

# RESPUESTA DE ARVEJAS AFILAS Y DE FOLLAJE REDUCIDO A LA FERTILIZACION FOSFATADA. I. RENDIMIENTO Y COMPONENTES DEL RENDIMIENTO <sup>1</sup>

## Response of afila and reduced foliage peas to phosphate fertilization. I. Yield and yield components

Mario Mera K.<sup>2</sup>, Amelia Peyrelongue C.<sup>2</sup> y Mario Sandoval P.<sup>3</sup>

### S U M M A R Y

Previous estimates of phosphate fertilization for peas (*Pisum sativum* L.) grown in Southern Chile of about 66 kg P/ha appeared insufficient for new high-yielding cultivars with improved management, which are allowing yields of 50-70 qm/ha of grain in experiments.

Cvs. Solara (afila) and Progreta (reduced foliage) were planted at five levels of applied phosphate (0, 17.5, 35, 70 and 140 kg/ha of P) on two Andisols (Regional Research Center Carillanca, Cautín rainfed central valley, and Hualpín, rainfed coast) of the IX Region of Chile.

Yield increased with applied phosphate up to a level of about 120 kg P/ha and stabilized thereafter. Both cultivars exhibited a similar quadratic response, irrespective of location. Pods per plant was the only yield component to be affected (increased by phosphate). Though associated to high experimental error, flat pods percentage significantly increased through phosphorus application.

At the stage of 6-7 nodes, the plants with the highest phosphate dose accumulated 150% (Carillanca) and 213% (Hualpín) more dry matter than the check with no phosphate. At later stages of development this difference was increasingly higher.

These results confirm that peas grown on Andisols of Southern Chile have phosphate requirements substantially higher than those estimated before the introduction of high-yielding cultivars and improved management, particularly in relation to plant population and weed control.

**Key words:** Afila peas, reduced foliage peas, yield, yield components, phosphate, Andisols.

### INTRODUCCION

En la zona sur de Chile, la arveja (*Pisum sativum* L.) se ha perfilado como una alternativa de rotación agrónomicamente viable. El mejoramiento de prácticas agrónomicas como la densidad de siembra (Mera, 1989a, 1989b, 1989c) y el control de malezas (Espinoza y Ormeño, 1989; Díaz, Espinoza y Zapata, 1991), y la introducción de mutantes foliares de alto rendimiento que facilitan la cosecha

mecanizada, han aumentado las expectativas de este cultivo. El rendimiento en grano seco alcanzado por genotipos de buen potencial, en ensayos realizados por el Centro Regional de Investigación (CRI) Carillanca, se ha elevado a un rango normal de 50 a 70 qm/ha; previamente no superaba los 35 qm/ha. Es lógico esperar que si el rendimiento aumenta en tal magnitud, los requerimientos nutricionales del cultivo deban ser significativamente mayores.

Entre los elementos requeridos, el fósforo reviste particular importancia en la zona sur del país dada la alta capacidad de retención de fosfato de los Andisoles. Una fertilización de 66 kg/ha de P se ha estimado suficiente para antiguos cultivares de arveja en suelos de la zona sur (Letelier, 1967; Krarup, 1973; Seeman, 1973). Peyrelongue, citada por Rojas (1989), observó 15% más de rendimiento en arveja Florette, de follaje convencional, al subir la fertilización de 44 a 88 kg/ha de P. Para la zona

<sup>1</sup>Recepción de originales: 10 de mayo de 1994.

Parte de la tesis de grado del tercer autor, para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

Los autores agradecen la colaboración del Ingeniero Agrónomo Selvin Ferrada N. en la discusión de aspectos económicos y del Técnico Agrícola Juan Levío C., en la ejecución de los experimentos.

<sup>2</sup>Centro Regional de Investigación Carillanca (INIA), Casilla 58-D, Temuco, Chile.

<sup>3</sup>Actualmente en Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), General Urrutia 233, Villarrica, Chile.

central, en cambio, se ha considerado como suficiente niveles de 22 kg/ha de P (Faiguenbaum, 1986) a 44 kg/ha de P (Letelier, 1967). Varios informes extranjeros se encuentran en este rango (Ponomarev, 1969, Takahi, 1971; Doorenbos y otros, 1979; Chamberland, 1982; Gane y otros, 1984) e, incluso, indican requerimientos menores (Mahler, Saxena y Aeschlimann, 1988). Algunos concuerdan con las estimaciones ya mencionadas para la zona sur. Kostov, Petkov y Popov (1988) estimaron requerimientos de 50 a 100 kg/ha de P, y Mahler y Mc Dole (1985), de 66 kg/ha de P, para suelos del noroeste de Estados Unidos.

