

EFECTO DE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN EL RENDIMIENTO DE SÉSAMO *Sesamum indicum* L., SOBRE UN ALFISOL EN EL DISTRITO DE HORQUETA ¹

Marissa Elizabeth Jara Sanchez ²
Rigoberto Ruiz Díaz Acuña ³

ABSTRACT

In the District of Horqueta, Department of Concepción, this experiment was carried out in an Ultisol, of sandy frank texture, with the objective of determining the sesame production in function to different dose phosphate and nitrogen. Random experimental rows were select indifferent blocks, in outline of subdivided parcels, and then treading 3 times at a ratio phosphate treatments (0; 30; 60; 120; 180 kg of P_2O_5 ha⁻¹ respectively) that were studied as main effect, with levels of 60 and 90 kg of N ha⁻¹ respectively, applied in the subparcels. Each block was represented by an area of 36 m. The plants were planted in a row of 0,9 m apart; and 0,10 m between plants. Highly significant differences were observed for dose phosphate, and interaction between this and the nitrogen. The stockings of the treatments were compared by the test of Tukey to the 5% of probability. The major interaction, putting a dose of 60 kg of N ha⁻¹ and 120 kg of P_2O_5 ha⁻¹. For the phosphate, the maximum physical efficiency (\bar{y} max) was 1042,19 kg.ha⁻¹ of grains, obtained by using a dosage of 143,75 kg of P_2O_5 ha⁻¹, the recommended dosage to obtain a 90% of the (\bar{y} max) it is 84,70 kg of P_2O_5 ha⁻¹, in the subparcels that received 60 kg of N ha⁻¹, on the other in the subparcel that received 90 kg of N ha⁻¹, the maximum physical efficiency (\bar{y} max) was 1025,35 kg.ha⁻¹ of grains, obtained by of 137,758 kg of P_2O_5 ha⁻¹, the recommended dosage is 78,27 kg of P_2O_5 ha⁻¹. For the nitrogen the maximum physical efficiency (\bar{y} max) a dose 0 of P_2O_5 was of 655,12 kg.ha⁻¹ of grains, obtained by of 90 kg of N ha⁻¹, the recommended dosage is 61,19 kg of N ha⁻¹. For dose de 30 kg de P_2O_5 ha⁻¹ the maximum physical efficiency (\bar{y} max) for the nitrogen was 673,76 kg.ha⁻¹ of grains, obtained by of 72,59 kg of N ha⁻¹, the recommended dosage is 33,685 kg of N ha⁻¹. For dose de 60 kg de P_2O_5 ha⁻¹, the maximum physical efficiency (\bar{y} max) for nitrogen was 803,104 kg.ha⁻¹ of grains, obtained by of 87,31 kg of N ha⁻¹, the recommended dosage is 46,271 kg of N ha⁻¹. For dose de 120 kg de P_2O_5 ha⁻¹ the maximum physical efficiency (\bar{y} max) for nitrogen was 1097,43 kg.ha⁻¹ of grains, obtained by of 69,06 kg of N ha⁻¹, the recommended dosage is 30 kg of N ha⁻¹. For dose de 180 kg de P_2O_5 ha⁻¹ the maximum physical efficiency (\bar{y} max) for nitrogen was 998,22 kg.ha⁻¹ of grains, obtained by of 71,25 kg of N ha⁻¹, the recommended dosage is 41,14 kg of N ha⁻¹.

Key words: sesame, yield, phosphate, nitrogen.

