

PRODUCCION DE *Sesamum indicum* L. INFLUENCIADA POR DOSIS DE DIFERENTES FERTILIZANTES EN SUELO FRANCO ARCILLOSO¹

Mario Cristaldo Amaro²
José Quinto Paredes Fernandez³

ABSTRACT

During the harvest of the year 2000/01, an experiment was undertaken to define the most convenient method in obtaining a better crop yield on the clay soil of the «Choferes del Chaco» colony, in the «Horqueta – Concepción» district of Paraguay. Different dosages of fertilizer were experimented during the production and growth of the sesame seed. For the Sulfur, Kumulo was applied (20; 40 and 60 kg/ha of S); for the Nitrogen, Urea was applied (30; 60 and 90 kg/ha of N); for the Potassium, Potassium Chloride was applied (60 kg/ha of K₂O); for the Phosphate, Super-triple Phosphate was applied (30; 60 and 90 kg/ha of P₂O₅); for the Sulfur and Phosphate, Super-simple Phosphate was applied (60 kg/ha of P₂O₅ and 40 kg/ha of S); for the Micronutrients, Logumel was applied (0,2 and 0,4 kg/ha). A close evaluation of the growth and production of the plants was made at 30; 60; and 120 days after the seeds were planted. The plants reached a height of 47.2; 134,3; 154.7 and 175.7 cm respectively. The highest growth rate was observed during the first 60 days of growth. Through fertilization a significant increase in production of 90% was obtained of the (maximum 1663 kg/ha) a doses of 72,5 kg/ha N; 48,1 kg/ha P₂O₅ and 27,6 kg/ha S. was applied. The best application for the sulfur was Super-Phosphate. A better result was obtained applying the Micronutrients via seed rather than through their foliage.

RESUMEN

En un suelo franco arcilloso de la colonia Choferes del Chaco, distrito de Horqueta, Departamento de Concepción, en la zafra 2000/01, fueron estudiados la influencia de diferentes dosis de fertilizantes en el crecimiento y la producción del sésamo, en donde las fuentes utilizadas fueron, Kúmulus S para el azufre (20; 40 y 60 kg/ha de S); urea para el nitrógeno (30; 60 y 90 kg/ha de N); cloruro de potasio para el potasio (60 kg/ha de K₂O); superfosfato triple para el fósforo (30; 60 y 90 kg/ha de P₂O₅); superfosfato simple para el fósforo y el azufre (60 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ y 40 kg/ha de S) y logumel para los micronutrientes Mo, Zn, B, Cu y Mn (0,2 y 0,4 kg/ha). Se efectuaron evaluaciones del crecimiento de las plantas a los 30; 60; 90 y 120 días después de la siembra, además de la producción de granos. Las plantas alcanzaron un crecimiento medio de 47,2; 113,2; 154,7 y 175,7 cm., respectivamente, notándose una mayor tasa de crecimiento hasta los 60 días. Con la fertilización se verificó aumentos significativos en la producción, y las dosis recomendadas para la obtención del 90% de la producción máxima (1663 kg/ha) fueron: 72,5 kg/ha de N; 48,1 kg/ha de P₂O₅ y 27,6 kg/ha de S. La fuente que mostró mejor respuesta para la aplicación del azufre fue el superfosfato simple y la aplicación de micronutrientes mostró una ligera tendencia de mejor respuesta a la aplicación vía semilla que la foliar.

Key words: Sesamo, fertilization, nitrogen, phosphoro, potassium, sulphur y micronutrients

Palabras clave: Sésamo, fertilización, Nitrógeno, Fósforo, Azufre y Micronutrientes

¹ Trabajo de tesis del primer autor presentado para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

² Ingeniero Agrónomo, Egresado de la Orientación Producción Agrícola, FCA / UNA – Pedro Juan Caballero

³ Ing. Agr. M.Sc. Docente - Investigador y Director del Departamento de Suelos de la FCA / UNA - PJC

INTRODUCCIÓN

El ajonjolí o sésamo pertenece a la familia pedaliaceae y al género *Sesamum*. No tiene plantas íntimamente relacionadas que sean de importancia económica. Un gran número de variedades se encuentran bajo cultivo (Ochse & Soule, 1986).

