistente sobre la altura de las plantas pero el número de cápsulas por planta aumentó progresivamente hacia los mayores espaciamientos entre hileras. El mayor rendimiento se logró en las siembras realizadas en diciembre. Con la distancia entre hileras de 0,15 m se incrementaron los rendimientos del ajonjolí en 3,8 y 1,8 veces al comparar con las distancias de 0,60 y 0,30 m, respectivamente. El incremento de los rendimientos a la distancia de 0,15 m entre hileras permite recomendar esta práctica a los productores de ajonjolí en la zona.

Palabras clave adicionales: Prácticas agronómicas, abonos verdes, densidad de siembra

ABSTRACT

Planting date, row spacing and fertilizer effects on growth and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.)

In the producing areas in Venezuela, the yield of sesame approaches only 500 kg·ha⁻¹. As a way to obtain yield increases the effects of sowing dates, row spacing and fertilization were evaluated. The experiment was conducted in Turén, Portuguesa State, Venezuela, during the 1996-1997 and 1997-1998 crop seasons. A split-split-plot design with four replications was used. Four fertilizer treatments were allocated to the main plot (control, 250 kg·ha⁻¹ of diammonium phosphate, and chinese a cowpea beans incorporated into soil as green cover crops). Sowing dates (three different dates between December and January) were placed on the subplot. Row spacing was placed on the sub-subplot (0.60, 0.30 and 0.15 m between rows). It was evaluated the plant height, number of pods per plant, and grain yield. The fertilizer effect was not consistent on the two seasons. There was no consistent effect on plant height, but the number of pods per plant increased continuously toward the higher row spacing. Grain yields tended to decrease as planting date was delayed in both seasons. Greater grain yields were found at the lowest row spacing (0.15 m), reaching 3.8 and 1.8 more yield than those obtained at 0.60 and 0.30 m row spacing, respectively. The yield increase using the lowest spaced rows (0.15 m) allows this practice to be advised to the sesame farmers in the zone.

Additional key words: Cultural practices, organic fertilizer, planting density

INTRODUCCIÓN

En la siembra tradicional del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en el estado Portuguesa, Venezuela, se utiliza una distancia de siembra de 0,60 m entre hileras, con poca o ninguna fertilización, y siembra después del 20 de diciembre para evitar posibles pérdidas por lluvias inesperadas. Bajo

este esquema, los rendimientos promedios oscilan alrededor de 500 kg·ha⁻¹.

Existen prácticas de manejo agronómico que pueden mejorar los rendimientos del ajonjolí sin incrementar considerablemente los costos directos de producción. Entre éstas se encuentra la selección de una época de siembra que permita el máximo aprovechamiento de la humedad

Recibido: Enero 16, 2004

Aceptado: Mayo 27, 2005

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. (INIA), CIAE-Portuguesa. Apdo. 102. Acarigua, estado Portuguesa, Venezuela. email: jeavime@hotmail.com

almacenada en el suelo para este cultivo de secano y que garantice a la planta completar satisfactoriamente su ciclo vegetativo.

En estudios realizados por Ávila (2000) se concluyó que las siembras tempranas permitieron un mejor desarrollo y un mayor rendimiento ya que las tardías fueron afectadas por un agotamiento de la humedad del suelo debido a la falta de precipitación y al aumento de la demanda evapotranspirativa del ambiente. Otros autores mencionan el efecto de las épocas de siembra sobre el rendimiento del ajonjolí (Dhoble et al., 1993; Nath et al., 2000; Rai et al., 1999).

Con relación al uso de fertilizantes, diversos autores han encontrado efectos sobre el crecimiento y producción del cultivo (Mondal et al., 1992, Mohandoss, 2001; Narkhede et al., 2001). Particularmente, al uso de abonos verdes se le atribuyen, entre otros, beneficios relacionados con mejoras en la infiltración del agua y en el desarrollo de las raíces, y mantenimiento de la humedad del suelo (Neto et al., 1993; Mielniczuk et al., 1993). En cuanto a las densidades de siembra, Ávila et al. (1992) encontraron que el rendimiento aumentaba al disminuir progresivamente la distancia entre hileras de 80 a 50 cm. El efecto de la densidad de siembra sobre variables de altura de la planta, número de cápsulas y rendimiento ha sido reportado por diversos autores (Quayyum et al., 1990; Gnanamurthy et al., 1992; Manivannan et al., 1993).