RESUMEN

En el Distrito de Horqueta, Departamento de Concepción, fue realizado este experimento en un suelo clasificado como del orden Ultisol, de textura franco arenosa, con el objetivo de determinar la producción de sésamo en función a diferentes dosis de fósforo y nitrógeno. El delineamiento experimental fue de bloques al azar, en esquema de parcelas subdivididas, con tres repeticiones, siendo los tratamientos de fósforo (0; 30; 60; 120; 180 kg de P_2O_5 ha⁻¹ respectivamente), que fueron estudiados como efecto principal, con niveles de 60 y 90 kg de N ha⁻¹ respectivamente, aplicadas en las subparcelas. Cada unidad experimental fue representada por un área de 36 m² en donde el sésamo fue sembrado en un espaciamiento de 0,9 m entre hileras y 0,10 m entre plantas. Se observaron diferencias altamente significativas para dosis de fósforo e interacción entre éste y el nitrógeno. Fueron comparadas las medias de los tratamientos por el test de Tukey al 5% de probabilidades. La mejor interacción se dio para la dosis de 60 kg de N ha⁻¹ y 120 kg de P_2O_5 ha⁻¹. Para el fósforo, la máxima eficiencia física (\bar{y} max) fue de 1042,19 kg.ha⁻¹ de granos que se obtuvo con la dosis 143,75 kg de P_2O_5 ha⁻¹, en la subparcela que recibió 60 ka de N ha⁻¹, siendo la dosis recomendada de 84,70 kg de P_2O_5 ha⁻¹, por otro lado las subparcelas que recibieron 90 kg de N ha⁻¹, la máxima eficiencia física (\bar{y} max) fue de 1025,35 kg de granos ha⁻¹, que se obtuvo con la dosis de 137,758 kg de P_2O_5 ha⁻¹, siendo la dosis recomendada de 78,27 kg de P_2O_5 ha⁻¹. Para el nitrógeno la máxima eficiencia física (\bar{y} max) a dosis cero de P_2O_5 fue de 655,112 kg de granos ha⁻¹, que se obtuvo con la dosis de 90 kg de N ha⁻¹, siendo las dosis recomendadas de 61,19 kg de N ha⁻¹. Para el nivel de 30 kg de P_2O_5 ha⁻¹, la máxima eficiencia física (\bar{y} max) para el nitrógeno fue 673,76 kg de granos ha⁻¹, que se obtuvo con la dosis de 72,59 kg de N ha⁻¹, la dosis recomendada fue de 33,685 kg de N ha⁻¹. Para el nivel de 60 kg de P_2O_5 ha⁻¹, la máxima eficiencia física (\bar{y} max) del nitrógeno fue 803,104 kg de granos ha⁻¹, que se obtuvo con la dosis de 87,31 kg de N ha⁻¹, la dosis recomendada fue de 46,271 kg de N ha⁻¹. Para el nivel de 120 kg de P_2O_5 ha⁻¹, la máxima eficiencia física (\bar{y} max) del nitrógeno fue de 1097,431 kg de granos ha⁻¹, que se obtuvo con la dosis de 69,06 kg de N ha⁻¹, siendo la dosis recomendada de 30 kg de N ha⁻¹. Para el nivel de 180 kg de P_2O_5 ha⁻¹, la máxima eficiencia física (\bar{y} max) del nitrógeno fue de 998,223 kg de granos ha⁻¹ que se obtuvo con la dosis de 71,253 kg de N ha⁻¹, siendo la dosis recomendada de 41,144 kg de N ha⁻¹.

Palabras clave: sésamo, rendimiento, fósforo, nitrógeno

¹ Tesis presentada a la Fac. de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del título de Ingeniera Agrónoma.

² Alumna de la Facultad de Ciencias Agrarias Sede Pedro Juan Caballero.

³ Ingeniero Agrónomo (Ph. D.), Docente Investigador del Departamento de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias, Sede Pedro Juan Caballero.

INTRODUCCIÓN

El sésamo o ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), es una planta anual originaria probablemente de Asia o África Oriental, pertenece a la familia de las pedaliaceae, habiéndose difundido su cultivo en áreas tropicales, subtropicales y en las más cálidas de las templadas (Álvarez & Meza, 2000).