El género *Sesamum*, originario de Asia, comprende 36 especies de las cuales una de las primeras plantas cultivadas para la producción de aceite ha sido *Sesamum indicum*.

Los fertilizantes nitrogenados son sumamente importantes como complemento de la fertilidad natural del suelo para satisfacer las necesidades del cultivo, para producir mayores rendimientos. Los ensayos iniciales para medir la respuesta a los fertilizantes minerales pueden incluir 50kg/ha de P_2O_5 y 25 kg/ha de K_2O . Al incluir fertilizantes se debe tener el suministro de materia orgánica, que deben ser ricos en manganeso, hierro, cobre, zinc, molibdeno, boro. También al emplear superfosfato concentrado el fosfato de amonio, conviene ser proporcionado por otros medios. Los residuos de animales suelen ser útiles para la corrección de deficiencias que puedan aparecer especialmente en relación a micronutrientes (Litzenberger, 1976).

El sésamo de modo general ha respondido satisfactoriamente a la fertilización con azufre y micronutrientes, pudiendo observarse la alta producción de las parcelas fertilizadas en relación al testigo. Las dosis recomendadas para la obtención de 90% de la producción máxima (2052 kg/ha) fueron 13,2 kg/ha de S y 0,25 kg/ha de micronutrientes (Zalazar, 2000).

La producción de sésamo fue favorecido con la aplicación de los fertilizantes nitrogenados y fosfatados, con la aplicación de una dosis básica de potasio, la cual demostró la necesidad de proveer estos nutrientes al cultivo y favoreció al desarrollo normal y la buena producción. Las dosis recomendadas para la obtención de 90% de la producción máxima (2243 kg/ha) fueron 23 kg/ha de N y 19,92 kg/ha de P_2O_5 (Ayala, 2000).

La ejecución del trabajo de fertilización en el cultivo de sésamo obedece a que la mayoría de los suelos de la zona de Concepción son degradados y pobres en materia orgánica, esto exige a que se tenga resultados de evaluaciones experimentales con formulaciones de fertilizantes que puedan permitir mayores éxitos en el cultivo. Las informaciones así generadas podrán servir de material de consulta, tanto a técnicos y a productores interesados en el cultivo. Se espera que la utilización de fertilizantes por los agricultores, aumente la producción de sésamo. El objetivo de este trabajo fue determinar el crecimiento y la producción del sésamo en función a diferentes dosis de fertilizantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue establecido, en la Colonia Choferes del Chaco, Distrito de Horqueta, Departamento de Concepción, a 76 km de la Capital Departamental, sobre la ruta V General Bernardino Caballero, cuyo resultado de análisis de suelo de área experimental se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Análisis de Suelo del área experimental¹.

Textura	PH	Ca + Mg	Al ³⁺	K ⁺	P	MO
		cmol.kg ⁻¹		mg.kg ⁻¹		%
F. arcilloso	6,6	9,0	0	52	6,9	1,0

¹ Análisis realizado en el Dpto. de Suelos, FCA – PJC.

En este experimento se estudió el efecto de diferentes fertilizantes, en dosis creciente, en donde las fuentes utilizadas fueron: Kúmulus S para el azufre (20; 40 y 60 kg/ha de S); urea para el nitrógeno (30; 60 y 90 kg/ha de N); cloruro de potasio para el potasio (60 kg/ha de K_2O); superfosfato triple para el fósforo (30; 60 y 90 kg/ha de P_2O_5); superfosfato simple para el fósforo y el azufre (60 kg/ha de P_2O_5) y logumel para los micronutrientes: Mo, Zn, B, Cu y Mn (0,2 y 0,4 kg/ha). Los 13 tratamientos aplicados resultó de la combinación de las dosis de N, P, K, S y micro elementos mencionados (Tabla 2). Los fertilizantes químicos fueron aplicados a 10 centímetros de las hileras de siembra en surcos de 10 centímetros de profundidad. Los micronutrientes fueron aplicados vía foliar y vía semilla. En la Tabla 3, se presentan las características químicas de algunas de las fuentes utilizadas en el experimento.

