

# EFFECTO DE RAPS Y PASTO CEBOLLA EN LA PRODUCCION DE ARVEJA Y ESTIMACION DE UMBRALES ECONOMICOS DE CONTROL<sup>1</sup>

## Effect of rapeseed and tall oatgrass on yield of dry peas and the estimation of economic thresholds of control

Jorge Díaz S.<sup>2</sup>, Nelson Espinoza N.<sup>2</sup> y María Graciela Márquez B.<sup>2</sup>

### SUMMARY

Seed yield losses in dry peas (*Pisum sativum* L.) cv. Progreta caused by the effect of different plant densities of rapeseed (*Brassica napus* L.) as volunteer plant (weed) and tall oatgrass (*Arrhenatherum elatius* (L.) J. et K. Presl. ssp. *bulbosus* (Willd.) Schüb. et Martens) were estimated.

The relationships between seed yield losses and weed density were fitted to a rectangular hyperbola. A seed yield reduction of 2.3% was observed when peas were subjected to rapeseed competition of one plant per m<sup>2</sup>. Likewise, yield reductions ranging from 8.5 to 33.8% and from 17.7 to 47.7% were observed with 1 to 8 plants of tall oatgrass per m<sup>2</sup>, during 1991/92 and 1992/93, respectively. These levels of yield losses indicate an economic threshold control at densities of 2 plants per m<sup>2</sup> of rapeseed and between 0.2 and 0.4 plants per m<sup>2</sup> of tall oatgrass.

**Key words:** peas, weed, rapeseed, tall oatgrass, economic threshold.

### INTRODUCCION

Las malezas reducen significativamente el rendimiento y la calidad de la producción de diferentes cultivos. Generalmente, a medida que aumenta la densidad de las malezas disminuyen los rendimientos de los cultivos (Zimdahl, 1980). Sin embargo, las pérdidas de producción son muy variables, ya que la magnitud del efecto de las malezas depende de las especies implicadas, de su densidad y de las condiciones edáficas y climáticas.

Ormeño (1992) observó que las mayores pérdidas de rendimiento en trigo se alcanzaron con densidades iguales o superiores a 11 plantas/m<sup>2</sup> de avenilla (*Avena fatua* L.). Nelson y Nylund, mencionados por Zimdahl (1980), encontraron que el efecto detrimental de la maleza *Brassica hirta* en el rendimiento de arveja, varió en función a su densidad, época de emergencia y duración de la competencia con el cultivo. Las pérdidas de rendimiento en arveja, especie considerada de una baja habilidad competitiva frente a las malezas, varían entre 32 a 36% (Espinoza y Ormeño, 1989; Díaz y Zapata, 1990).

Los efectos de una especie particular de maleza en el rendimiento de la arveja, como también de la habilidad de este cultivo para competir, en muchos casos no han sido determinados. Las malezas del género *Brassica*, entre ellas las plantas voluntarias de raps (*Brassica napus* L.) provenientes de una cosecha anterior, son frecuentes en cultivos anuales de la zona sur. El pasto cebolla (*Arrhenatherum elatius* (L.) J. et K. Presl. ssp. *bulbosus* (Willd.) Schüb. et Martens), es una maleza gramínea perenne común en diversos cultivos y ampliamente distribuida en la IX y X Regiones (37° 35' a 44° 04' latitud sur). Es una especie que se reproduce por semillas y cormos, pero aparentemente la mayor vía de propagación es vegetativa. Esto se debería, en cierta medida, a que las plantas provenientes de semilla no toleran bajas intensidades de luz, y a que la producción de semillas se desfavorece con bajas temperaturas (Ramírez, Le Clerch, mencionados por Solano, 1987). Además, la propagación vegetativa se favorece por la fragmentación y traslado de órganos subterráneos que provocan ciertas prácticas de preparación de suelo.

Establecer la relación entre la densidad de una maleza y el rendimiento del cultivo, tiene la utilidad de estimar el efecto de una densidad de maleza conocida sobre el rendimiento del cultivo. Al compararse las pérdidas de rendimiento valoradas económicamente con los costos de las opciones disponibles de control, puede calcularse el umbral

<sup>1</sup>Recepción de originales: 24 de junio de 1993.

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

económico, concepto que define la densidad de la maleza a la cual el costo de control es igual al costo de las pérdidas en rendimiento (Bauer y Mortensen, 1992; Fernández-Quintanilla y Andujar, 1988; Marra y Carlson, 1983).

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de densidades crecientes de raps y pasto cebolla sobre el rendimiento de arveja, y estimar sus umbrales económicos de control.