El sésamo es sobre todo, exigente a la temperatura, siendo la óptima 20° C. Una precipitación pluviométrica de 250 a 600 milímetros es suficiente durante el ciclo vegetativo, el cual es corto. La floración tiene lugar 45 días después de la siembra para variedades precoces y 60 días para variedades tardías. Así, el periodo total entre la siembra y la cosecha es de 90 a 120 días. La exigencia de agua es especialmente imperiosa entre la siembra y la fructificación. Los vientos son muy nocivos. Los suelos deben ser permeables, poco ácidos y bien aireados, se acepta una buena proporción de arcilla si el medio no es asfixiante (IICA, 1989).

Los fertilizantes nitrogenados son sumamente importantes como complemento de la fertilidad natural del suelo, para satisfacer las necesidades del cultivo y así producir mayores rendimientos. Al suministrar fósforo, debe tenerse presente que el superfosfato ordinario contiene los elementos esenciales (calcio, magnesio y azufre), sin embargo, si se emplea superfosfato concentrado o fosfato de amonio, conviene tener presente que no tiene azufre. El fosfato de amonio tiene nitrógeno el cual debe proporcionarse por otros medios Litzemberger (1976).

El fósforo parece ser el principal responsable por el aumento del rendimiento del cultivo, por eso es preferible sembrar en un suelo con adecuada disponibilidad de este elemento. (Canechio & Campos, 1973).

La producción de sésamo fue favorecida con la aplicación de los fertilizantes nitrogenados y fosfatados, acompañada de aplicación básica de potasio, lo cual demostró la necesidad de proveer estos nutrientes al cultivo para favorecer el desarrollo normal y la producción (Ayala, 2000).

La necesidad de fertilización mineral en el cultivo de sésamo obedece a que la mayoría de los suelos de la zona de Concepción, están deteriorados y son pobres en materia orgánica, esta situación implica la necesidad de utilizar fertilizantes minerales, que debe basarse en resultados de evaluaciones experimentales, que permitan obtener mayores rendimientos.

Mediante la realización de este experimento se podrá obtener datos e informaciones sobre el rendimiento de sésamo con la aplicación de fertilizantes nitrogenados y fosfatados que podrán ser utilizados como referencia por productores y técnicos del sector.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la localidad de Peguajho Po'í, situado a 12 km de Horqueta, Departamento de Concepción, fue conducido el experimento para evaluar el efecto de fósforo y nitrógeno en el rendimiento de sésamo, en un suelo clasificado como del orden Ultisol, de textura franco-arenosa, cuyos resultados de análisis físico y químico se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características física y química del suelo utilizado en el experimento

Profund. cm	pH agua	M.O	N.O %	Ca + Mg -cmole	Al*** kg ⁻¹	P -mg kg ⁻¹	K -	Textura Tacto
0-25	5,80	1,00	0,05	0	5,0	2,9	36	F.a.

Extractores: pH = Agua; P y K = Mehlich-1; Ca + Mg y Al³⁺ = KCl 1 Mol.LÉ¹; Fa: Franco arenoso.

La variedad utilizada para el estudio fue la Escoba, que ha sido sembrada el 17 de noviembre, siendo el espaciamiento utilizado de 0,9 metros entre hileras y 0,10 m entre plantas.

Fueron utilizados 12 tratamientos en un diseño experimental de bloques completamente al azar en esquema de parcelas sub-dividas, con tres repeticiones, siendo estudiados como efecto principal el fósforo y el efecto del nitrógeno como factor secundario. Las fuentes de fertilizantes utilizadas fueron: **Urea** para el nitrógeno, que fue aplicado en dos etapas, primero en el momento de la siembra (30 kg de N ha⁻¹), y luego en cobertura a los 30 días después de la emergencia (30 y 60 kg de N ha⁻¹). La fuente de fósforo fue el **superfosfato simple (SPS)**, que se aplicó en el momento de la siembra, siendo las dosis (0; 30, 60, 120 y 180 kg de P₂O₅ ha⁻¹, respectivamente).

