

Efecto de la densidad de población sobre el rendimiento y componentes de rendimiento en tres variedades de arvejas (*Pisum sativum* L.)¹

María Beatriz Cruzat L.², Claudio Cafati K.³ y Gabriel Bascur B.⁴

INTRODUCCION

Entre los factores relacionados con el manejo de un cultivo es importante la densidad de plantas por hectárea a utilizar y sobre la cual el hombre puede ejercer un control directo. En general, se ha observado que en leguminosas de grano al aumentar la densidad de plantas por unidad de superficie, has-

ta cierto nivel, se produce un incremento en los rendimientos.

En Chile ha existido la tendencia a cultivar la arveja utilizando distancias amplias entre las hileras, debido principalmente al uso de variedades guiadoras o de enrame.

Actualmente, la introducción de variedades de tipo arbustivo o enanas y que tienden a concentrar la producción, indican la necesidad de iniciar investigaciones que permitan estudiar el factor densidad de plantas en relación a la distancia de siembra entre hileras y su influencia en la producción.

En ensayos donde se estudiaron diferentes combinaciones entre distancias de siembras y niveles de población, Belej y Kocur (1971) y Gritton y Eastin (1968) determinaron que los

¹Parte de la tesis de M. Beatriz Cruzat L., para optar al título de Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Chile. Recepción originales: 13 de abril de 1976.

²Ingeniero Agrónomo.

³Ing. Agr. M.S. Programa Leguminosas, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Casilla 5427, Santiago, Chile. Profesor Patología de Cultivos, Universidad de Chile.

⁴Ing. Agr. Programa Leguminosas, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Casilla 5427, Santiago, Chile.

rendimientos más altos se obtenían con los niveles más altos de población y con la menor distancia entre las hileras. Además, se encontró una relación inversa entre productividad por planta y población de plantas por superficie.

En estudios preliminares realizados por Cafati, Bascur y Ubilla (1973), se encontraron resultados similares a los anteriores, al estudiar el efecto de la distancia de siembra entre hilera en el rendimiento, en una variedad de arveja.

El rendimiento de una especie vegetal, es el resultado de la acción de todos los mecanismos genéticos que regulan el desarrollo del organismo y de la interacción de éstos entre sí y con el medio ambiente. Grafius (1964), explica que en cebada el rendimiento (W) se expresa como el producto del número de espigas por unidad de superficie (X); el número de granos por espiga (Y) y el peso promedio de granos (Z).

Al observar el comportamiento del rendimiento de diversos cultivos frente al medio ambiente, Adams (1967) advirtió un efecto compensatorio entre los componentes de rendimiento. Estos efectos se expresaban en coeficientes negativos como resultado de la interacción de los componentes entre sí. Según el autor las correlaciones negativas afectan a un gran número de plantas, principalmente bajo condiciones ambientales desfavorables.

Gritton y Pi-yeong Chi (1971) definieron el rendimiento en arvejas en verde a través de los componentes, pero de vaina verde por planta, número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso por óvulo. Krarup y Davis (1970) determinaron que el número de vainas por planta era el componente más importante en arveja; y las relaciones entre componentes de rendimiento estudiadas por Duarte y Adams (1963) y Rojas (1973) mostraron que las variedades del rendimiento se debían principalmente a variaciones en el número de vainas y número de granos por planta.

Lehman y Lambert (1960), Wilson y Teare (1972), Agudelo *et al.* (1972) y Edje *et al.* (1975) al estudiar el efecto de distintas distancias de siembra sobre el rendimiento y componentes de rendimiento en diferentes leguminosas de grano observaron, en general que el componente más afectado era número de vainas por planta y en menor grado, número de granos por vainas y peso de granos. Por otra parte, el mayor rendimiento se ob-

tenía con los niveles más altos de población, aunque se reducía el rendimiento por planta.

Gritton y Eastin (1968) al estudiar en arvejas diferentes combinaciones de distancias de siembra y niveles de población determinaron que los rendimientos más altos correspondieron a las mayores densidades de plantas y a la menor distancia entre hilera. El número de vainas por planta y el número de granos por vaina presentaron una tendencia a aumentar cuando se utilizó la menor distancia entre hilera y la menor densidad de planta.

