

# EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACION N-P EN REPOLLO (*Brassica oleraceae* L., VAR. CAPITATA) TRASPLANTADO A UN ANDISOL VILCUN. I. RENDIMIENTO Y TASA DE CRECIMIENTO<sup>1</sup>

## Effect of N-P fertilization rate on trasplanted cabbage crop (*Brassica oleraceae* L., var. Capitata) in a Vilcún Andisol. I. Yield and crop growth rate

Adolfo Montenegro B.<sup>2</sup>, Pedro Baherle V.<sup>3</sup>, Nilo Lizama A.<sup>2</sup>, Edith Méndez A.<sup>2</sup>

### SUMMARY

The effect of nitrogen and phosphorus fertilization on yield and growth rate of cv. Mercado de Copenhagen cabbage (*Brassica oleraceae* L. var. Capitata) plants transplanted on a Vilcún soil was investigated. A randomized complete block design with a factorial arrangement and five replications was used.

Nitrogen fertilization had no significant effect on fresh and dry weight production and crop growth rate. Nevertheless, phosphorus had a significant effect on both. Transplanted cabbage heads that received no phosphorus, beared a lower percentage of leaves and a larger percentage of "bolting" than those that received phosphorus.

**Key words:** cabbage crop, N-P fertilization, nitrogen, phosphorus, yield, crop growth rate.

### INTRODUCCION

El repollo es una de las hortalizas que presenta una buena adaptación a las condiciones de suelo y clima predominantes en la IX Región. Una de las áreas importantes para el cultivo del repollo se ubica al nor-oriente de la ciudad de Temuco. En ella predominan suelos derivados de cenizas volcánicas recientes (Andisoles) y de éstos uno de los de importancia agrícola en general y hortícola en particular, es el Andisol plano Vilcún.

Esta característica y el menor costo del producto, derivado de la reducción de costos por concepto de flete, permite que esta hortaliza sea una alternativa económica para los agricultores de esta zona.

El repollo, es una planta caracterizada por presentar altos requerimientos de nitrógeno y potasio para su normal desarrollo (Hara y Sonoda, 1979). Los requerimientos de fósforo de esta planta no son elevados (Hara, Kisawa y Sonoda, 1981); sin embargo, éste debe aplicarse en dosis altas dada la elevada retención de fósforo (P) que caracteriza a los Andisoles.

En base a lo señalado, y a que los suelos de esta región también son deficitarios en nitrógeno, se estimó conveniente estudiar el efecto de diferentes dosis de nitrógeno y fósforo en el rendimiento y calidad del repollo cv. Mercado de Copenhagen, trasplantado sobre suelo Vilcún.

### MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se efectuó en condiciones de campo, en un Andisol Vilcún, ubicado en la Estación Experimental Carillanca del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), en la IX Región (Región de la Araucanía).

Se utilizó un diseño de bloques al azar, con un arreglo factorial completo 5 x 5 (N x P), con cinco repeticiones.

La dosis de fertilización NP consideradas, fueron las siguientes:

0, 100, 200, 300 y 400 kg/ha de N y 0, 44, 87, 131 y 174 kg/ha de P (0, 100, 200, 300 y 400 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

El nitrógeno se aplicó parcializado a la forma de salitre sódico. Un tercio de la dosis se aplicó 15 días luego del trasplante (fase de expansión de las hojas externas;

<sup>1</sup>Recepción de originales: 26 de septiembre de 1989.

<sup>2</sup>Estación Experimental Carillanca (INIA), Casilla 58-D, Temuco, Chile.

<sup>3</sup>Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

Hara y Sonoda, 1979), y dos tercios de ella se agregaron 31 días después de éste (fase de desarrollo de las hojas externas Hara y Sonoda, 1979).

El fósforo se aplicó al momento del trasplante, localizado en el surco, a la forma de superfosfato triple. Además, se adicionó una fertilización base de 83 kg/ha de K a la forma de sulfato de potasio.

Se utilizaron parcelas de 3 x 7,2 m, en las cuales se trasplantaron las plántulas de repollo, a una distancia de 60 x 60 cm entre y sobre hilera, respectivamente, cuando éstas tenían tres a cuatro hojas verdaderas. Las plántulas provenían de un almácigo desinfectado con bromuro de metilo.