Tabla 2. Tratamientos utilizados en la parcela experimental, distribuidos en tres bloques

•	Tratamientos	N Kg ha ⁻¹	P-P ₂ O ₅ Kg ha ⁻¹
	T ₁	0	0
	T ₂	30	0
	T ₃	60	0
	T ₄	90	0
	T ₅	60	30
	T ₆	90	30
	T ₇	60	60
	T ₈	90	60
	T ₉	60	120
	T ₁₀	90	120
	T ₁₁	60	180
	T ₁₂	90	180

Las parcelas experimentales estuvieron conformadas por siete hileras, de seis metros de longitud, sembrados a chorro corrido, con una cantidad aproximada de tres kg ha⁻¹ de semilla. Cada unidad experimental estuvo repre-

sentada por 36 metros cuadrados, siendo el área total 720 metros cuadrados.

La limpieza fue realizada por medio de carpidas manuales en dos oportunidades. La primera carpida se realizó a los 30 días después de la siembra, juntamente con el raleo, dejando 10 plantas por metro lineal y la segunda carpida a los 80 días después de la emergencia.

La cosecha manual se realizó a los 120 días, una vez que las plantas presentaron entre 80 y 90% de signos de maduración o amarillamiento, cuando fueron cosechadas tres metros lineales en cada una de las hileras centrales de las sub-parcelas, posteriormente fue realizado el emparvado, 15 días después del emparvado se recogieron los granos para determinar el rendimiento expresado en kg ha^{-1} .

Con los resultados obtenidos se realizó el ANAVA (análisis de varianza) utilizando los rendimientos provenientes de los tratamientos: $T_3, T_4, T_5, T_6, T_7, T_8, T_9, T_{10}, T_{11}$ y T_{12} para detectar diferencias entre los tratamientos comparados. Existieron diferencias significativas entre los tratamientos, razón por la cual, se realizaron pruebas de medias (Tukey al 5%) categorizando los rendimientos. Además, se realizaron regresiones para determinar la ecuación que permita determinar la dosis recomendada para los elementos estudiados. Los cálculos se realizaron teniendo como variable dependiente a los rendimientos y las variables independientes el fósforo y el nitrógeno. Las medias para el fósforo fueron los tratamientos T_1, T_5, T_7, T_9 y T_{11} en las subparcelas que recibieron 60 kg de N ha^{-1} mientras que, para las subparcelas que recibieron 90 kg de N ha^{-1} fueron utilizados los tratamientos: T_1, T_6, T_8, T_{10} y T_{12} ; para el nitrógeno fueron utilizados los tratamientos: T_1, T_2, T_3 y T_4 .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los rendimientos obtenidos en los diferentes tratamientos fueron sometidos a análisis de varianza, detectándose, por un lado, que entre bloques, y por otro lado entre las dosis de nitrógeno, no existieron diferencias significativas, sin embargo, se observan diferencias altamente significativas para dosis de fósforo e interacción entre este y el nitrógeno. (Tabla 3).

Para estudiar más detalladamente la interacción de fósforo con el nitrógeno, se realizó el desdoblamiento para efectos de diferentes dosis de fósforo en cada uno de los niveles de nitrógeno utilizados (Tabla 4).

A continuación se observa la Tabla 4, en el cual se desdobra el efecto principal, esto es dosis de fósforo, dentro de cada nivel de la fertilización nitrogenada, es decir el efecto secundario.