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de las épocas de siembra, distancia entre hileras y aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos sobre el crecimiento y rendimiento del ajonjolí en Turén, estado Portuguesa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se condujo en el campo experimental Turén, localizado en la Colonia Agrícola Turén, estado Portuguesa, Venezuela, durante los ciclos 1996-1997 y 1997-1998. El suelo es clasificado como fluvaquentic ustropepts del orden inceptisol, presentando los valores de parámetros físicos y químicos que se muestran en el Cuadro 1, donde se constata los bajos valores de los elementos nutritivos, por lo cual fue necesario fertilizar el suelo. Se utilizaron abonos verdes y un

fertilizante contentivo de nitrógeno y fósforo ya que el potasio es requerido en bajas cantidades por el cultivo (Weiss, 1983).

La precipitación anual promedio es de 1400 mm, pero durante el período de los ensayos (entre los meses de diciembre y marzo) fue inferior a 20 mm. La temperatura promedio fue de 27 °C con una máxima de 36 y mínima de 16 °C, evaporación diaria promedio de 6,5 mm y una humedad relativa promedio que osciló entre 76 y 88 %.

Se utilizó la variedad de ajonjolí Píritu en un diseño experimental de parcelas sub-sub-dividas con cuatro repeticiones. En las parcelas principales se ubicaron las cuatro formas de fertilización, conformadas por franjas de 13 m de ancho, consistentes en dos formas de abonos verdes, otra de fertilizante químico y un testigo sin fertilización. Los abonos verdes fueron frijol bayo (*Vigna unguiculata* L. Walp.) y frijol chino (*Vigna radiata*), sembrados durante la última semana de noviembre e incorporados aproximadamente tres semanas después (al inicio de la floración). En este momento también se aplicó el fertilizante químico, consistente en 250 kg·ha⁻¹ de fosfato diamónico. Las franjas se sub-dividieron en tres parcelas de 4 m de ancho donde fueron ubicadas al azar las tres fechas de siembra. Éstas, a su vez, se sub-dividieron en tres franjas de 1,20 m para colocar al azar las tres distancias entre hileras (0,60; 0,30 y 0,15 m), sembrados a chorro corrido y dejando después de entresacar, entre 18 y 20 plantas por metro lineal.

Cuadro 1. Caracterización del suelo en el estrato 0-20 cm en el campo experimental Turén, estado Portuguesa

Parámetro	Valor
Arena (%)	39,6
Limo (%)	40,8
Arcilla (%)	19,6
P (ppm)	7
K (ppm)	36
Ca (ppm)	>2000
Materia orgánica (%)	2,30
pH (1: 2,5)	8,20
C.E. (dS/m)	0,14

Las épocas de siembra del ensayo correspondiente al ciclo 1996-1997 fueron: 20-12-96, 27-12-96 y 03-01-97, y las de cosecha fueron: 02-04-97, 08-04-97 y 15-04-97. Las fechas de

siembra en el ensayo conducido durante el ciclo 1997-1998 fueron 22-12-97, 06-01-98 y 12-01-98, y las de cosecha fueron 05-04-98 y 12-04-98 las cuales correspondieron a las dos primeras fechas de siembra ya que la tercera fecha no fue considerada debido al ataque de plagas y/o a la falta de humedad en el terreno, lo cual afectó el desarrollo total de las plantas. En la segunda fecha de siembra para este mismo ciclo, solamente fueron considerados los componentes del rendimiento en plantas tomadas al azar en sectores de las hileras donde se presentaba una buena competencia entre ellas.