Este estudio tuvo por objeto verificar si un cultivo de arveja que alcanza alto rendimiento basado en nuevos cultivares de follaje no convencional, alta densidad de plantas y buen control de malezas, tiene requerimientos de fertilización fosfatada superiores a los estimados previamente, con cultivares convencionales y menor densidad de plantas, en suelos de alta capacidad de retención de fosfato. No ha sido el objetivo de este trabajo obtener una curva de respuesta general para los mutantes foliares descritos en el título. Se escogió un cultivar áfido y un cultivar de follaje reducido porque entre estos tipos se encuentran los cultivares que permiten lograr los mayores rendimientos en la actualidad.

## MATERIALES Y METODOS

### Establecimiento

Se utilizó el cultivar áfido Solara y el cultivar de follaje reducido Progreta. La descripción de estos mutantes foliares se encuentra en Mera (1988) y Mera y otros (1989). Se usó un diseño de parcelas divididas con cuatro niveles de fertilización fosfatada (17,5; 30; 70 y 140 kg/ha de P) como superfosfato triple aplicado al surco, más un testigo sin fertilización fosfatada. Las variedades ocuparon las parcelas principales y los niveles de fósforo las subparcelas. Se usó cuatro repeticiones y parcelas de cinco hileras de 4 m de largo separadas a 33 cm. El ensayo se estableció en el CRI Carillanca (llano central de Cautín, IX Región), el 28 de agosto de 1989 y en Hualpín (secano costero de Cautín, IX Región) el 14 de septiembre de 1989. En ambas localidades se encuentra un suelo Andisol de similar capacidad de retención de fósforo. Una caracterización edafoclimática detallada de ambas localidades se describe en Sandoval (1990). Se sembró con una densidad equivalente a 98 semillas/m<sup>2</sup>. La semilla fue desinfectada con thiram más benomyl. Se aplicó potasio al voleo en dosis de 83 kg/ha de K como muriato de potasio (60% K<sub>2</sub>O).

En Hualpín se inoculó al surco asperjando sobre las semillas inoculante específico para arveja (*Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*). En Carillanca no se inoculó ya que el suelo presenta cepas eficientes de bacterias fijadoras. No se aplicó nitrógeno en ninguna localidad. Se utilizó trifluralina (1 kg i.a./ha) de presembrado incorporado y linurón (1 kg i.a./ha) de preemergencia. Una aplicación de haloxyfop-metil (120 g i.a./ha + 250 cc adherente alquit aril poliglicol éter/ha) fue requerida sólo en Hualpín, para controlar gramíneas. Una aplicación de pirimicarb (125 g i.a./ha) fue necesaria para controlar áfidos, en ambas localidades, y dos aplicaciones de fenvalerato (60 g i.a./ha) para controlar bruco (*Bruchus pisorum*), sólo en Carillanca.

Al momento de la siembra la localidad de Carillanca tenía, como promedio de los 4 bloques, 20 mg/kg de P extractable (Olsen), 0,123 cmol(+)/kg de K de intercambio, 20 mg/kg de N mineral, 16,3% de materia orgánica y pH (H<sub>2</sub>O, 1:2,5) 6,4. Al momento de la siembra, el suelo de Hualpín tenía 8 mg/kg de P extractable, 0,246 cmol(+)/kg de K de intercambio, 20 mg/kg de N mineral, 14,6% de materia orgánica y pH 5,7.

### Determinaciones

Se evaluó el rendimiento de una superficie de 2,5 m<sup>2</sup> por parcela, tomada de las tres hileras centrales, y se expresó en base a un 14% de humedad. Los componentes del rendimiento se obtuvieron de una muestra de 10 plantas marcadas al azar, previo a la floración, de la hilera central de cada parcela. La evolución de la materia seca se estimó a través de seis muestreos (42, 56, 70, 84, 98 y 112 días después de la siembra) consistentes en 5 plantas por parcela. El estado fenológico en cada muestreo se definió usando la escala de Knott (1987).