Tabla 3. Resumen de análisis de varianza del rendimiento de sésamo (kg ha^{-1}) en función a diferentes dosis de fósforo y nitrógeno, del experimento realizado en Peguajho Po'i, 2003/2004

FV	GL	SC	CM	F
Bloques	2	1547,5197	773,7599	0,31 ^{NS}
Tratamientos (P)	4	797703,3024	199425,8256	79,22 ^{**}
Error (A)	8	20139,3045	2517,4131	
Parcelas	(14)	819390,1266		
Tratamientos (N)	1	97,2000	97,2000	0,35 ^{NS}
Interacción P x N	4	11909,3668	2977,3417	10,78 ^{**}
Error (B)	10	2762,2200	276,2220	
Total	29	834158,9134		

**= altamente significativo ($P < 1\%$); NS= no significativo; CV. Parcelas = 6,06 %, CV. Subparcelas = 2,01 %

Tabla 4. Desdoblamiento del efecto principal (P) dentro del tratamiento secundario (N), ejecutado en Peguajho Po'i, 2003/2004

Dosis de N (kg ha^{-1})	GL	SC	CM	F
60	4	477038,9418	119259,7355	85,38 ^{**}
90	4	332573,7273	83143,4318	59,52 ^{**}
Error (M)	9		1396,8175	

**= altamente significativo ($P < 1\%$)

Como podrá observarse en el cuadro precedente, las diferentes dosis de fósforo presentaron diferencias altamente significativas dentro de las subparcelas de 60 y 90 kg de N ha^{-1} .

Para categorizar los rendimientos promedios de los tratamientos se realizó el test de Tukey al 5% de probabilidades.

Tabla 5. Rendimiento promedio del cultivo de sésamo (kg ha^{-1}) en función a dosis de fósforo dentro de cada subparcela de nitrógeno. Zafra 2003/2004

Dosis de Fósforo P_2O_5 kg ha^{-1}	Niveles de Nitrógeno	
	60 kg N ha^{-1}	90 kg N ha^{-1}
120	1084,49 A	1033,33 A
180	984,17 A	960,93 A
60	766,45 B	801,41 B
30	666,62 BC	726,76 BC
0	630,47 C	627,77 C

Medias seguidas por las mismas letras mayúscula en las columnas no difieren significativamente entre si al nivel de 5% de probabilidad por el test de Tukey, DMS = 102,7108

Según el test de medias para el rendimiento promedio del efecto principal, dentro de la subparcela de 60 kg de N ha^{-1} , los tratamientos que recibieron 120 y 180 $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ son semejantes estadísticamente y superiores a los demás tratamientos. Por otro lado, la dosis de 30 y 60 $\text{kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ son semejantes. También son semejantes estadísticamente los tratamientos de 30 y 0 $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, por último se puede decir que la dosis de 120

kg de P_2O_5 ha^{-1} fue el tratamiento que presentó el mayor rendimiento promedio de granos.

De acuerdo a los resultados obtenidos del test de Medias para dosis de fósforo dentro de las subparcelas que recibieron 90 kg de N ha^{-1} se pueden observar que los tratamientos tuvieron el mismo padrón de comportamiento en relación a las subparcelas de 60 kg de N ha^{-1} .

Los rendimientos promedio obtenidos en este experimento fueron menores que los encontrados por Zalazar (2000), en un suelo de textura franco arcillosa con un rendimiento promedio de 2228,9 kg ha^{-1} de granos; Colman (2003), en un suelo franco arcilloso obtuvo un rendimiento promedio de 1468,63 kg ha^{-1} para la variedad escoba; Domínguez & Oviedo (2002), en un suelo degradado obtuvieron rendimiento de 479,50 kg ha^{-1} con la combinación de nitrógeno y fósforo, inferior a los resultados de este experimento.

Posteriormente fueron realizadas regresiones para determinar las ecuaciones que muestren los efectos de las dosis de fósforo en el rendimiento del cultivo de sésamo. A partir de la referida ecuación fue determinada la máxima eficiencia física (DMEF), dosis recomendada para la máxima eficiencia física y, dosis de fósforo para obtención del 90% de la máxima eficiencia física (\hat{y} max).

