

Ensayos de fertilización en raps de primavera en un suelo de la serie Maipo¹

Inés Sotomayor R.²

INTRODUCCION

Las principales regiones productoras de semilla de raps se encuentran en el sur del país (Regiones IX y X, Lat. 37° a 42°S). Sin embargo, el área de cultivo del raps se ha ido extendiendo hacia la zona central, en suelos muy diferentes a los de la zona sur. Los antecedentes experimentales sobre las necesidades de fertilizantes para el raps en la zona central son escasos. Por este motivo, se llevó a cabo la presente investigación, cuyos objetivos son estudiar:

- La interacción nitrógeno-fósforo.
- Efecto de diferentes dosis de nitrógeno.
- Efecto de diferentes fertilizantes nitrogenados.
- Efecto de épocas de aplicación del nitrógeno.

REVISION DE LITERATURA

El raps es una planta que presenta una alta respuesta a la fertilización, especialmente nitrogenada, y las variedades de *Brassica napus* tienen un gran potencial de rendimiento (Rapeseed Association of Canada, 1974). A su vez, la fertilización nitrogenada tiene cierto efecto sobre la concentración de aceite de la semilla de raps, Bhatti (1964), con aplicaciones de nitrógeno aumentó el rendimiento, pero disminuyó el porcentaje de aceite. Pérez y Mora (1975), Appelqvist (1968), Kolodziej-

Debowska (1973) y Scott *et al.* (1973), llegan a conclusiones similares.

En cuanto a dosis de nitrógeno, Soper (1971), en Canadá, obtuvo una respuesta positiva en rendimiento con dosis sobre 200 Kg de N/ha, en suelos que tenían 17 a 37 Kg de nitrógeno nítrico por hectárea. Hetland (1970), también en Canadá, obtuvo retorno económico aplicando 200 Kg de N/ha en suelos que responden a una alta fertilización nitrogenada. En Francia, Chanet (1970), en raps de primavera, emplea 100 a 150 Kg de N/ha, y en Canadá, Martin (1970), con 80 a 150 Kg de N/ha, dependiendo de la rotación empleada, han obtenido excelentes rendimientos.

En Chile, en la zona sur, resultados de Müller (1962), Baeza (1975), Pérez y Mora (1975), indican una alta respuesta al nitrógeno, siempre que se aplique suficiente fósforo.

En la zona central, en 5 ensayos de dosis de nitrógeno realizados con raps de primavera, en suelos de riego entre Santiago y Talca, los rendimientos máximos se obtuvieron en promedio con 135 Kg de N/ha. Con estas dosis, el rendimiento fue superior en 7,7 qq/ha al del testigo sin nitrógeno (Chile, 1971). Valdivia³, en Santiago, bajo condiciones de riego, aplicó dosis de hasta 96 Kg de N/ha, obteniendo rendimientos mayores a medida que aumentaba la dosis.

Aunque la planta de raps necesita mucho más nitrógeno que los otros elementos nutritivos, el fósforo contribuye a dar más resis-

¹Recepción originales: 28 de julio de 1977.

²Ing. Agr., Programa Fertilidad de Suelos, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Casilla 5427, Santiago, Chile.

³Valdivia, V. Programa Oleaginosas, Raps. Informe Técnico 1962/63. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Mecanografiado).

cia al estado de plántula y más tarde a apresurar la madurez (Rapeseed Association of Canada, 1974). En suelos con cantidades moderadas a altas de fósforo aprovechable, la planta de raps responde poco o nada. Soper (1971), en Canadá, encontró respuesta significativa en diez suelos que tenían valores extractables al NaHCO_3 inferiores a 10 ppm de P.

Chanet (1970), en Francia, agrega una dosis de 50 a 80 Kg de P_2O_5 /ha al raps de primavera para obtener un rendimiento de 15 a 25 qq/ha.