El experimento se condujo bajo condiciones de riego, el cual se proporcionó en forma no restrictiva, mediante un equipo de aspersión. También se efectuaron controles de plagas y malezas.

La selección del sitio experimental se hizo en base a un muestreo preliminar de suelos en el mes de julio, posteriormente el suelo se muestreó a 20 cm de profundidad, previo al trasplante de las plántulas de repollo (muestreo inicial), en el mes de noviembre. En las muestras de parcela y bloque se determinó el contenido de nitrógeno inorgánico disponible, fósforo disponible Olsen, potasio intercambiable, materia orgánica y el pH del suelo. Además, se determinó por bloques, nitrógeno de incubación, cationes de intercambio. Estos antecedentes se presentan en el Cuadro 1.

La estimación de materia seca producida en cada tratamiento se efectuó separando hojas y prolongaciones

de tallos de los repollos obtenidos en la cosecha, secándolos a 65°C en horno de circulación forzada a peso constante.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 2 se presentan los datos de rendimiento evaluados en base al peso promedio del repollo, en gramos de materia verde y expresados en ton/ha, y los datos de tasa de crecimiento promedio post-trasplante, en gramos materia verde/día. La cosecha se efectuó en forma escalonada.

Los resultados fueron analizados estadísticamente, probando el efecto de las diversas dosis de N y P (aplicadas en el experimento) sobre estas características. El análisis de variancia demostró efecto significativo de la dosis de P no así de la dosis de N, encontrándose, además, efecto significativo de la interacción N x P, lo cual indica que a pesar de no existir efecto de N, la respuesta a P varía con las diferentes dosis de N.

Posteriormente, en un análisis más detallado, que permitió conocer la forma en que P actúa mediante una descomposición ortogonal de la suma de cuadrados o variabilidad (proveniente del hecho de aplicar diferentes dosis de P), se constató que la variable respuesta se expresa en forma cuadrática con las diferentes dosis de P, sin embargo, esta respuesta no es la misma para cada nivel de N.

A su vez, una descomposición de la suma de cuadrados de interacción, permitió conocer que los términos lineales de los modelos cuadráticos fueron significativa-

CUADRO 1. Caracterización química del suelo, sitio experimental

TABLE 1. Soil characterization of the experimental site

Tipo muestreo	Repet.	N In. <sup>1</sup>	N Inc. <sup>2</sup>	P	Cationes intercambio				pH	m.o.
					K	Na	Ca	Mg		
		ppm			me/100 g				1:2,5	%
Muestreo preliminar potrero ensayo		19		3					5,9	16
Muestreo inicial (suelo al momento trasplante)	I	74	85	10	0,25	0,26	7,59	0,62	5,4	16
	II	100	107	8	0,22	0,32	7,96	0,65	5,3	17
	III	87	118	8	0,22	0,28	7,71	0,64	5,3	16
	IV	79	98	9	0,22	0,35	8,09	0,64	5,4	15
	V	88	90	8	0,31	0,32	8,09	0,63	5,3	16
Promedio		86	100	9	0,24	0,31	7,89	0,64	5,3	16

<sup>1</sup>N In. = Nitrógeno Inicial.

<sup>2</sup>N Inc. = Nitrógeno Incubación.

**CUADRO 2. Efecto de la dosis de fertilización N-P en el rendimiento promedio (materia verde) del repollo y en la tasa promedio de crecimiento post-trasplante****TABLE 2. Effect of N-P fertilization rate on yield and crop growth rate on post-transplanted cabbage plants**