Dosis de N (Kg ha^{-1})	Ecuación	D.M.E.F. kg de N ha^{-1}	Y max kg ha^{-1}	D.R. kg de N ha^{-1}	R ²
0306090	$y = 450,45 + 2,274^{**}x$	90	655,11	61,19	0,89

Tabla 6. Ecuación de regresión del rendimiento de sésamo en función a las dosis de fósforo en las subparcelas con 60 kg de N ha^{-1} . Peguajho Po'i, 2003/2004

Dosis de P_2O_5 (Kg ha^{-1})	Ecuación	D.M.E.F. kg de P_2O_5 ha^{-1}	Y max kg ha^{-1}	D.R. kg de P_2O_5 ha^{-1}	R ²
0 30 60 120 180	$y = 424,30 + 8,5965x - 0,0299^{**}x^2$	143,75	1042,19	84,70	0,97

** = Altamente significativo.

Teniendo las dosis de fósforo como variable independiente y los rendimientos de sésamo como variable dependiente, se realizó análisis de regresión, obteniéndose una ecuación cuadrática con un coeficiente de determinación ($R^2 = 0,97$). Con la misma ecuación mencionada fue estimado el rendimiento máximo (**w max**) 1042 kg ha^{-1} de granos que se obtuvo con 143 kg de P_2O_5 ha^{-1} . Para obtener el 90% de **w max**, la dosis recomendada fue de 84 kg de P_2O_5 ha^{-1} (Tabla 6).

Teniendo las dosis de fósforo como variable independiente y los rendimientos de sésamo como variable dependiente, se realizó análisis de regresión, obteniéndose una ecuación cuadrática con un coeficiente de determinación

($R^2 = 0,97$). Con la misma ecuación mencionada fue estimado el rendimiento máximo (**w max**) 1025 kg ha^{-1} de granos que se obtuvo con 137 kg de P_2O_5 ha^{-1} . Para obtener el 90% de **w max**, la dosis recomendada fue de 78 kg de P_2O_5 ha^{-1} (Tabla 7).

Tabla 7. Ecuación de regresión del rendimiento de sésamo en función a las dosis de fósforo en las subparcelas con 90 kg de N ha^{-1} . Peguajho Po'i, 2003/2004.

Dosis de P_2O_5 (Kg ha^{-1})	Ecuación	D.M.E.F. kg de P_2O_5 ha^{-1}	Y max kg ha^{-1}	D.R. kg de P_2O_5 ha^{-1}	R ²
0 30 60 120 180	$y = 450,012 + 8,417x - 0,031^{**}x^2$	137,758	1025,35	78,274	0,97

** = Altamente significativo.

Ayala (2000), recomienda la utilización de 29 kg de P_2O_5 ha^{-1} en un suelo de textura arcillosa; Cristaldo (2002), en un suelo de textura franco arcillosa recomendó 48 kg de P_2O_5 ha^{-1} , inferiores a los empleados en este experimento.

De la misma manera se procedió para dosis de nitrógeno en el rendimiento del cultivo de sésamo. A partir de la referida ecuación fue determinada la máxima eficiencia física (DMEF), dosis recomendada (DR) para el 90% de la producción (\hat{y} max).

Tabla 8. Ecuación de regresión del rendimiento de sésamo en función a las dosis de nitrógeno a nivel cero de P_2O_5 . Zafra 2003/2004.

Dosis de N (Kg ha^{-1})	Ecuación	D.M.E.F. kg de N ha^{-1}	Y max kg ha^{-1}	D.R. kg de N ha^{-1}	R ²
0 30 60 90	$y = 450,45 + 2,274^{**}x$	90	655,11	61,19	0,89

** = Altamente significativo.

Teniendo las dosis de nitrógeno como variable independiente y los rendimientos de sésamo como variable dependiente, se realizó análisis de regresión, obteniéndose una ecuación lineal con un coeficiente de determinación ($R^2 = 0,89$). Con la ecuación mencionada fue estimado el rendimiento máxima (**w max**) 655 kg ha^{-1} de granos que se obtuvo con 90 kg de N ha^{-1} . Para obtener el 90% de **w max**, la dosis recomendada fue de 61 kg de N ha^{-1} (Tabla 8).