La población de plantas se determinó en base a un recuento sobre 1 m en cada una de las tres hileras centrales de cada parcela, 70 días después de la siembra en Carillanca y 56 días después de la siembra en Hualpín.

### Análisis

Se realizó un análisis de variancia y las medias se compararon con la Prueba de Rango Múltiple de Duncan. Los datos de rendimiento se sometieron a un análisis de regresión utilizando el programa JMP (SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA). Se usó variables "dummy" y el método de suma de cuadrados extra (Draper y Smith, 1981), para detectar diferencias significativas en intercepto y pendiente en las curvas de regresión.

## RESULTADOS

### Población de plantas

No se observaron diferencias en la densidad de plantas atribuibles al fósforo aplicado (Cuadro 1). En Carillanca, 'Progreta' y 'Solara' alcanzaron una población promedio de 89,2 y 88,9 plantas/m<sup>2</sup>, en tanto que en Hualpín la población promedio fue 89,7 y 88,7 plantas/m<sup>2</sup>, respectivamente.

**CUADRO 1. Población de plantas obtenida con dos variedades de arveja sometidas a cinco niveles de fósforo en dos localidades de la IX Región, a partir de una densidad de siembra de 98 semillas/m<sup>2</sup>**

**TABLE 1. Plant population obtained with two pea cultivars under five levels of phosphate at two locations of the 9<sup>th</sup> Region of Chile, with a sowing density of 98 seeds/m<sup>2</sup>**

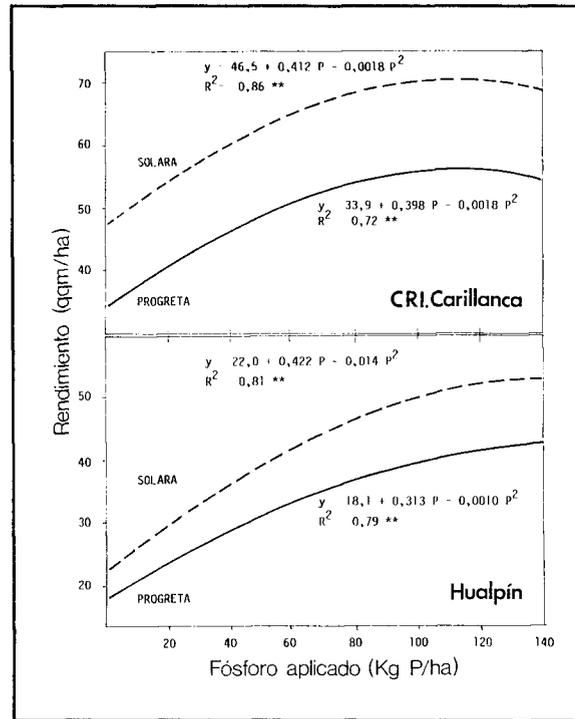
Dosis de fósforo (kg/ha de P)	Densidad de población (plantas/m <sup>2</sup> )			
	CRI Carillanca		Hualpín	
	Progreta	Solara	Progreta	Solara
0,0	91,0 a	89,7 a	93,5 a	89,7 a
17,5	91,5 a	86,7 a	90,2 a	92,0 a
35,0	88,7 a	91,0 a	83,5 b	89,5 a
70,0	86,2 a	86,0 a	92,0 a	86,0 a
140,0	88,5 a	91,2 a	89,2 a	86,2 a

Los valores de las columnas que comparten una misma letra no representan diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

### Rendimiento

El rendimiento del cultivar Solara superó al de 'Progreta', en ambas localidades, independiente del nivel de fósforo aplicado (Figura 1). 'Solara' tuvo un rendimiento promedio de 58,8 y 36,7 qqm/ha en Carillanca y Hualpín, respectivamente, en tanto que 'Progreta' tuvo un promedio de 45,4 y 29,4 qqm/ha, respectivamente. Los rendimientos máximos fueron 69,5 y 53,1 en Carillanca, y 54,6 y 42,6 qqm/ha en Hualpín, para 'Solara' y 'Progreta', respectivamente, todos alcanzados con la dosis más alta de fósforo. El mayor potencial de 'Solara' respecto a 'Progreta' ha sido observado previamente en ensayos del CRI Carillanca. De acuerdo a las curvas de regresión, el rendimiento aumentó al incrementarse el fósforo aplicado, hasta un nivel de aproximadamente 120 kg/ha de P, a partir del cual tendió a estabilizarse (Figura 1). La respuesta cuadrática fue significativa para los dos cultivares

en ambas localidades. Las curvas tuvieron diferentes interceptos, pero las pendientes fueron estadísticamente similares, indicando que ambos cultivares respondieron de la misma forma al fósforo aplicado, independiente de la localidad.