Tratamientos		Rendimiento materia verde		Tasa crec. post-trasplante <sup>2</sup>
N	P	gramos	ton/ha <sup>1</sup>	g m.v./día
kg/ha	kg/ha			
0	0	593,50	16,49	7,51
0	44	1.437,00	39,94	21,81
0	87	1.897,30	52,70	29,47
0	131	2.089,10	58,30	32,51
0	174	2.092,90	58,14	33,15
100	0	808,30	22,45	10,23
100	44	1.677,20	46,59	23,45
100	87	1.837,70	51,05	27,04
100	131	1.936,00	53,78	30,16
100	174	1.988,90	55,25	31,96
200	0	586,00	16,28	7,42
200	44	1.749,50	48,60	24,96
200	87	1.852,50	51,46	28,23
200	131	2.138,10	59,39	33,23
200	174	2.115,20	58,76	34,33
300	0	830,00	23,07	10,51
300	44	1.739,10	48,31	24,62
300	87	1.804,30	50,12	28,05
300	131	1.917,50	53,26	31,22
300	174	2.126,70	59,08	30,77
400	0	701,80	19,49	8,88
400	44	1.806,50	50,18	25,31
400	87	1.866,10	51,84	28,71
400	131	1.886,30	52,40	30,55
400	174	2.203,50	61,20	31,93

<sup>1</sup>Promedio de 5 repeticiones (ton/ha materia verde).

<sup>2</sup>Corresponde a crecimiento promedio (g de materia verde/día).

mente diferentes. Los términos cuadráticos de los modelos, resultaron iguales, lo cual indicaría que hasta cierto nivel de P, la respuesta lineal de este nutriente es diferente (dependiendo del nivel de N), pero que alcanzado ese valor, la cuantía de los términos cuadráticos de los respectivos modelos es igual, independizándose por lo tanto, de la dosis de N.

La ecuación de respuesta al P para cada nivel de N (Figura 1), indica, que el rendimiento obtenido con los distintos niveles de nitrógeno fue similar cuando se aplicó 44 kg de P/ha, con excepción del tratamiento sin nitrógeno, que ocasionó un rendimiento ligeramente inferior.

El rendimiento óptimo se alcanzó, en los distintos niveles de nitrógeno, con una fertilización fosfatada que varió entre 135 y 150 kg de P/ha y que, en promedio; equivale a 142 kg de P/ha. La tasa de crecimiento

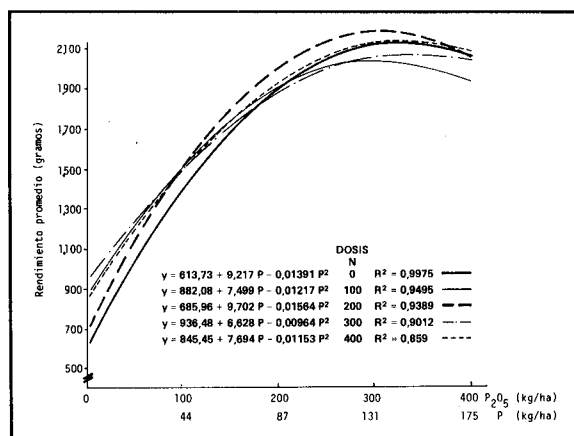


FIGURA 1. Gráfico de los modelos cuadráticos que representan el efecto de la dosis de fósforo en el rendimiento de repollo (Peso promedio).

FIGURE 1. Phosphorus rate effect on cabbage crop yield.

óptima (Figura 2), también en los distintos niveles de nitrógeno, se alcanzó con una fertilización fosfatada que varió entre 136 y 154 kg de P/ha y que equivalió a 149 kg de P/ha, en promedio.

De acuerdo a los coeficientes de determinación presentados en las figuras 1 y 2, se puede apreciar la calidad del ajuste, lo que permite concluir la clara dependencia del rendimiento y tasa de crecimiento de la fertilización fosfatada.

El efecto del nitrógeno sobre el rendimiento y la tasa de crecimiento del repollo, en función de las diferentes dosis de fósforo, se muestra en las figuras 3 y 4, respectivamente.

De éstas, y del cálculo estadístico, se aprecia que, el aumento de la dosis de nitrógeno de 0 a 400 kg/ha en el suelo Vilcún no condujo a un mayor rendimiento (Figura 3) o a una mayor tasa de crecimiento (Figura 4). Esto no concuerda con lo informado en la literatura, ya que en varios trabajos se indica que la fertilización nitrogenada sí aumenta el rendimiento de esta planta. Al respecto, Chamberland (1981) señala que, en suelos de Quebec (Canadá), un aumento de la fertilización nitrogenada produce un incremento del rendimiento del repollo y que ésta se correlaciona significativamente con el tenor de nitratos de las hojas de esta planta. Peck (1981), en suelos de New York (EE.UU.), también indica aumentos del rendimiento del repollo con un incremento de la fertilización nitrogenada. Señala, sin embargo, que esta fertilización disminuye el porcentaje de materia seca del repollo y aumenta la necrosis de los bordes de las hojas dentro de éste, lo cual afecta la calidad para su uso como repollo fermentado.