Tabla 9. Ecuación de regresión del rendimiento de sésamo en función a dosis de nitrógeno a nivel 30 kg de P₂O₅ ha⁻¹. Zafra 2003/2004

Dosis de N (Kg ha ⁻¹)	Ecuación	D.M.E. F. kg de N ha ⁻¹	Y max kg ha ⁻¹	D.R. kg de N ha ⁻¹	R ²
0 60 90	$y = 439,24 + 6,461x - 0,0445x^2$	72,59	673,76	33,685	0,81

° = significativo a 12% de probabilidad

Teniendo las dosis de nitrógeno como variable independiente y los rendimientos de sésamo como variable dependiente, se realizó análisis de regresión, obteniéndose una ecuación cuadrática con un coeficiente de determinación (R² = 0,81). Con la misma fue estimado el rendimiento máxima (**w max**) 673 kg ha⁻¹ de granos que se obtuvo con 72 kg de N ha⁻¹. Para obtener el 90% de **w max**, la dosis recomendada fue de 33 kg de N ha⁻¹ (Tabla 9).

Tabla 10. Ecuación de regresión del rendimiento de sésamo en función a niveles de nitrógeno a la dosis de 60 kg de P₂O₅ ha⁻¹. Zafra 2003/2004

Dosis de N (Kg ha ⁻¹)	Ecuación	D.M.E. F. kg de N ha ⁻¹	Y max kg ha ⁻¹	D.R. kg de N ha ⁻¹	R ²
0 60 90	$y = 439,24 + 8,312x - 0,0476x^2$	87,31	802,104	46,271	0,97

** = Altamente significativo

Teniendo las dosis de nitrógeno como variable independiente y los rendimientos de sésamo como variable dependiente, se realizó análisis de regresión, obteniéndose una ecuación cuadrática con un coeficiente de determinación (R² = 0,97). Con la ecuación mencionada fue estimado el rendimiento máxima (**w max**) 802 kg ha⁻¹ de granos que se obtuvo con 87 kg de N ha⁻¹. Para obtener el 90% de **w max**, la dosis recomendada fue de 46 kg de N ha⁻¹ (Tabla 10).

Tabla 11. Ecuación de regresión del rendimiento de sésamo en función a niveles de nitrógeno a la dosis de 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹. Zafra 2003/2004

Dosis de N (Kg ha ⁻¹)	Ecuación	D.M.E. F. kg de N ha ⁻¹	Y max kg ha ⁻¹	D.R. kg de N ha ⁻¹	R ²
0 60 90	$y = 439,24 + 19,061x - 0,138x^2$	69,06	1097,431	30	0,98

** = Altamente significativo

Teniendo las dosis de nitrógeno como variable independiente y los rendimientos de sésamo como variable dependiente, se realizó análisis de regresión, obteniéndose

una ecuación cuadrática con un coeficiente de determinación (R² = 0,98). Con la misma ecuación mencionada fue estimado el rendimiento máxima (**w max**) 1097 kg ha⁻¹ de granos que se obtuvo con 69 kg de N ha⁻¹. Para obtener el 90% de **w max**, la dosis recomendada fue de 30 kg de N ha⁻¹ (Tabla 11).