**FIGURA 1. Relación (N=20) entre fósforo aplicado y rendimiento en grano seco de los cultivares de arveja Solara y Progreta, en el CRI Carillanca y Hualpín, IX Región.**

**FIGURE 1. Relationship (N=20) between applied phosphorus fertilizer and grain yield of pea cultivars Solara and Progreta, at two locations of Southern Chile.**

### Componentes del rendimiento

El componente del rendimiento más afectado por la dosis de fósforo fue el número de vainas productivas por planta. En los dos cultivares, y en ambas localidades, se observó un aumento del número de vainas por planta al incrementarse el fósforo aplicado (Figura 2). En ambas variedades los valores de este componente fueron mayores en Carillanca que en Hualpín, explicando el mayor rendimiento obtenido en Carillanca. Estos resultados confirman, una vez más, que el número de vainas por planta es el componente más frecuentemente ligado al rendimiento final (Krarup y Davis, 1970; Sinha, 1978; Baginsky, 1988). Esto no significa, necesariamente, que los cultivares de mayor rendimiento tengan un mayor número de vainas por planta. De hecho, el número promedio de vainas por planta de 'Progreta' (6,6) fue ligera, pero significativamente, superior al de 'Solara' (6,3).

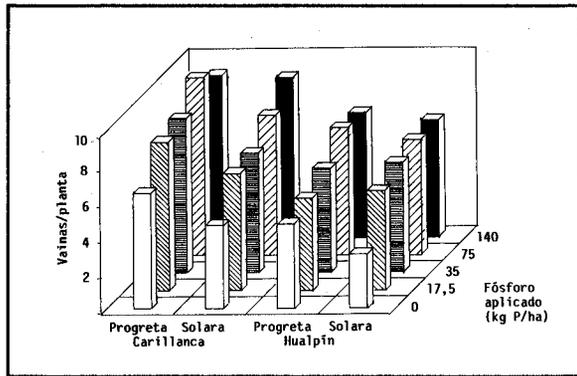


FIGURA 2. Variación del número de vainas por planta de los cultivares de arveja Progreta y Solara en función del fósforo aplicado, en el CRI Carillanca y Hualpín, IX Región.

FIGURE 2. Number of pods per plant in pea cultivars Progreta and Solara in terms applied phosphorus, at two locations of Southern Chile.

El número de granos por vaina no varió significativamente por efecto del fósforo aplicado, en ninguna variedad ni localidad. No obstante, 'Solara' tuvo un número promedio de granos por vaina significativamente superior (3,42) al de 'Progreta' (2,66). Similar situación se observó con el peso del grano; no hubo efecto significativo del fósforo aplicado, pero 'Solara' tuvo un peso promedio (330 mg) superior al de 'Progreta' (289 mg).

El porcentaje de vainas improductivas o vanas aumentó significativamente por efecto del fósforo aplicado, pese a encontrarse asociado a un alto error experimental (Figura 3). 'Solara' tuvo un promedio (6,7%) de vainas improductivas inferior al de 'Progreta' (11,4%) y Carillanca un promedio superior al de Hualpín (7,3%).

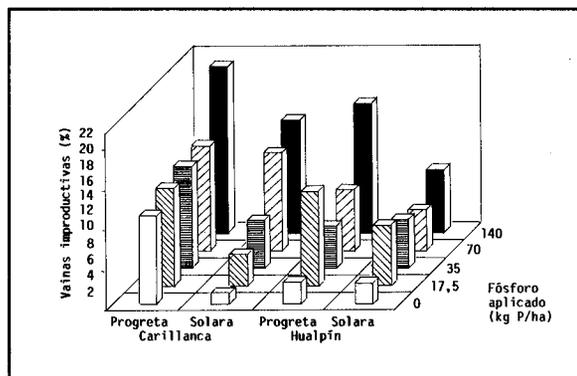


FIGURA 3. Variación del porcentaje de vainas improductivas de los cultivares de arveja Progreta y Solara en función del fósforo aplicado, en el CRI Carillanca y Hualpín, IX Región.