La variedad utilizada fue la «escoba». El delineamiento utilizado fue en bloques completamente al azar con tres repeticiones. La unidad experimental fue constituida por un área de 16m² (4m x 4m). La siembra fue realizada en un espaciamiento de 0,8m. entre hileras y 10 plantas por metro lineal, donde la densidad resultante fue de 125.000 plantas por hectárea. La siembra se efectuó el 20 de octubre del 2.001 y se procedió al corte de las plantas 125 días después. La aplicación del nitrógeno fue realizada en dos parcelas la mitad de las dosis en el momento de la siembra y el restante 30 días después, mientras que la aplicación de micronutrientes vía foliar fue realizado a los 60 días después de la siembra, utilizando un pulverizador costal.

Tabla 2. Tratamientos (T) utilizados en el experimento.

T	N	P ₂ O ₅ ⁽¹⁾	S ⁽²⁾	P ₂ O ₅ ⁽³⁾	KCl	Micro	
		kg. ha ⁻¹				g/ha	
1*	0	0	0	---	---	---	
2	30	60	40	---	---	---	
3**	60	60	40	---	---	---	
4	90	60	40	---	---	---	
5	60	30	40	---	---	---	
6	60	90	40	---	---	---	
7	60	60	20	---	---	---	
8	60	60	60	---	---	---	
9	60	---	40	60	---	---	
10	60	---	40	60	60	---	
11	60	---	40	60	60	(S) ⁴ 200	
12	60	---	40	60	60	(F) ⁵ 200	
13	60	---	40	60	60	(F) ⁵ 400	

(*) Testigo; (**) Tratamientos de Referencia; ⁽¹⁾ Superfosfato triple; ⁽²⁾ Kumulus S; ⁽³⁾ Superfosfato simple; ⁽⁴⁾ Aplicación vía semilla; ⁽⁵⁾ Aplicación vía foliar.

Tabla 3. Características químicas de las fuentes de azufre y micronutrientes utilizados en el experimento.

Fuentes	S	Mo	Co	Zn	B	Cu	Mn	Inertes
	%							
Kumulus S	80	---	---	---	---	---	---	20
Logumel	---	8,0	0,7	5,0	0,5	0,5	1,0	84,3

Las evaluaciones de crecimiento de las plantas fueron realizadas a los 30; 60; 90 y 120 días después de la siembra; para las mediciones de la altura de crecimiento fueron escogidas 10 plantas al azar en la parcela útil de 4 m². La medición de crecimiento fue hecha midiendo desde la base hasta el ápice de las plantas. La evaluación de la producción fue realizada cosechando todas las plantas de la parcela útil (4 m²) de cada unidad experimental.

Con los resultados obtenidos se realizó el ANAVA (Análisis de Varianza) y fueron ajustados modelos de regresión para estimar la dosis a ser recomendada de cada nutriente en estudio. La respuesta a la aplicación de micronutrientes fue evaluada mediante contrastes así como también para las fuentes de azufre. Los contrastes utilizados fueron:

- C₁ = Micronutrientes vía foliar vs. vía semilla;
- C₂ = Azufre vía Kumulus S vs. vía superfosfato simple aplicados en surco;
- C₃ = Diferentes dosis del micronutriente aplicado vía foliar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos medios de crecimiento en altura de las plantas a los 30; 60; 90 y 120 días y la producción media, se pueden observar en el Tabla 4. La altura fue de 47,21; 134,3; 154,7 y 175,7 cm., respectivamente. Para las cuatro evaluaciones, el crecimiento diario fue de 1,57; 2,90; 0,68 y 0,7 cm., respectivamente. Se puede apreciar una mayor tasa de crecimiento en los primeros 60 días.

Tabla 4. Altura media de plantas de *Sesamum indicum* a los 30; 60; 90 y 120 días y producción de grano (kg/ha).