Para la determinación del rendimiento se cosechó toda la sub-subparcela mientras que para las mediciones de altura cápsulas por planta y producción por planta se tomaron tres plantas al azar en cada sub-sub-parcela. Para lograr una distribución normal de los datos de rendimiento por parcela, los valores originales fueron transformados según conversión logarítmica. Se aplicó análisis de varianza y prueba de medias según MDS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el ciclo 1996-1997 el rendimiento resultó afectado por la forma de fertilización (F), la época de siembra (E), la distancia entre hileras (D) y por la interacción F x E (Cuadro 2). La forma de fertilización y la época de siembra afectaron todas las variables estudiadas mientras que la distancia entre hileras afectó el número de cápsulas, la producción por planta y el rendimiento. El efecto de fertilización no mostró un comportamiento consistente en los dos ciclos evaluados. El rendimiento resultó superior en las dos primeras épocas en comparación con la tercera pero esta respuesta no fue consistente en todas las formas de fertilización como lo indica la significancia de la interacción. Aunque la interacción F x E resultó significativa para rendimiento, el mayor valor del cuadrado medio de E fue significativo ($P \leq 0,01$) y mucho mayor que el efecto de la interacción, por lo que la variación en el rendimiento se atribuyó en mayor grado al efecto de las épocas de siembra. El mismo razonamiento se aplica al resto de las variables estudiadas: altura de planta, cápsulas por planta y producción por planta (Cuadro 2). Los rendimientos fueron 54 y 82 % mayores en la primera y segunda épocas en comparación con la

tercera, respectivamente, indicando una tendencia a la obtención de mayores rendimientos en las siembras de diciembre con relación a las siembras de enero.

Al estudiar el efecto de las épocas de siembra sobre las variables altura, número de cápsulas, producción por planta y rendimiento (Cuadro 2) se observa que los valores resultaron estadísticamente superiores en la segunda época de siembra, aunque la variable altura fue estadísticamente igual a la de la tercera época y el rendimiento fue igual al de la primera época. El efecto de las épocas de siembra ha sido atribuido por otros autores a las variaciones en condiciones ambientales y humedad del suelo en estas siembras de secano (Ávila, 2000; Nath et al., 2001; Suryavanshi et al., 1993).

La distancia de siembra afectó el rendimiento, el número de cápsulas y la producción por planta (Cuadro 2). El rendimiento resultó ser 3,8 y 1,8 veces mayor en la distancia de 0,15 m cuando se comparó con las distancias de siembra de 0,60 y 0,30 m, respectivamente. La producción por planta, en contraste, resultó ser superior en la distancia de 0,60 m en comparación con la de 0,15 m. Este resultado se atribuye a la menor competencia entre plantas en la mayor distancia y una mayor cantidad de plantas en la menor distancia. Similares resultados fueron presentados por Ávila et al. (1992), Gnanamurthy et al. (1992) y Manivannan et al. (1993).

Aunque la interacción F x E x D resultó significativa para altura de planta, el valor mayor del cuadrado medio del efecto época en comparación con el de fertilización y distancia indica que las variaciones en el comportamiento de la altura pueden ser explicadas en mayor parte por el efecto principal de la época de siembra.

En el Cuadro 3 se presentan los valores de los promedios para las variables estudiadas durante el ciclo 1997-1998. El rendimiento fue afectado solamente por la distancia entre hileras, superando la distancia de 0,15m en 3,1 y 1,9 veces a las distancias 0,60 y 0,30 m, respectivamente (Cuadro 3). La altura de planta resultó afectada por la época de siembra y por las interacciones F x E, F x D y F x E x D; sin embargo, el mayor valor del cuadrado medio del efecto época de siembra explica mejor esta variación. Las plantas resultaron aproximadamente 16 cm más altas en la primera época en comparación con la segunda. El

número de cápsulas resultó afectado por la fertilización, época, distancia de siembra y la interacción F x E x D; sin embargo, la interacción de tercer orden puede considerarse irrelevante ya que el mayor cuadrado medio de los efectos

principales explicó mejor esta variación. La producción por planta resultó afectada por la forma de fertilización, la época de siembra, la distancia entre hileras y la interacción F x E (Cuadro 3).