FIGURE 3. Percentage of flat (improductive) pods in pea cultivars Progreta and Solara in terms of applied phosphorus, at two locations of Southern Chile.

## Producción de materia seca

El fósforo aplicado aumentó la producción de materia seca en ambas variedades y en ambas localidades (Figura 4). El efecto de la fertilización fosfatada se hizo evidente a partir del muestreo a los 56 días después de la siembra, cuando las plantas se encontraban en estado fenológico 106 ó 107 (Knott, 1987), correspondientes a sexto y séptimo nudo, respectivamente (Cuadro 2). En dicho estado, las plantas con la dosis máxima de fósforo acumularon 150 y 213% más materia seca que el testigo sin fertilización, en Carillanca y Hualpín, respectivamente. A los 70 días después de la siembra (estados 110 ó 111 en Carillanca y 203 en Hualpín) estos valores fueron 244 y 211%, respectivamente. En todos los muestreos, la acumulación de materia seca aumentó con cada incremento en la dosis de fósforo (Figura 4).

## DISCUSION

No se observaron efectos negativos sobre la germinación, de dosis tan altas como 140 kg/ha de P (694 kg superfosfato triple/ha) aplicadas al surco, pese a que la arveja ha sido considerada extremadamente sensible al exceso de sales durante la germinación (Mc Dole, Jones y Harder, 1978). La falta de efecto del fósforo aplicado sobre la germinación, también ha sido observado en otras leguminosas de grano como lenteja (Peyrelongue, 1991), en el mismo tipo de Andisol y también en Ultisoles. La fertilización máxima de dicho experimento en lenteja fue 70 kg/ha de P (347 kg superfosfato triple/ha).

La revisión de Davies y otros (1985) cita varios trabajos sobre el efecto positivo de la fertilización fosfatada en el rendimiento de arveja. Sin embargo, la respuesta de este cultivo a dosis de 120 a 140 kg/ha de P parece ser inédita, y corrobora la hipótesis que los cultivares de arveja que permiten alcanzar altos rendimientos requieren niveles de fósforo sustancialmente mayores a los estimados previamente, en suelos de alta capacidad de fijación de fosfatos. El mayor requerimiento de fertilización fosfatada observado, puede deberse tanto a una mayor demanda de los nuevos cultivares, en comparación a cultivares antiguos, como a la mayor densidad de plantas empleada. El análisis económico de Sandoval (1990) concluyó que la aplicación de una mayor dosis de fósforo es rentable. Las ecuaciones de regresión indican que, como promedio de las dos variedades, para una aplicación de fósforo de 66 kg/ha de P (fertilización recomendada previamente para arveja en la zona sur), corresponden rendimientos de 59,0 y 39,1 qqm/ha en Carillanca y Hualpín, respectivamente. Si se escoge arbitrariamente una aplicación de 100 kg/ha de

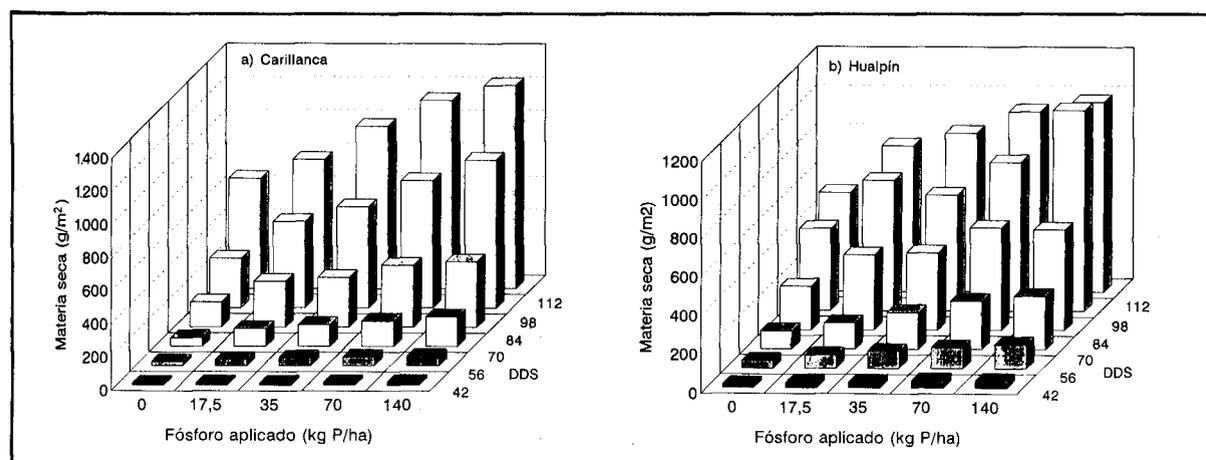
**CUADRO 2. Estados fenológicos, según escala de Knott, de las variedades Progreta y Solara en seis muestreos de producción de materia seca**