Tratamientos	Dosis	Días de crecimiento				Producción
		30	60	90	120	
	(kg. ha ⁻¹)	Altura - cm				(kg. ha ⁻¹)
1	0	44,0	109,3	137,6	158,3	844
2	30 N	45,3	129,3	146,0	166,3	1.150
3*	60 "	47,0	136,3	151,3	167,0	1.731
4	90 "	48,6	134,6	156,0	167,6	1.887
5	30 P ₂ O ₅	46,0	139,3	156,3	172,0	1.950
6	90 "	49,0	138,3	159,3	177,0	2.225
7	20 S	47,6	137,0	158,0	176,0	1.925
8	60 "	47,6	138,0	156,6	176,6	2.062
9	60 P ₂ O ₅ +	47,6	137,0	155,0	176,3	2.056
10	60 K ₂ O	46,6	135,0	155,6	176,6	1.931
11	0,2 Micro-S ²	45,3	135,6	160,3	182,6	2.162
12	0,2 Micro-F ³	49,6	138,0	157,6	188,0	2.087
13	0,4 Micro-F ³	49,6	139,3	161,6	200,0	2.243
Media General		47,1	134,3	154,7	175,7	1.865

(¹) Superfosfato simple; (²) Micronutrientes vía semilla; (³) Micronutrientes vía foliar; (*) Tratamiento de referencia para evaluar efecto de N; P y S.

Resultados obtenidos por Zalazar (2000), muestran crecimiento de 50,2; 87,1; 160,9 y 190,8 cm., respectivamente, mientras que Ayala (2000), menciona que las plantas alcanzaron 42,0; 85,0; 150,0 y 186,0 cm., respectivamente, para igual tiempo de crecimiento, ambos en el Departamento de Amambay. Estos pueden ser explicados probablemente por las condiciones climáticas de la región.

Las plantas han respondido satisfactoriamente a la fertilización con N, P, K, S y micronutrientes, pudiendo observarse una buena producción en las parcelas fertilizadas en relación al testigo (Tabla 4). La media general varió desde los 844 kg/ha para el testigo hasta una producción máxima de 2243 kg/ha con fertilización, que representa un índice de producción de 2,66.

Las ecuaciones ajustadas para la producción de sesamo en función a dosis de nutrientes, la producción máxima (Y_{max}) y las dosis recomendadas de los respectivos nutrientes se presenta en el Tabla 5.

Las dosis que permitieron obtener la producción máxima fueron: 90 kg/ha de N; 80,3 kg/ha de P₂O₅ y 50 kg/ha de S, con un rendimiento medio de 1.848 kg/ha de grano.

De acuerdo a los modelos de regresión ajustados las dosis recomendadas (DR) para la obtención del 90% de la producción máxima son: 72,5 kg/ha de N; 48 kg/ha

de P₂O₅ y 27,6 kg/ha de S, respectivamente, con un rendimiento medio de 1.663 kg/ha.

Tabla 5. Ecuaciones de regresión, R²; producción máxima (Y_{máx}) y dosis recomendadas (DR) de cada nutriente para la obtención de 0,9 Y_{máx} en el cultivo de sésamo.

Nutrientes	Ecuaciones de regresión	R ²	Y _{máx}	0,9 Y _{máx}	DR
			kg.ha ⁻¹		
N	Y= 750,69 + 8,8343x	0,93	1545,7	1391,0	72,50
P	Y= 907,8 + 27,6x - 1633x ²	0,81	2045,4	1840,0	48,10
S	Y= 896,4 + 43,62x - 0,45x ²	0,82	1953,0	1758,0	27,63
Media		-	1848,0	1663,0	-

En la Tabla 6 se presenta el resumen de los análisis de variancia y la significancia de la prueba de F para las variables altura y producción de sésamo, notándose que hubo diferencias significativas en los días de evaluaciones entre los tratamientos, excepto 60 días. En cuanto a los valores del coeficiente de variación (CV), varió de 1,16% a 9,6%, que son aceptables para un experimento a campo.

Tabla 6. Resumen de significancia de la prueba de F en los análisis de variancia para las variables estudiadas.

FV	GL	Días de crecimiento				Producción kg.ha ⁻¹
		30	60	90	120	
Bloques	2	ns	ns	ns	ns	ns
Tratamientos	12	*	ns	**	**	**
Error	24	-	-	-	-	-
Total	38	-	-	-	-	-
CV (%)	-	1,42	9,6	2,9	1,16	5,3

(ns) no significativo; (*) significativo al 5% y, (**) significativo al 1% de probabilidad según la prueba de F.

La producción obtenida con las aplicaciones de las fuentes de azufre (superfosfato simple y Kúmulus S) y la aplicación de micronutrientes se presentan en la Tabla 7.