Tabla 12. Ecuación de regresión del rendimiento de sésamo en función a las dosis de nitrógeno a nivel de 180 kg de P₂O₅ ha⁻¹. Zafra 2003/2004

Dosis de N (Kg ha ⁻¹)	Ecuación	D.M.E. F. kg de N ha ⁻¹	Y max kg ha ⁻¹	D.R. kg de N ha ⁻¹	R ²
0 60 90	$y = 439,24 + 15,690x - 0,1101x^2$	71,253	998,223	41,144	0,97

** = Altamente significativo

Teniendo las dosis de nitrógeno como variable independiente y los rendimientos de sésamo como variable dependiente, se realizó análisis de regresión, obteniéndose una ecuación cuadrática con un coeficiente de determinación (R² = 0,97). Con la misma ecuación mencionada fue estimado el rendimiento máximo (**w max**) 998 kg ha⁻¹ de granos que se obtuvo con 71 kg de N ha⁻¹. Para obtener el 90% de **w max**, la dosis recomendada fue de 41 kg de N ha⁻¹ (Tabla 12).

La dosis de fertilizantes nitrogenados obtenidos en este experimento fueron menores a lo encontrado por Cristaldo (2002), al estudiar la influencia de dosis de diferentes fertilizantes en un suelo franco arenoso (75,5 kg de N ha⁻¹) y superior a lo encontrado por Ayala (2000), en suelo con textura arcillosa (23 kg de N ha⁻¹).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente experimento permiten concluir:

- Las dosis de fósforo y nitrógeno para obtener el 90% de (**w max**) fueron 84 kg de P₂O₅ ha⁻¹, 30 kg de N ha⁻¹.
- Las dosis de nitrógeno a nivel cero de P₂O₅, para obtener el 90% de **y max** fue de 61 kg. de N ha⁻¹; para nivel de 30 kg de P₂O₅ fue de 33 kg de N ha⁻¹; para nivel de 60 kg de P₂O₅ ha⁻¹ fue de 46 kg de N ha⁻¹; para nivel de 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹ fue de 30 kg de N ha⁻¹ y para el nivel de 180 kg de P₂O₅ ha⁻¹ fue de 41 kg de N ha⁻¹.
- La mejor interacción de la dosis de nitrógeno se dio a nivel de 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹ que produjo 1097 kg ha⁻¹ de granos.

LITERATURA CITADA

- ALVAREZ, L. A. MEZAROJAS, O. 2000. Producción el sésamo: perfil del proyecto. MAG, Sub-Secretaría de Estado de Agricultura. Asunción, PY. 19 p. (Publicación Miscelánea).
- AYALA C. F., 2000. Producción de sésamo influenciado por dosis de fertilizantes nitrogenados y fosfatados en el Departamento de Amambay.; PY: FCA UNA. 17 p. (Estudios de Caso).
- CANECHIO V.; CAMPOS, T. de. 1973. Principales culturas. São Paulo, BR: v 2, p. 86 – 94.
- COLMÁN, Z. C. 2003. Rendimiento de tres variedades de sésamo (*Sesamum indicum* L.) bajo distintas densidades en Caacupemi, Departamento de Concepción. Tesis (Ing. Agr.), Pedro Juan Caballero, PY: FCA UNA. 14 p.
- CRISTALDO A. M., 2002. Producción de *Sesamum indicum* influenciado por dosis de diferentes fertilizantes en el suelo arcilloso del Departamento de Concepción. Tesis (Ing. Agr.), Pedro Juan Caballero, PY: FCA UNA. 14 p.
- DOMÍNGUEZ J. L; OVIEDO R. 2000. Respuesta de *Sesamum indicum* L. a la aplicación de fertilizantes químicos en un suelo del Departamento Central. Im: Informe Anual. año 2000 San Lorenzo PY: UNA FCA. 70 p. (Estudios de caso).
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) Ministerio de Asuntos Extranjeros de Francia. 1989. Compendio de Agronomía Tropical. v 2, p. 455 – 457.
- LITZEMBERGER, S., 1976. Guía para cultivos en los trópicos y subtrópicos. España. p. 124 – 128.
- ZALAZAR, A. G. 2000. Producción de sésamo influenciado por dosis crecientes de fertilizantes azufrados y micronutrientes en la Colonia Ybypé, Pedro Juan Caballero, PY: FCA UNA. 18 p. (Estudio de Caso).