Considerando los antecedentes mencionados, el objetivo fundamental de esta investigación fue determinar el efecto de la densidad de población, utilizando diferentes distancias de siembra entre hileras, sobre el rendimiento y componentes de rendimiento en tres variedades de arveja para consumo en verde y conservería.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en la Estación Experimental La Platina del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), ubicada en la provincia de Santiago, Comuna de La Granja.

El establecimiento y mantención del ensayo se hizo en base a las recomendaciones técnicas del INIA para este cultivo (Cafati y Jiménez, 1974).

El ensayo se organizó de acuerdo a un diseño de parcelas divididas, con tres tratamientos, cuatro subtratamientos y cinco repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 5,0 m de largo por 10,51 m de ancho y el de las subparcelas de 5,0 m de largo por 1,02 m de ancho, en el subtratamiento 1; 5,0 m de largo por 2,04 m de ancho, en el subtratamiento 2; 5,0 m de largo por 2,55 m de ancho, en el subtratamiento 3; 5,0 m de largo por 5,40 m de ancho, en el subtratamiento 4.

Los tratamientos correspondieron a las siguientes variedades: Cobrette; Kebby; Early Resistant Perfection (E.R.P.).

Los subtratamientos correspondieron a las diferentes densidades de población determinadas por las siguientes distancias entre las hileras: 0,17 m; 0,34 m; 0,51 m; 0,68 m.

Se realizaron dos recuentos de plantas con el objeto de determinar la densidad real de población por unidad de superficie. El primer recuento se efectuó a los ocho días después de la siembra y el segundo a los 30 días.

La producción total se expresó en toneladas métricas de vaina verde por hectárea y este valor se obtuvo de la sumatoria de los dos cortes realizados en cada variedad, considerando sólo las tres hileras centrales en los subtratamientos 0,17 m y 0,34 m, y las dos hileras centrales en los subtratamientos 0,51 m y 0,68 m.

Se midieron los siguientes componentes de rendimiento: número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de 100 granos. Las mediciones se efectuaron sobre la base de los promedios de una muestra de 10 plantas tomadas al azar dentro de la parcela a cosechar para cada subtratamiento y en cada una de las repeticiones. Mediante un análisis de varianza, se determinó el efecto de las diferentes distancias de siembra sobre los factores a estudiar y utilizando correlaciones

se analizaron las relaciones entre los diferentes componentes de rendimiento y el rendimiento total.

RESULTADOS Y DISCUSION

Al analizar los resultados presentados en el Cuadro 1 se puede observar que la variedad Cobrette, presentó el mayor rendimiento y obtuvo los valores más altos para los componentes número de vainas por planta y número de granos por vaina; en cambio presentó el valor más bajo en peso de granos, lo que indicaría que este componente tuvo una menor importancia en la determinación del rendimiento, ya que la variedad Kebby que presentó un alto peso de granos y bajos promedios para los otros componentes, presentó también un rendimiento más bajo.

Cuadro 1 — Valores promedio de rendimiento, Número de vainas por planta, Número de granos por vaina, Peso de 100 granos y Número de plantas por hectárea, para tres variedades de arveja.

Variedad	Distancia de siembra (m)	Nº de plantas por hectárea	Rendimiento Ton/ha	Nº de vainas por planta	Nº de granos por vaina	Peso de 100 granos (g)
Cobrette	0,17	783.940 a*	18,81 a	7,34 b	5,36 b	28,51 a
	0,34	342.780 b	8,25 bc	9,96 a	5,68 a	24,21 ab
	0,51	230.600 b	7,35 bcd	11,84 a	5,82 ab	23,00 b
	0,68	153.600 bc	4,72 cd	11,34 a	6,14 a	23,63 ab
	Promedio	377.720 b	9,87 a	10,12 a	5,75 a	24,82 b
Kebby	0,17	1.089.660 a	9,79 b	4,00 a	3,90 b	30,33 a
	0,34	451.020 b	7,22 bcd	5,60 a	4,44 b	33,05 a
	0,51	269.820 c	3,67 cd	5,32 a	4,24 b	29,51 a
	0,68	213.000 c	2,52 d	5,52 a	5,00 a	30,67 a
	Promedio	505.870 a	5,81 b	5,11 b	4,39 c	30,89 a
E. R. P.	0,17	766.160 a	9,57 b	9,26 b	4,84 a	25,43 a
	0,34	297.680 b	4,68 cd	9,76 b	5,10 a	27,87 a
	0,51	188.260 b	4,21 cd	11,98 a	5,00 a	26,29 a
	0,68	147.080 b	3,52 d	10,90 ab	5,50 a	25,87 a
	Promedio	349.790 b	5,49 b	10,47 a	5,11 b	26,37 b