En Chile, en la zona sur, los suelos tienen requerimientos muy altos de fertilización fosfatada para producir altos rendimientos. En ciertos suelos trumaos, si no se aplica fósforo, las plantas de raps mueren al estado de plántula (Chile, 1971). En los suelos de la zona central, en cambio, los requerimientos de fósforo son considerablemente menores. Valdivia¹, en la Estación Experimental La Platina (Santiago), no encontró respuesta a la fertilización fosfatada, aunque el análisis del suelo indicaba un bajo contenido de fósforo aprovechable.

Ensayos realizados en la Estación Experimental La Platina no han mostrado diferencias apreciables entre la urea, el nitrato de amonio cálcico y el salitre como fuentes de nitrógeno para el raps. Tampoco ha habido diferencia entre aplicar todo el salitre con la siembra y aplicarlo la mitad con la siembra y la mitad posteriormente en cobertera (Valdivia)².

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron 3 ensayos de campo en la Estación Experimental La Platina, bajo condiciones de riego:

- Ensayo factorial N P
- Ensayo de dosis de N
- Ensayo de fuentes y épocas de aplicación de nitrógeno.

El primero se realizó en la temporada 1974/75, y los dos restantes durante 1975/76. Se utilizó la variedad Tower (con bajo porcentaje de ácido erúxico). El suelo en que se realizaron los ensayos corresponde a la serie Mairo. Es un suelo de origen aluvial, de textura

media, calcáreo, con pH de alrededor de 8,0 que descansa sobre un substratum de gravas en matriz franco arenosa, a una profundidad de 45 cm. Antes de sembrar los ensayos se tomaron muestras de la capa arable del suelo para su análisis de fertilidad en el laboratorio. La disponibilidad de nitrógeno se estimó determinando el contenido de nitrógeno mineral (amonio más nitrato) por el método de Bremner (1965). La disponibilidad de fósforo se estimó mediante el método del bicarbonato de sodio (Olsen, Watanabe y Dean, 1954).

1) *Ensayo factorial NP*: tuvo 16 tratamientos, correspondientes a todas las combinaciones posibles entre 4 dosis de nitrógeno y 4 dosis de fósforo. Las dosis de nitrógeno fueron de 0-75-150 y 225 Kg de N/ha y las de fósforo de 0-50-100 y 150 Kg de P_2O_5 /ha. El diseño experimental fue de bloques al azar, con 4 repeticiones.

El nitrógeno se agregó en forma de salitre sódico y el fósforo como superfosfato triple. La mitad del salitre y todo el superfosfato se aplicaron al momento de la siembra, en un surco al lado de la hilera de siembra. El resto del salitre se agregó en cobertera, antes de la florescencia.

2) *Ensayo de dosis de N*: se compararon las dosis de 0-75-100-125 y 150 Kg de N/ha, en un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones. Se empleó salitre sódico como fuente de nitrógeno, aplicado al voleo en dos parcialidades, la mitad con la siembra y la mitad antes de la florescencia. El fertilizante fosfatado se agregó por parejo a todo el ensayo. Se analizó el contenido de aceite en la semilla cosechada, con la prensa de laboratorio Carver, de acuerdo al método Troeng (1955).

3) *Ensayo de fuentes y épocas de aplicación de nitrógeno*: se comparó la urea con el salitre sódico en una dosis de 125 Kg de N/ha. Las épocas de aplicación fueron: a) todo el fertilizante con la siembra, y b) la mitad con la siembra y la mitad en cobertera antes de la florescencia. El diseño experimental fue de bloques al azar.

RESULTADOS Y DISCUSION

1) *Ensayo factorial N P*: en el Cuadro 1 se observa que, promediando la dosis de fósforo, el efecto del nitrógeno fue considerable,

¹Valdivia B., Vital. Programa Oleaginosas. Raps. Informe Técnico 1971/72. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Mecanografiado).

²Valdivia B., Vital. Programa Oleaginosas. Raps. Informe Técnico 1970/71. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Mecanografiado).

Cuadro 1 — Rendimientos de raps de primavera con diferentes dosis de nitrógeno y fósforo. La Platina 1974/75.