Thomas, Namken y Brown (1970), en suelos de Texas (EE.UU.), también indican que la adición de fertilizantes nitrogenados aumenta significativamente el rendimiento de esta planta. Señalan, además, que este incremento de rendimiento se produciría, más bien, por un aumento del número de repollos comerciales, que por un aumento del tamaño promedio de éstos. De igual forma, Reyes (1979), en un suelo aluvial de la zona central de Chile, corrobora lo anterior, mencionando que el aumento del rendimiento del repollo se debe a un incremento de la dosis de N y P. Además, señala un efecto de interacción de la dosis de N y P sobre el rendimiento y asevera que la dosis de nitrógeno sería el factor más importante en la aparición de la "partidura" del repollo. La interacción N-P, según el mismo autor, también produciría "partidura", pero su incidencia sería menor que la de la fertilización nitrogenada.

A diferencia de lo encontrado en este trabajo, Reyes (1979) menciona un efecto significativo de la dosis de P en el rendimiento del repollo.

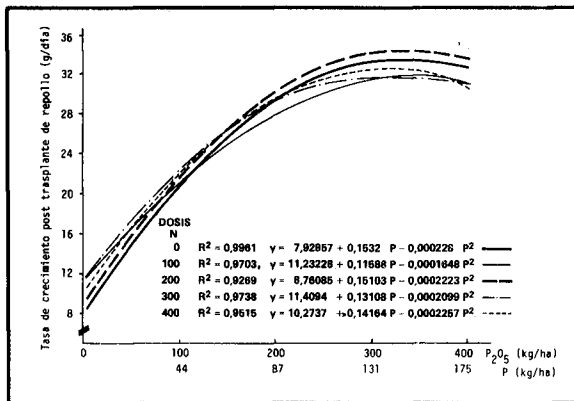


FIGURA 2. Gráfico de los modelos cuadráticos que representan el efecto de la dosis de fósforo en la tasa de crecimiento post-trasplante del repollo.

FIGURE 2. Phosphorus rate effect on cabbage crop growth rate.

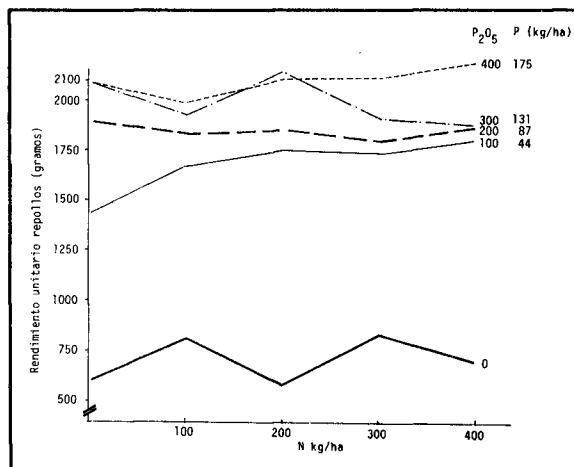


FIGURA 3. Efecto del nitrógeno en el rendimiento del repollo.

FIGURE 3. Effect of nitrogen on cabbage yield.

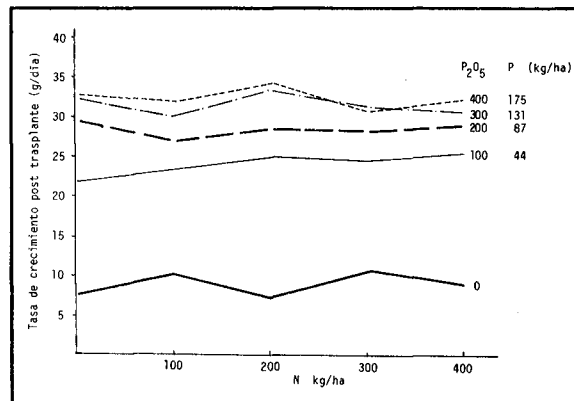


FIGURA 4. Tasa de crecimiento post-trasplante de repollo en función de la dosis de nitrógeno (gramos/día).