*Los valores unidos por la misma letra son estadísticamente iguales a nivel 0,05 según prueba de rango múltiple de Duncan.

Al analizar los resultados de densidad de plantas, se puede observar que, en general, el rendimiento fue significativamente superior en los tratamientos con mayor población de plantas y cuando la distancia entre hileras usada fue menor. Esto se manifestó más cla-

ramente en las variedades Cobrette y E.R.P. (Figura 1).

Los valores de los componentes de rendimiento para las diferentes poblaciones y las distintas distancias de siembra (Cuadro 1), indican que para número de vainas por plan-

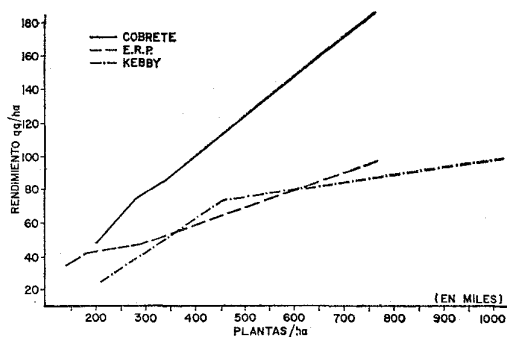


Figura 1 — Efecto del número de plantas por hectárea sobre el rendimiento.

ta, se observa una disminución a medida que aumenta la población de plantas y la distancia de siembra es menor; estas diferencias fueron estadísticamente significativas en las variedades Cobrette y E.R.P. La tendencia se presenta gráficamente en la Figura 2.

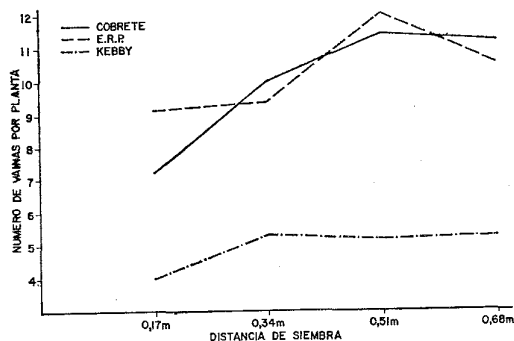


Figura 2 — Efecto de la distancia de siembra sobre el número de vainas por planta.

El componente número de granos por vaina fue menos afectado por las variaciones en la densidad de población dadas por las distancias entre las hileras, ya que no se observa una tendencia marcada en el sentido de que al aumentar esta distancia y disminuir el número de plantas por unidad de superficie,

se incrementa el número de granos por vaina.

Con relación a comportamiento de las variedades respecto al componente peso de 100 granos, en general, no se manifestaron diferencias significativas a las distintas distancias entre las hileras.

Los resultados obtenidos coinciden con los informados por Agudelo *et al.* (1972), en frejoles, donde el componente que presentó mayor variación frente a diferentes niveles de población de plantas fue el número de vainas por planta, a diferencia del componente número de granos por vaina que fue menos variable. Además, los resultados del comportamiento de los componentes de rendimiento estudiados concuerdan con lo observado por Adams (1967), en diversas leguminosas, en relación al efecto compensatorio de los mismos y donde se producen aumentos en algunos y disminución en otros en cada una de las variedades. El rendimiento final obtenido, depende de cuál o cuáles sean los componentes más afectados positiva o negativamente por el medio ambiente, representado en este caso por las distintas poblaciones de plantas.