Kg de P ₂ O ₅ /ha	Rendimiento en qq/ha				Promedio P	
	Kg de N/ha					
	0	75	150	225		
0	19,4	17,9	26,7	21,7	21,4	
50	16,8	16,9	21,9	26,8	20,6	
P	100	13,2	19,8	25,8	27,5	21,5
	150	14,4	18,6	25,2	27,6	21,5
Promedio N	15,9	18,3	24,9	25,9		
Duncan 5%	b	b	a	a		

obteniéndose un aumento de 9 y 10 qq/ha en el rendimiento al aplicar 150 y 225 Kg de N/ha, respectivamente. La baja cantidad de N disponible en el suelo según el análisis, de 8 ppm de N (16 Kg de N/ha a la profundidad de 0-20 cm) estaría explicando estos resultados. Soper (1971), en Canadá, encontró que el raps respondía bien a la adición de N cuando el suelo tenía menos de 100 Kg/ha de nitrógeno nítrico en los 61 cm superiores.

Durante el desarrollo vegetativo se observó que las plantas que recibieron N eran más ramificadas, de color verde intenso y de tallos más vigorosos que las plantas testigos. Allen, Morgan y Ridgman (1971) indican que aumentando el nivel de N se desarrollan más vainas por planta y este efecto es fundamental en las diferencias de producción.

No hubo efecto estadísticamente significativo de la aplicación de P, considerando el promedio de las dosis de nitrógeno; aunque el análisis del suelo indicó un bajo contenido de 4 ppm de P. Resultados semejantes se obtuvieron en la Estación Experimental La Platina en ensayos realizados por Valdivia¹ y por Sotomayor². Este escaso o nulo efecto del P no concuerda con los resultados obtenidos por Soper (1971) en suelos de Canadá, quien encontró una respuesta del raps a la fertilización

fosfatada en suelos que tenían menos de 10 ppm de P extractable con NaHCO₃.

El efecto de interacción NP no fue estadísticamente significativo, sin embargo puede observarse que en ausencia de fertilización nitrogenada, el fósforo disminuyó los rendimientos, mientras que cuando se agregó la dosis máxima de nitrógeno, los mayores rendimientos se obtuvieron con fósforo.

- 2) *Ensayo de dosis de N:* en el Cuadro 2 se aprecia que los rendimientos generales fueron altos. La aplicación de N aumentó los rendimientos de semilla de raps sobre el testigo en un promedio de 5,2 qq/ha. Esta respuesta fue escasa debido a la alta disponibilidad de N en el suelo (59 ppm), probablemente debido a que el cultivo precedente había sido alfalfa. Entre dosis de N no hubo o hubo poca diferencia de rendimientos, 75 Kg de N/ha fueron suficientes para aumentar 5 qq/ha de semilla de raps sobre el testigo.

El porcentaje de aceite en la semilla disminuyó ligeramente al aumentar la dosis de N, sin embargo, este efecto fue compensado con creces por el aumento de rendimiento en grano. El mayor rendimiento de aceite en Kg/ha fue con 125 Kg de N/ha.

- 3) *Ensayo de fuentes y épocas de aplicación de nitrógeno:* los resultados indicaron (Cuadro 3) que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre la urea y el salitre, ni entre aplicar todo el nitrógeno

¹Valdivia B., Vital. Informes Técnicos 1967 y 1972 del Programa de Oleaginosas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Mecanografiado).

²Sotomayor R., Inés. 1974. Informe Técnico del Programa de Fertilidad de Suelos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Cuadro 2 — Rendimiento de grano, contenido de aceite y rendimiento de aceite del raps de primavera con dosis crecientes de nitrógeno. La Platina 1975/76.

	Kg de N/ha				
	0	75	100	125	150
Rendimiento, qq/ha	26,2	31,1	29,6	34,0	31,0
Test Duncan 5%*	d	ab	bed	a	abc
Aceite, %	34,6	33,7	33,1	32,3	31,9
Accite, Kg/ha	907,0	1050,0	978,2	1098,6	988,9

*Los promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes (Prueba de Duncan al 5%).

Cuadro 3 — Rendimiento de grano, contenido de aceite y rendimiento de aceite del raps de primavera con diferentes fuentes y épocas de aplicación de N. La Platina, 1976.