**TABLE 2. Stages of development, according to Knott, of cvs. Progreta and Solara at six dry matter sampling times**

Nº de muestreo	1	2	3	4	5	6
Días después de siembra	42	56	70	84	98	112
<b>CRI Carillanca</b>						
Fecha	09.10	23.10	06.11	20.11	04.12	18.12
Estado fenológico						
Progreta	104	107	111	203 <sup>1</sup>	205 <sup>2</sup>	206
Solara	104	106	110	203 <sup>1</sup>	205 <sup>2</sup>	206
<b>Hualpín</b>						
Fecha	26.10	09.11	23.11	07.12	21.01	24.01
Estado fenológico						
Progreta	106	107	203 <sup>1</sup>	205 <sup>2</sup>	206	209
Solara	105	106	203 <sup>1</sup>	205 <sup>2</sup>	206	209

<sup>1</sup>203 = inicio floración.

<sup>2</sup>205 = término floración.



**FIGURA 4. Evolución de la materia seca en arvejas con cinco niveles de fósforo aplicado, en el CRI Carillanca (a) y Hualpín (b), IX Región. Promedio de los cultivares Solara y Progreta. (DDS= días después de la siembra).**

**FIGURE 4. Dry matter evolution in peas under to five levels of applied phosphorus at CRI Carillanca (a) and Hualpín (b), IX Region, Southern Chile. Mean of cultivars Solara and Progreta. (DDS = days after planting).**

P, encontramos que corresponden rendimientos de 62,7 y 44,8 qm/ha en Carillanca y Hualpín, respectivamente. Esto significa que, para el rango de fertilización fosfatada, entre 66 y 100 kg/ha de P, existe un aumento promedio de rendimiento de 3,6 y 5,7 qm/ha en Carillanca y Hualpín, respectivamente. Expresado en otros términos, cada kg/ha de P, aplicado en el rango en cuestión, produce un rendimiento adicional promedio de 10,6 y 16,8 kg grano/ha en Carillanca y Hualpín, respectivamente. La relación física insumo: producto, para este

rango, fluctuó, por lo tanto, entre 1: 10 y 1: 17. La relación de precios insumo: producto, sin embargo, fluctuó en la década 1980-1990 entre 2,4: 1 y 4,9: 1, con un promedio de 3,4: 1. El uso de fertilizaciones fosfatadas superiores a 66 kg/ha de P tendría, por lo tanto, una justificación económica.

El aumento de las vainas improductivas al incrementar el fósforo aplicado fue un resultado inesperado, ya que el efecto positivo del fósforo sobre la reproducción de las plantas, es bien conocido;

puede especularse que el aumento de las vainas improductivas se debe a que el fósforo aumenta los depósitos, pero las fuentes son incapaces de satisfacer el aumento en la demanda de fotosintatos durante el crecimiento del grano. Es posible también que se produzcan deficiencias nutritivas no relacionadas con el fósforo. El efecto del fósforo aplicado en la acumulación temprana de materia seca puede revestir importancia desde el punto de vista del control de malezas. Díaz y Peñaloza (1993) han

determinado que el período crítico de competencia de malezas en arveja Progreña se encuentra entre 45 y 65 días después de la siembra. Los resultados del presente trabajo indican un importante aumento de la materia seca durante dicho período, por efecto del fósforo aplicado, lo cual sugiere que la competitividad de la arveja durante el período en que el efecto de los herbicidas residuales disminuye, puede mejorarse con una fertilización fosfatada apropiada.

## RESUMEN

Los requerimientos de fertilización fosfatada para antiguos cultivares de arveja en el sur de Chile han sido estimados en alrededor de 66 kg/ha de P. Dicha estimación parece insuficiente para satisfacer las necesidades de un cultivo que, con nuevos cultivares de alto rendimiento y técnicas de manejo mejoradas, está produciendo 50 a 70 qqm/ha de grano en ensayos.