FIGURE 4. Effect of nitrogen fertilization rate on cabbage crop growth rate.

Amaury, Bergman y Koller (1984), en un suelo de Río Grande do Sul (Brasil), indican que no sólo se precisan altas dosis de N para elevar el rendimiento del repollo, sino que también son necesarias altas aplicaciones de K para lograrlo.

La falta de respuesta al nitrógeno en esta investigación, se explica por los valores de este elemento en el muestreo inicial al momento del trasplante (Cuadro 1). El valor promedio de nitrógeno inicial fue de 86 ppm, que de acuerdo con las pautas generales de calibración existentes (60 ppm de N inicial), es muy alto; estos niveles implican poca o nula probabilidad de respuesta a este elemento. Además, debe considerarse que el suelo fue capaz de mineralizar 67 ppm en el lapso de julio a noviembre, o sea, desde el momento de selección del sitio al establecimiento del ensayo por trasplante.

Es importante considerar el efecto que adquiere el P en la producción de repollo en suelos Andisoles (derivados de material volcánico), factor que pasa a ser prioritario en un suelo que sea capaz de entregar nitrógeno. El alto potencial de mineralización de este sitio experimental tiene su explicación en el hecho que éste provenía de una pradera de 6 años de antigüedad.

La materia seca total y la materia verde total (Cuadro 2) aumentó con el incremento de la dosis de fósforo. El rendimiento de materia seca, en todos los niveles de nitrógeno considerados, aumentó aproximadamente en 1.200 a 3.500 kg/ha, cuando la dosis de fósforo se elevó de 0 a 174 kg/ha de P, respectivamente. A su vez, el rendimiento de la materia seca de las hojas y prolongaciones del tallo, en general, también aumentó con el incremento de la dosis de fósforo (Cuadro 3).

**CUADRO 3. Efecto de la dosis de nitrógeno y fósforo en el rendimiento de materia seca del repollo en hojas y prolongaciones de tallos**

**TABLE 3. Effect of N-P rate on leaf botting and stem dry matter yield**

Tratamientos		Materia seca				
N	P	Total <sup>1</sup>	Hojas		Tallos	
kg/ha	kg/ha		kg/ha	% del total	kg/ha	% del total
0	0	1.207,3	977,5	82,6	209,8	17,4
0	44	2.556,9	2.174,5	85,0	382,4	15,0
0	87	2.785,2	2.380,3	85,5	404,9	14,5
0	131	2.927,4	2.506,5	85,6	420,9	14,4
0	174	3.641,0	3.207,6	88,1	433,4	11,9
100	0	1.475,0	1.239,1	84,0	235,9	16,0
100	44	2.706,9	2.449,6	90,5	257,3	9,5
100	87	3.054,0	2.730,0	89,4	324,0	10,6
100	131	3.459,1	3.033,7	87,7	425,4	12,3
100	174	3.217,6	2.882,1	89,6	335,5	10,4
200	0	1.282,6	1.055,8	82,3	226,8	17,7
200	44	2.716,6	2.490,4	91,7	226,2	8,3
200	87	2.981,0	2.711,2	90,9	269,8	9,1
200	131	3.216,6	2.887,3	89,8	329,3	10,2
200	174	3.534,7	3.139,6	88,8	395,1	11,2
300	0	1.438,1	1.206,4	83,9	231,7	16,1
300	44	2.736,9	2.521,3	92,1	215,6	7,9
300	87	2.930,2	2.619,7	89,4	310,5	10,6
300	131	3.426,0	3.075,4	89,8	350,6	10,2
300	174	3.420,3	2.951,1	86,3	469,2	13,7
400	0	1.413,8	1.165,4	82,4	248,4	17,6
400	44	2.844,5	2.600,8	91,4	243,7	8,6
400	87	2.921,5	2.573,5	88,1	348,0	11,9
400	131	3.134,7	2.738,8	87,4	395,9	12,6
400	174	3.010,2	2.648,2	88,0	362,0	12,0

<sup>1</sup>Promedio de 3 repeticiones.