En el Cuadro 2 se presentan los coeficientes de correlación simple para rendimiento, componentes de rendimiento, densidad de población y entre cada uno de ellos, para las variedades Cobrette y Kebby. No se incluyó en el análisis la variedad Early Resistant Perfection por considerarse su comportamiento similar a Cobrette.

Los resultados del Cuadro 2 indican que Cobrette presenta una correlación negativa significativa entre rendimiento y número de vainas por planta y positiva entre rendimiento y densidad de plantas por hectáreas; esta última relación presenta un valor más alto. Esto indicaría que para la variedad Cobrette el rendimiento fue determinado principalmente por el factor densidad de planta y con respecto a los componentes el más afectado fue número de vainas por planta.

Cuadro 2 — Coeficientes de correlación simple entre componentes de rendimiento, rendimiento y densidad de planta para las variedades Cobrette y Kebby.

	Rendimiento		Vainas/planta		Granos/vaina		Peso 100 granos	
	Cobrette	Kebby	Cobrette	Kebby	Cobrette	Kebby	Cobrette	Kebby
Vainas por planta	-0,44*	-0,31						
Granos por vaina	-0,23	-0,24	0,58*	0,21				
Peso de 100 granos	0,22	0,12	-0,54*	-0,0002	-0,60*	0,29		
Plantas por ha	0,76*	0,83*	-0,69*	-0,49*	-0,66*	0,38	0,46*	-0,05

*Significativo al 5%.

Al observar las correlaciones entre plantas por hectárea con número de vainas por plantas y granos por vaina se advierte que estos valores fueron significativos e inversos. Estos resultados confirman lo encontrado por Adams (1967), Edje *et al.* (1975) y Gritton y Eastin (1968) en el sentido de que la relación entre productividad por planta y población de plantas es inversamente proporcional.

Los valores de las correlaciones para la variedad Kebby (Cuadro 2) también indicaron una relación directa entre rendimiento y número de plantas por hectárea. La correlación entre plantas por hectárea y vainas por planta fue significativa e inversa, no encontrándose en cambio valores significativos entre los otros componentes de rendimiento y rendimiento para esta variedad.

El comportamiento distinto de Cobrette y E.R.P. respecto a Kebby se debería a diferencias en características de hábito de crecimen-

to y período de producción de las variedades. La Variedad Kebby presenta un menor desarrollo de la planta y es más precoz; en cambio, las otras dos variedades son de mayor desarrollo y tienden a concentrar su producción en pocos cortes.

El análisis del comportamiento de cada uno de los componentes confirma así lo expresado por varios autores (Duarte y Adams, 1963; Krarup y Davis, 1970 y Rojas, 1973), quienes a través de las relaciones entre componentes de rendimiento observaron que las variaciones del rendimiento se deberían principalmente a variaciones en el número de vainas, por ser éste el primer carácter que se fija en el desarrollo de la planta. En segundo lugar, sería importante en rendimiento el número de granos por vaina. El peso del grano estaría menos influido por cambios ambientales por ser el último carácter que se fija a través del ciclo vegetativo de la planta.

R E S U M E N

Se estudió el efecto de diferentes niveles de población correspondientes a cuatro distancias de siembra entre las hileras sobre rendimiento y componentes de rendimiento en las variedades de arvejas Cobrette, Kebby y Early Resistant Perfection.

Los tratamientos correspondientes a las tres variedades empleadas y los subtratamientos a niveles de población correspondientes a cuatro distancias de siembra entre las hileras: 0,17 m; 0,34 m; 0,51 m y 0,68 m. Se evaluó rendimiento en vaina verde, densidad de población y componentes de rendimiento: número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de 100 granos. Se calcularon coeficientes de correlación simple entre las variables estudiadas.

El incremento de la densidad de población de plantas al disminuir la distancia de siembra entre hileras, produjo un aumento en el rendimiento. La variedad Cobrette presentó el rendimiento más alto a la menor distancia entre hileras. El componente número de vainas por planta disminuyó a medida que aumentó la población de plantas; el número de granos por vaina se mantuvo constante y el peso de 100 granos no fue afectado significativamente.