Tratamientos	Rendimiento** qq/ha	Aceite %	Kg de aceite/ha
1. Urea, toda a la siembra.	31,0 a*	38,6	1196
2. Salitre, todo a la siembra.	28,2 a	38,0	1073
3. Urea, 1/2 a la siembra. Salitre, 1/2 antes de la florescencia.	31,3 a	37,0	1157
4. Salitre, 1/2 a la siembra. Salitre, 1/2 antes de la florescencia.	31,8 a	38,0	1207
5. Urea, 1/2 a la siembra. Urea, 1/2 antes de la florescencia.	31,4 a	37,3	1172
6. Sin nitrógeno.	24,9 b	39,0	969

*Los promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes (Prueba de Duncan al 5%).

**La dosis de nitrógeno fue de 125 Kg/ha.

con la siembra o en dos parcialidades. Los tratamientos con nitrógeno fueron significativamente superiores al testigo sin nitrógeno, y el efecto de este nutriente varió de 3,3 a 6,9 qq/ha. El análisis de suelo había indicado una disponibilidad media de nitrógeno en el suelo (32 ppm de N). Es interesante señalar que la aplicación de urea en cobertera antes de la florescencia tuvo un efecto similar a la del salitre. Esto indicaría que las eventuales pérdidas de nitrógeno por volatilización al aplicar urea en cobertera no son de consideración bajo las condiciones del presente ensayo. Los porcentajes de aceite fueron semejantes entre tratamientos, pero el testigo dio 192 Kg menos de aceite/ha que los tratamientos que recibieron nitrógeno.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos confirman la importancia de la fertilización nitrogenada para el cultivo del raps, observada en otros países y

en la zona sur de Chile. Dosis de 75 a 150 Kg de N/ha son necesarias para obtener altos rendimientos de semilla de raps bajo las condiciones de los ensayos realizados en la presente investigación, dependiendo de la disponibilidad de este nutriente en el suelo. Los porcentajes de aceite disminuyeron levemente al aumentar las dosis de N, pero esto fue compensado ampliamente por los mayores rendimientos de grano.

La aplicación de fósforo no tuvo un efecto importante, aun cuando el análisis del suelo indicó una disponibilidad baja de este nutriente, en el tipo de suelo en que se realizó la presente investigación. No hubo interacción nitrógeno-fósforo. Este hecho contrasta con la gran importancia del fósforo en los suelos de la zona sur del país para este cultivo.

La urea y el salitre mostraron un comportamiento similar como fuentes de N. La aplicación total con la siembra o dividida en dos aplicaciones de estos fertilizantes dieron efectos similares.

R E S U M E N

Se realizaron 3 ensayos de campo de fertilización en raps de primavera en la Estación Experimental La Platina (Santiago), en suelo regado correspondiente a la serie Maipo. Los resultados destacan una considerable respuesta al nitrógeno, no así al fósforo aun cuando el análisis del suelo indique una baja disponibilidad de fósforo.

Dosis de 75 a 150 Kg de N/ha son necesarias para obtener altos rendimientos de raps, dependiendo de la disponibilidad de nitrógeno en el suelo. El incremento de la dosis de N disminuyó ligeramente el porcentaje de aceite en el grano, efecto que fue ampliamente compensado por el aumento de rendimiento.

No hubo diferencias en rendimiento entre la urea y el salitre, ni entre aplicar estos fertilizantes en una dosis total con la siembra y mitad antes de la florescencia.

S U M M A R Y

FERTILIZER EXPERIMENTS WITH RAPE IN A MAIPO LOAM SOIL

The effect of different fertilizer treatments on rape production was studied in three field experiments. These were conducted at La Platina Experiment Station (Santiago, Chile), under irrigated conditions, on a Maipo loam soil, with pH 8.1.

Results indicated a considerable response to nitrogen, but no to phosphorus, in spite of a low phosphorus availability in the soil as indicated by soil testing.