Los cultivares Solara (áfilo) y Progreña (follaje reducido) fueron sometidos a cinco niveles de fertilización fosfatada (0; 17,5; 35; 70 y 140 kg/ha de P) en dos suelos Andisoles (CRI Carillanca, llano central de Cautín, y Hualpín, secano costero de Cautín) de la IX Región de Chile.

El rendimiento aumentó al incrementarse el fósforo aplicado, hasta un nivel de aproximadamente 120 kg/ha de P, a partir del cual tendió a estabilizarse. Ambos cultivares exhibieron una respuesta cuadrática similar, independiente de la localidad. El número de vainas por planta aumentó por efecto del fósforo y fue el único componente del rendimiento

afectado por la adición de este elemento. Pese a asociarse a un alto error experimental, el porcentaje de vainas improductivas aumentó significativamente por efecto del fósforo aplicado.

En el estado de 6 a 7 nudos, las plantas con la dosis máxima de fósforo acumularon 150% (Carillanca) y 213% (Hualpín) más materia seca que el testigo. En estados fenológicos posteriores esta diferencia fue mayor.

Los resultados presentados confirman que nuevos cultivares de arveja en Andisoles de la zona sur tienen requerimientos de fertilización fosfatada sustancialmente más altos que lo estimado, previo a la introducción de estos cultivares de alto potencial de rendimiento y mejor manejo, particularmente de densidad de siembra y control de malezas.

**Palabras clave:** arvejas áfilas, arvejas de follaje reducido, rendimiento, componentes del rendimiento, fosfato, Andisoles.

## LITERATURA CITADA

- BAGINSKY G., CECILIA. 1988. Análisis del crecimiento y rendimiento de tres cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.) en tres suelos de la zona central de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. 131 p. (Tesis para optar al título de Ing. Agr.).
- CHAMBERLAND, E. 1982. Prédiction des besoins en engrais N, P et K des légumes cultivés en sol minéral: Pois et haricots. Can. J. Soil Sci. 62(4): 663-672.
- DAVIES, D.R.; BERRY, G.J.; HEATH, M.C. and DAWKINS, T.C.K. 1985. Pea (*Pisum sativum* L.) In: Summerfield, R.J. and Roberts, E.H. (ed.). Grain Legume Crops. Collins, London. p.: 147-198.
- DIAZ S., JORGE y PEÑALOZA H., ENRIQUE. 1993. Período crítico de interferencia de malezas en arveja y lenteja. Simiente 63(4): 230.
- DIAZ S., JORGE, ESPINOZA N., NELSON y ZAPATA R., MARCELO. 1991. Herbicidas graminicidas para lenteja y arveja. Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca 10(3): 17-21.
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H.; BENTRELSSEN, C.L.M.; BRANSCHIED, V.; PLUSJED, M.G.A., SMITH, M.; VITTENBOGOARD, G.O. y VAN DER VAL, H.K. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. FAO, Roma. Riego y Drenaje 33. 181 p.
- DRAPER, N.R. and SMITH, H. 1981. Applied Regression Analysis. 2<sup>nd</sup> ed. John Wiley and Sons, New York. 709 p.