Cuadro 2. Efecto de la fertilización, épocas y distancias de siembra sobre el crecimiento y producción del ajonjolí. Turén, estado Portuguesa. Ciclo 1996-1997

Efectos	Tratamiento	Altura de planta (cm)	Cápsulas por planta (N°)	Producción por planta (g)	Rendimiento kg·ha ⁻¹
Fertilización	Testigo	119,9 b	25,02 b	3,67 b	1037 b
	Fríjol chino	135,1 a	32,97 a	5,02 a	1476 a
	F. Diamónico	121,6 b	25,08 b	3,75 b	1279 ab
	Fríjol Bayo	131,5 ab	27,77 ab	5,20 a	1839 a
Época	20/12/96	110,1 b	25,52 b	3,93 b	1439 a
	27/12/96	140,6 a	31,79 a	5,22 a	1699 a
	03/01/97	130,4 a	25,82 b	4,09 b	932 b
Distancia	0,60 m	110,0 a	30,30 a	4,80 a	687 c
	0,30 m	140,6 a	27,30 ab	4,40 ab	1255 b
	0,15 m	130,4 a	25,50 b	3,90 b	2644 a
F x E		ns	ns	ns	
F x D		ns	ns	ns	ns
E x D		ns	ns	ns	
F x E x D		*	ns	ns	
CV (%)		5,49	22,54	24,09	15,29

Medias con la misma letra en la misma columna son iguales de acuerdo a la prueba MDS ($P \leq 0,05$)

Las plantas de ajonjolí produjeron aproximadamente 37% más cápsulas en la primera época en comparación con la segunda durante el ciclo 1997-1998, mientras que la altura de planta fue 17% mayor en la primera época comparada con la segunda (Cuadro 3). En promedio, el número de cápsulas fue menor y la altura de

planta mayor que los valores reportados por Laurentin et al. (2004) para ocho genotipos diferentes de ajonjolí en esta misma zona.

La producción por planta varió de acuerdo a la época de siembra y la forma de fertilización como lo indica la significancia de la interacción F x E.

Cuadro 3. Efecto de la fertilización, épocas y distancias de siembra sobre el crecimiento y producción del ajonjolí. Turén, estado Portuguesa. Ciclo 1997-1998

Efecto	Tratamiento	Altura de planta (cm)	Cápsulas por planta	Producción por planta (g)	Rendimiento ¹ (kg·ha ⁻¹)
Fertilización	Testigo	97,94 a	21,46 c	2,88 b	1258 a
	Fríjol chino	94,07 a	21,88 c	2,99 b	1531 a
	F. Diamónico	104,42 a	23,84 b	3,15 ab	1546 a
	Fríjol Bayo	104,93 a	27,08 a	3,58 a	1526 a
Época	22-12-97	108,26 a	27,30 a	2,92 b	1497
	06-01-98	92,42 b	19,83 b	3,38 a	-
Distancia	0,60 m	101,90 a	27,55 a	3,43 a	764 c
	0,30 m	100,80 a	22,93 b	3,32 a	1255 b
	0,15 m	98,20 a	20,21 c	2,69 b	2400 a
F x E		*	ns	**	
F x D		*	ns	ns	ns
E x D		ns	ns	ns	
F x E x D		*	*	ns	
CV(%)		6,35	21,31	18,71	5,02

Medias con la misma letra en la misma columna son iguales de acuerdo a la prueba MDS ($P \leq 0,05$). El rendimiento solamente fue estudiado en la primera época. No se recabó información en la tercera época

En la primera época la producción por planta fue mayor en los tratamientos de frijol bayo y frijol chino usados como abonos verdes, en comparación con el tratamiento con fosfato diamónico y el testigo (Cuadro 4). En contraste, en la segunda época, los tratamientos frijol bayo y fosfato diamónico no presentaron diferencias con el testigo. Estos resultados parecen indicar una mayor efectividad de los abonos verdes sobre esta variable en las siembras tempranas.

Cuadro 4. Efecto de la interacción F x E sobre la producción por planta del ajonjolí. Turén, estado Portuguesa. Ciclo 1997-1998.

Epoca	Testigo	Frijol chino	Fosfato diamónico	Frijol bayo
02-01-97	2,11 c	3,26 a	2,68 b	3,60 a
06-01-98	3,65 a	2,70 b	3,63 a	3,56 a

Medias con la misma letra en la misma fila son iguales de acuerdo a la prueba MDS ($P \leq 0,05$)

Con respecto a las distancias entre hileras, las plantas de ajonjolí produjeron 20 y 36% más cápsulas por planta en la distancia de 0,60 m en comparación con las de 0,30 y 0,15 m, respectivamente. La producción por planta resultó inferior en la distancia de 0,15 m en comparación con las distancias 0,30 y 0,60 m. Similares resultados han sido reportados por Quayyum et al. (1990) y Ávila et al. (1992).