Cabría señalar que la no adición del fósforo al suelo Vilcún, provocaría, en todos los niveles de N, a un menor porcentaje de materia seca en las hojas (en relación a materia seca total) y un mayor porcentaje de ésta en las prolongaciones del tallo.

Lo anterior, podría indicar que la aplicación del fósforo, en el suelo Vilcún, conduciría no sólo a aumentar el rendimiento promedio de los repollos, sino que también a elevar la calidad de éstos. Dichos repollos serían más tiernos y, por lo tanto, de mayor aceptación por el consumidor.

### CONCLUSIONES

El aumento de la dosis de fósforo aplicado al suelo Vilcún, condujo a un incremento del rendimiento de la

materia verde y seca del repollo y a un incremento de la tasa promedio de crecimiento, post-trasplante de éste.

La fertilización nitrogenada, en este suelo, no ejerció un efecto significativo sobre el rendimiento y la tasa antes mencionada, debido al alto poder de suministro de este elemento por el suelo.

El rendimiento y la tasa de crecimiento se ajustó, en función de la dosis de P, a un modelo cuadrático. Los valores de  $R^2$  para las diferentes curvas fueron elevados, lo que evidencia la dependencia del rendimiento y tasa de crecimiento a la fertilización fosfatada.

Los repollos provenientes del suelo Vilcún sin adición de fósforo, tuvieron un menor porcentaje de hojas y un mayor porcentaje de tallos, que los provenientes del mismo suelo sometido a fertilización fosfatada.

### RESUMEN

Se investigó el efecto de la fertilización N-P sobre el rendimiento y la tasa de crecimiento del repollo, cv. Mercado Copenhague, trasplantado sobre un suelo Vilcún. Para ello, se utilizó un diseño de bloques al azar en un arreglo factorial completo  $5 \times 5$  (N x P), con cinco repeticiones. El rendimiento se evaluó en base al peso promedio del repollo y a la tasa de crecimiento post-trasplante de éste.

Se observó que la fertilización nitrogenada, en este suelo, no ejerció un efecto significativo sobre el rendimiento de materia seca y verde del repollo. Similar situación se apreció en el caso de la tasa de crecimiento post-trasplante.

Por el contrario, la fertilización fosfatada aumentó significativamente el rendimiento de materia seca y verde del repollo y la tasa antes mencionada.

Por último, los repollos provenientes del suelo Vilcún sin fertilización fosfatada, poseen un menor porcentaje de hojas y un mayor porcentaje de prolongaciones tallos que los provenientes del mismo suelo con fertilización fosfatada.

**Palabras claves:** repollo, fertilización N-P, nitrógeno, fósforo, rendimiento, tasa de crecimiento.

### LITERATURA CITADA

- AMAURY, S., BERGMAN, I. y KOLLER, O. 1984. Adubacao mineral e orgánica en repolho (*Brassica oleraceae* L. Var. Capitata) I. Producao total e comercial. Hort. Bras. 2(1): 17-20.
- CHAMBERLAND, E. 1981. Concentration critique des nitrates dans les feuilles en rapport avec le rendement et les residus dans une culture de choux. Can. J. Plant Sci. 61: 697-701.
- HARA, T. and SONODA, Y. 1979. The role of macronutrients for cabbage-head formation. (Preliminary Report). Growth performance of a cabbage plant, and potassium nutrition in the plant. Soil Sci. Plant Nutr. 25: 103-111.
- HARA T., KISAWA, T. and SONODA, Y. 1981. The role of macronutrients in cabbage-head formation. II. Cabbage-head development as affected by nitrogen and light. Soil Sci. Plant Nutr. 27(2): 177-184.
- PECK, N.H. 1981. Cabbage plant responses to nitrogen fertilization. Agronomy J. 73: 679-684.
- REYES, V. 1979. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfatada en el rendimiento y calidad del repollo. (*Brassica oleraceae* var. Capitata L.). Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Depto. de Fitotecnia. (Tesis para optar al título de Ing. Agr., mimeo.).
- THOMAS, J.R, NAMKEN, L.N. and BROWN, R.G. 1970. Yield of cabbage in relation to nitrogen and water supply. J. Amer. Soc. Hort. 95: 732-735.