En la Tabla 8, se pueden observar el grado de significancia de los cuadrados medios de los contrastes estudiados para ver el efecto de la aplicación de fuentes de azufre y vías de aplicación de micronutrientes. Los ajustados a las fuentes de aplicación del azufre muestra una mayor repuesta con su aplicación vía superfosfato simple en relación a su aplicación vía Kúmulus S. La repuesta a la aplicación de micronutrientes mostró una ligera tendencia de mayor repuesta a su aplicación vía semilla en relación a la foliar sin haber diferencias significativas entre las mismas. Sin embargo comparando la producción

obtenida con la aplicación foliar, se puede notar mayor repuesta a las mayores dosis (0,4 kg/ha), observándose una diferencia altamente significativa. En el crecimiento de las plantas (altura), la aplicación foliar de micronutrientes mostró diferencias significativas a los 120 días de crecimiento, siendo mayor la repuesta a las mayores dosis aplicadas.

Tabla 7. Producción de sésamo influenciado por dosis y fuentes de azufre, dosis y vías de aplicación de micronutrientes

Tratamientos	Dosis (kg.ha ⁻¹)					Fuentes	Producción (kg.ha ⁻¹)
	N	P	K	S	Micro		
1	0	0	0	0	0	-	844
3	60	60	--	40	--	Kúmulus S	1.731
9	60	60	--	40	--	Superfosfato simple	2.056
11 (*)	60	60	60	40	0,2	Logumel	2.162
12 (**)	60	60	60	40	0,2	Logumel	2.087
13 (**)	60	60	60	40	0,4	Logumel	2.243

Tabla 8. Significancia de los cuadrados medios de los contrastes entre fuentes de azufre, vías de aplicación de micronutrientes en el crecimiento y la producción de Sésamo (*Sesamum indicum* L).

FV	GL	Cuadrados medios					Producción
		días de crecimiento					
		30	60	90	120		
C ₁	1	ns	ns	ns	*	ns	
C ₂	1	ns	ns	ns	ns	**	
C ₃	1	ns	ns	ns	*	**	
Error	24	4,05	167,7	20,5	4,19	258	
Total	38	-	-	-	-	-	

(ns) no significativo; (*) significativo; (**) altamente significativo; C₁= Micronutrientes vía foliar vs. vía semilla; C₂= Azufre vía kúmulus S vs. vía superfosfato simple aplicados en surco; C₃= Diferentes dosis del micronutriente aplicado vía foliar.

CONCLUSIONES

En las condiciones en que fue conducido el experimento se concluye lo siguiente:

* La altura media de las plantas a los 30; 60; 90 y 120 días de crecimiento fueron de 47,1; 134,3; 154,7 y 175,7cm. respectivamente.

* El rendimiento medio general obtenido con todos los tratamientos fue de 1865 kg/ha.

* Las dosis recomendadas para la obtención del 90% de la producción que equivale en media a 1663 kg/ha fueron: 72,5 kg/ha de N; 48 kg/ha de P₂O₅; 27,6 kg/ha de S.

* Hubo una ligera tendencia de mejor respuesta a la aplicación vía semilla del micronutriente en relación a la aplicación foliar.

* En la aplicación foliar de micro nutrientes hubo mejor respuesta con la mayor dosis (0,4 kg/ha).

* La producción del sésamo fue superior, utilizando como fuente del azufre al superfosfato simple.

LITERATURA CITADA

AYALA C. F., 2000. Proyecto: Producción de sésamo influenciado por dosis de Fertilizantes Nitrógenados y Fosfatados en el Departamento del Amambay - P.J.C.- Py: UNA-FCA. 17 p.(Estudios de casos).

LITZENBERGER, S. C. 1976 Guía para cultivos en los Trópicos y los Sub-Tropicos. España. 124 -128p.

OCHSE J. J.; SOULE M, J.; WEHLGURG C. 1986. Cultivo y mejoramiento de Plantas Tropicales y Sub-Tropicales. Limusa. p.1184 – 1188.

ZALAZAR ARECO, G.2000. Proyecto: producción de sésamo influenciado por dosis creciente de Fertilizantes Azufrado; Micronutrientes en la colonia Yvy Pé. Distrito de Pedro Juan Caballero – P. J.C. – Paraguay: UNA-FCA. 19p. (Estudios de casos).