- ESPINOZA N., NELSON y ORMEÑO N., JUAN. 1989. Las malezas en arveja y su control. En: Mera K., M. y Kehr M., E. (ed.). Leguminosas como alternativas de rotación para la zona sur. V Seminario nacional de leguminosas de grano. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chile), Estación Experimental Carillanca (Temuco). Serie Carillanca N° 10. p.: 139-152.
- FAIGUENBAUM M., HUGO. 1986. El cultivo de la arveja en la zona central de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. IV Seminario Nacional de Leguminosas de Grano, Santiago, Chile. p.: 149-192.
- GANE, A.J., BIDDLE, A.J., KNOTT, C.M. and EAGLE, D.J. 1984. Pea growing handbook. Processors and Growers Research Organisation, Thornhaugh, Peterborough, England. 242 p.
- KOSTOV, K.; PETKOV, N. and POPOV, N. 1988. Effect of nitrogen, phosphorus and molybdenum fertilizers on development of reproductive organs and yield of winter pea cv. N° 11 and its association with nitrogen fixation efficiency. Rasteniev'dni Nauki. 25(6): 40-45. Original no consultado; compendiado en Field Crop Abstr. 42(9): 868.
- KNOTT, C.M. 1987. A key for stages of development of the pea (*Pisum sativum*). Ann. Appl. Biol. 111: 223-244.
- KRARUP A. and DAVIS, D. 1970. Inheritance of yield and its components in a six parent diallel cross in peas. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95(6): 795-797.
- KRARUP H., AAGE. 1973. Arveja, cultivo hortícola de gran potencial para el sur de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. Boletín N° 17. 24 p.
- LETELIER A., ELIAS. 1967. Manual de fertilizantes para Chile. Editorial del Pacífico, Santiago, Chile. 99 p.
- MAHLER, R.L. and McDOLLE, R.E. 1985. The influence of lime and phosphorus on crop production in Northern Idaho. Soil Sci. Plant Anal. 16(5): 485-499.
- MAHLER, R.L.; SAXENA M.C. and AESCHLIMANN J. 1988. Soil fertility requirements of pea, lentil, chickpea and faba bean. In: Summerfield, R.J. (ed.) World crops: Cool season food legumes. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. p.: 279-289.
- McDOLLE, R.E., JONES, J.P. and HARDER, R.W. 1978. Peas and lentils. North Idaho Fertilizer Guide. Current Information Series N° 448. University of Idaho, Moscow, Idaho, USA. 2 p.
- MERA K., MARIO. 1988. ¿Arvejas sin hojas? Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca 7 (1): 7-9.
- MERA K., MARIO. 1989a. Densidad poblacional y espaciamiento en arvejas (*Pisum sativum* L.) para grano seco de follaje convencional. Agricultura Técnica (Chile) 49: 54-60.
- MERA K., MARIO. 1989b. Densidad poblacional y espaciamiento en arvejas (*Pisum sativum* L.) para grano seco de follaje reducido. Agricultura Técnica (Chile) 49: 148-152.
- MERA K., MARIO. 1989c. Producción mecanizada de arveja en grano seco. En: Mera K., M. y Kehr M., E. (ed.). Leguminosas como alternativas de rotación para la zona sur. V Seminario Nacional de Leguminosas de Grano. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chile), Estación Experimental Carillanca (Temuco). Serie Carillanca N° 10. p.: 153-185.
- MERA K., MARIO; SOTO A., MARCO AURELIO; HAZARD T., SERGIO y ESPINOZA N., NELSON. 1989. Arveja: otra alternativa para las rotaciones del sur. Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca 8(1): 9-15.
- PEYRELONGUE C., AMELIA. 1991. Fertilización. En: Peñaloza H., E. y Kehr M., E. (ed.). Producción de lenteja IX Región. Estación Experimental Carillanca. Temuco, Chile. Boletín Técnico N° 144, p.: 25-32.
- PONOMAREV, I. 1969. Fertilization of peas for seed. Kartoffel Ovoschki. 4:20. Original no consultado, compendiado en Field Crops Abstr. 22(4): 2847.
- ROJAS W., CARLOS. 1989. Uso de fertilizantes en arvejas. En: Mera K., M. y Kehr M., E. (ed.). Leguminosas como alternativas de rotación para la zona sur. V Seminario nacional leguminosas de grano. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chile), Estación Experimental Carillanca (Temuco). Serie Carillanca N° 10. p.: 99-106.
- SANDOVAL P., MARIO. 1990. Comportamiento de arvejas áfilas y de follaje reducido bajo diferentes niveles de fertilización fosfatada. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de la Frontera, Temuco, Chile. 73 p. (Tesis para optar al título de Ing. Agr.).
- SEEMAN F., PETER. 1973. Comparación de tipos y dosis de abonos fosfatados en dos cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.) y dos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 68 p. (Tesis para optar al título de Ing. Agr.).
- SINHA, S. 1978. Las leguminosas alimenticias: su distribución, su capacidad de adaptación y biología de los rendimientos. Producción y Protección Vegetal N° 33. FAO, Roma. 123 p.
- TAKAHI, A. 1971. Efecto del nitrógeno, fósforo, potasio y encalado en el cultivo de la arveja (*Pisum sativum* L.) en San Pedro. Revista de Investigación Agropecuaria Argentina. Serie 2. Biología y Producción Vegetal 8(2): 67-79.