Rates of 75 to 150 Kg of N per hectare were necessary to obtain high yields of rape, depending on the nitrogen availability in the soil. Increasing nitrogen fertilizer rates slightly reduced oil percent in the rape seed, but this was more than compensated by the increase in the yield of seed.

There was no difference in the effect of urea with respect to chilean nitrate (sodium nitrate) as sources of N.

No difference was observed between applying these fertilizers in one application at planting time, or splitting it one half at planting time and the other half before flowering.

LITERATURA CITADA

- ALLEN, E. J., MORGAN, D. G. and RIDGMAN, W. J. 1971. A physiological analysis of the growth of oilseed rape. *J. Agric. Sci. Camb.* 77, 339-341.
- APPELQVIST, L. A. 1968. Lipids in Cruciferae. 2. Fatty acid composition of *Brassica napus* seed as affected by nitrogen, phosphorus, potassium and sulphur nutrition of the plants. *Physiolog. Pl.* 21 (2), 455-465 (Bibl. 24; Swedish Seed Assoc., Svalöf). *Field Crop Abstracts* 21 (4), 2788.
- BAEZA, C. 1975. Estudio de la fertilización en los rendimientos del raps en suelos de la zona sur de Chile. *Simiente* 45 (3 y 4): 7.
- BHATTY, R. S. 1964. Influence of nitrogen fertilization on the yield, protein and oil content of two varieties of rape. *Canad. J. Plant Sci.* 44: 215-217. Univ. Alberta, Edmonton. *Soil and fertilizers abstracts* 27 (6). 3880, p. 532.
- BREMNER, J. M. 1965. Inorganic forms of nitrogen. In: Black, C. A. *Methods of soil analysis*, Part 2. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy. *Agronomy Series* 9, pp. 1179-1237.
- CHANET, M. 1970. The production of rapeseed in France. In: *International Rapeseed Conference*, Ste-Adele, Canada. *Proceedings*, 37-38.
- CHILE. INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA. 1971. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 1964-1970. Santiago, p. 83 y p. 86.
- HETLAND, F. 1970. A seed grower's viewpoint of rapeseed quality. In: *International Rapeseed Conference*, Ste-Adele, Quebec, Canada. *Proceeding*, p. 17.
- KOŁODZIEJ-DEBOWSKA, W. 1973. The effect of nitrogen fertilizer on seed oil content and fatty acid composition in winter rape. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Rolnictwo*. 130 (30): 187-197. Pl, en, ru. In: *Soils and Fertilizers*. 39 (3): 232, 2569. 1976.
- MARTIN, A. L. D. 1970. Rapeseed production in Canada. In: *International Rapeseed Conference*, Ste-Adele, Quebec, Canada. *Proceedings*, p. 33.
- MÜLLER, O. G. 1962. Investigación en raps; ensayos de abonos en raps. Santiago. Depto. Investigación

- Agrícola. Ministerio de Agricultura. Boletín Técnico No 11, pp. 33-38.
- OLSEN, S., WATANABE, F. and DEAN, L. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U. S. Dep. of Agric. Circ. 939.
- PÉREZ, G. y MORA, S. 1975. Epoca de aplicación, fuentes y dosis de nitrógeno en raps de primavera (*Brassica napus* L. var. Oleifera. D. C. f. annua). Agro Sur 3 (2): 98-108.
- RAPSEED CANADA'S "CINDERELLA" CROP. 1974. 3 ed. Published by Rapeseed Association of Canada, R.
- K. Downey, A. J. Klassen and J. Mc Ansh. Publ. No 33.
- SCOTT, R. K., OGUNREMI, E. A., IVINS, J. D. and MENDHAM, N. J. 1973. The effect of fertilizers and harvest date on growth and yield of oilseed rape sown in autumn and spring. J. Agric. Sci., Camb. 81, 287-293.
- SOPER, R. J. 1971. Soil test as a means of predicting responses of rape to added N, P and K. Agron. J. 63 (4): 564-566.
- TROENG, S. J. Amer. 1955. Oil determination of oilseed. Gravimetric routine method. Oil Chem-Soc. 32: 124.