Los valores de coeficientes de correlación indicaron que el aumento de rendimiento se debió principalmente a un aumento de la población de plantas. Entre los componentes de rendimiento analizados, el más relacionado con rendimiento fue número de vainas por planta, aunque para la variedad Kebby este valor no fue significativo.

S U M M A R Y

EFFECT OF PLANT DENSITY ON YIELD AND YIELD COMPONENTS IN THREE PEA VARIETIES (*Pisum sativum* L.)

The effect of different plant densities obtained with four different spacing between rows on yield and yield components were analysed in three pea varieties, Cobrette, Early Resistant Perfection and Kebby.

A split plot design was employed using the three peas varieties as main plots. Four spacing treatments: 0.17 m; 0.34 m; 0.51 m, and 0.68 m between rows, were arranged

within each main plot. Evaluation was made of yield of green pods, plant population and yield components: number of pods per plant, number of seeds per pod, and 100 seed weight. Correlation coefficients between yield and yields components were calculated for two varieties.

Yield increased with decreased row spacing and higher plant density. Cobrette obtained the highest yield when planted at the shortest distance between rows. The component number of pods per plant decreased as plant density increased; number of peas per pod was not modified, and 100 seed weight was not affected.

Correlation coefficients showed that yield increased with increase in plant density. Number of pods per plant were of secondary importance in determining yield for Cobrette and E.R.P.; for Kebby, the number of pods per plant did not contribute significantly to yield.

LITERATURA CITADA

- ADAMS, M. W. 1967. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean, *Phaseolus vulgaris* L. Crop Sci. 7 (5): 505-510.
- AGUDELO, D. O., HERNÁNDEZ, L. A. y BASTIDAS, R. 1972. Efecto de la densidad de población en el rendimiento y otras características agronómicas del frejol, *Phaseolus vulgaris* L. de crecimiento voluble y arbustivo. Acta Agronómica 22 (2): 39-50.
- BELEJ, J. and KOCUR, J. 1971. A contribution to the study of productivity factors in the seed pea c. v. Roman. In: Horticultural Abstract: 43 : 20-49.
- CAFATI, C., BASCUR, G. y UBILLA, C. 1973. Efecto de la distancia de siembra entre las hileras en el rendimiento de arvejas. Informe Técnico Programa Leguminosas de Grano, 1973. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Mimeografiado).
- . y JIMÉNEZ, A. 1974. Algunas recomendaciones para el cultivo de arvejas para consumo en verde y producción de conservas. Investigación y Progreso Agrícola 6(1) : 26-27.
- DUARTE, R. and ADAMS, M. W. 1963. Component interaction in relation to expression of a complex trait in a field bean cross. Crop Sci. 3(3) : 185-186.
- EDJE, O. T., MUGHOCHO, L. K. and AYONO ADU, U. W. 1975. Bean yield and yield components as affected by fertilizer and plant population. Turrialba 25(1) : 79-84.
- GRAFIUS, J. E. 1964. A geometry of plant breeding. Crop Sci. 4(3) : 241-246.
- GRITTON, E. T. and EASTIN, J. A. 1968. Response of peas (*Pisum sativum* L.) to plant population spacing. Agron. J. 60 : 482-485.
- . and PI-YEONG CHI. 1971. Sampling procedures and optimum sample size for estimating yield components in peas (*Pisum sativum* L.) J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(4) : 451-453.
- KRARUP, A. and DAVIS, M. D. 1970. Inheritance of seed yield and its components in a six parent diattel choss in peas. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95(6) : 795-797.
- LEHMAN, W. F. and LAMBERT, J. W. 1960. Effects as spacing of soybean plant between and within rows on yield and its components. Agron. J. 52 : 84-86.
- ROJAS, G. 1973. Componentes de rendimiento en frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) Universidad Católica de Chile, Santiago. 73 p. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada).
- WILSON, V. E. and TEARE, I. D. 1972. Effects of between and within row spacing on components lentil yield. Crop Sci. 12(11) : 507-510.