CONCLUSIONES

El rendimiento del ajonjolí se incrementó, en promedio, hasta 3,5 veces en la distancia de 0,15 m en comparación con la distancia tradicional de 0,60m, lo que permite recomendarla al productor.

La siembra temprana (diciembre) produjo mayor rendimiento que la siembra realizada en enero, mientras que el efecto de la fertilización no fue consistente durante los dos ciclos evaluados.

LITERATURA CITADA

1. Ávila, J. 2000. Épocas de siembras del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en Portuguesa, Venezuela. Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología 18(1): 23-38.
2. Ávila, J., J. Hernández y T. Acevedo. 1992. Efecto de la distancia de siembra entre hileras sobre el comportamiento de cuatro variedades de ajonjolí. *Sesamum indicum* L. Agron. Trop. 42(5-6): 307-320.
3. Dhoble, M., T. Chimanshette y V. Sondge. 1993. Appraisal of yield-plant density relation in rainy season sesame (*Sesamum indicum* L.) on vertisols. Indian J. Agri. Sci. 63(3): 157-159.
4. Laurentin, H., D. Montilla y V. García. 2004. Relación entre el rendimiento de ocho genotipos de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) y sus componentes: Comparación de metodologías. Bioagro 16(3): 153-162.
5. Gnanamurthy, P., S. Thangavelu and P. Balasubramanian 1992. Optimizing plant density and N rates for sesame. Sesame and Safflower Newsletter 7: 28-30.
6. Manivannan, N., A. Mothilal, R. Selvakumar, R. Alakgarsam y J. Ganesam. 1993. Effect of spacing on seed yield in sesame (*Sesamum indicum* L.). Sesame and Safflower Newsletter 8: 59.
7. Mielniczuk, J., L. Testa, J. Texeira, F. Paladín, y C. Bayer. 1993. Reunraça da produtividade do solo por sistemas de cultivos. Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária. Paraná, Brasil pp. 57-164.
8. Mohandoss, M. 2001. Effect of soil incorporation of paddy rice husk on the grow and yield parameters of sesame and on soil physique-chemical characteristics. Sesame and Safflower Newsletter 16: 60-61.
9. Mondal, S., D. Verna y S. Kuila. 1992. Effect of organic and inorganic sources of nutrients on growth and seed yield of sesame (*Sesamum indicum* L.). Indian J. Agri. Sci. 64(4): 258-262.
10. Narkhede, T., D. Wadile y R. Suryawanshi. 2001. Integrated nutrient management in rained

- sesame (*Sesamun indicum* L.) in assured rainfall zone. Sesame and Safflower Newsletter 16: 57-59.
11. Nath, R., P. Chakraborty y A. Chakraborty. 2000. Effect of microclimatic parameters at different dates on capsule production of sesame (*Sesamum indicum*) in a tropical humid region. J. Agron. and Crop. Sci. 184(4): 247-252.
12. Nath, R., P. Chakraborty y A. Chakraborty. 2001. Effect of climatic variation on yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) at different date of sowing. J. Agron. and Crop Sci. 186(2): 97-102.
13. Neto, A., N. Machado y M. Schon, 1993. A influencia de diferentes coberturas verdes sobre as culturas de milho e soja. Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária. Paraná, Brasil. pp. 110-115.
14. Quayyum, S., M. Rajput, A. Ansari y G. Umrani. 1990. Effect of different inter and intro row spacing on various agronomic traits in sesame (*Sesamum indicum* L.). Sesame and Safflower Newsletter 5: 23-29.
15. Rai, H., M. Gupta y R. Shevastava. 1999. Effect of date of sowing on shoot webber and pod borer incidence and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.). Agric. Sci. Digest-Karnal 19(2): 81-83.
16. Suryavanshi, G., V. Pawar, N. Umrani y S. Ransing. 1993. Effect of sowing date on yield and quality of sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties. Indian J. Agric. Sci. 63(8): 496-498.
17. Weiss, E. 1983. Oilseed Crops. Sesame. Longman Group Limited. New York,