## MATERIALES Y METODOS

Durante las temporadas 1990/91, 1991/92 y 1992/93, se realizaron tres ensayos en un suelo Andisol de la Estación Experimental Carillanca (INIA), Temuco. En todos los ensayos se sembró arveja cultivar Progeta, a una dosis de semilla que permitiera establecer una densidad poblacional próxima a 80 plantas/m<sup>2</sup>, indicada como la óptima para este cultivar (Mera, 1989).

Se utilizó un método aditivo simple, el cual consiste en mantener constante la densidad del cultivo y variar la densidad de la maleza en estudio (Buchanan, 1977; Cousens, 1985; Cousens, 1991; Snaydon, 1991). Este método permite evaluar en forma más directa, la proporción de rendimiento del cultivo que se reduce por efecto de la interferencia de malezas.

En la determinación de la relación entre densidad poblacional de ambas especies de malezas, raps y pasto cebolla, y el rendimiento de arveja, se utilizó una función no lineal del tipo hiperbólica rectangular propuesta por Cousens (1985, 1988) y Cousens y otros (1988). La ecuación utilizada en los análisis de regresión correspondió a:

$$Y = Y_{sm} \left[ 1 - \frac{ID}{100 (1 + ID/A)} \right]$$

donde:

Y = rendimiento.

Y<sub>sm</sub> = rendimiento en ausencia de malezas.

I<sub>sm</sub> = porcentaje de pérdida de rendimiento por unidad de densidad de la maleza cuando D → 0.

D = densidad de maleza.

A = porcentaje de pérdida de rendimiento cuando D → ∞.

Los umbrales económicos de control se determinaron en función a las pérdidas económicas de rendimiento comparadas con los costos de un

tratamiento químico, expresados a través de la siguiente ecuación:

$$Y_{sm} \left[ \frac{ID}{100 (1 + ID/A)} \right] \times P = C$$

donde:

Y<sub>sm</sub> = rendimiento en ausencia de malezas (kg/ha).

ID/100 (1+ID/A) = función de pérdida del rendimiento.

P = precio del cultivo (\$/kg).

C = costo de control: herbicida + aplicación (\$/ha).

### Raps

La arveja se sembró el 21.08.90, espaciada a 17 cm entre las hileras de siembra y 7 cm sobre la hilera; fertilizándose con 66 kg P/ha. Una semana después (28.08.90), se sembró raps como maleza entre las hileras de siembra de la arveja. Las densidades poblacionales de raps correspondientes a 0, 8, 16, 32, 52, 64 y 80 plantas/m<sup>2</sup>, se establecieron a través de la dosis de siembra y raleo posterior de plantas. Luego del raleo y con el objetivo de asegurar el establecimiento de las poblaciones deseadas, se fertilizó con 64 kg N/ha. Otras malezas que emergieron espontáneamente durante el desarrollo del cultivo de la arveja se eliminaron manualmente.

Los tratamientos se dispusieron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en parcelas experimentales de 5 hileras separadas a 17 cm y 4 m de largo, con una superficie aproximada de 4,0 m<sup>2</sup>/parcela.

Se evaluó la materia seca de la parte aérea de las plantas de raps y de arveja, obtenidas en una superficie de 0,5 m<sup>2</sup>/parcela; el rendimiento y componentes del rendimiento de arveja se determinaron en una superficie de 1,2 m<sup>2</sup>/parcela.

### Pasto cebolla

Este ensayo se realizó en dos temporadas, sembrándose la arveja el 21.08.91 y 22.08.92 distanciadas a 17 y 34 cm entre las hileras de siembra y 7 y 3,5 cm sobre la hilera, respectivamente. Las matas de pasto cebolla se plantaron entre las hileras del cultivo a densidades de 0, 2, 4, 6 y 8/m<sup>2</sup>. Para asegurar un buen establecimiento de la maleza, se fertilizó al voleo con 30 kg N/ha y 42 kg K/ha. El pasto cebolla y otras malezas que emergieron espontáneamente en el sitio del ensayo se eliminaron manualmente.

Debido al hábito de crecimiento del pasto cebolla de formar matas o "champas" (Behrendt y Hanf, 1979), se utilizó la mata como unidad de densidad poblacional. En el Cuadro 1, para ambas temporadas en estudio, se presentan los promedios de peso verde y peso seco del follaje y de los cormos, altura de la mata, número de tallos/mata y número de cormos/mata.

**CUADRO 1. Promedio y desviación estándar de la media de siete parámetros de matas de pasto cebolla utilizadas en el ensayo**

**TABLE 1. Average and standard deviation of the mean of seven parameters of tall oatgrass used in the experiment**

Parámetros	Promedio		Desviación estándar	
	1991/92	1992/93	1991/92	1992/93
Peso fresco follaje (g)	3,4	3,0	1,3	1,3
Peso fresco cormos (g)	17,0	16,6	5,1	5,6
Peso seco follaje (g)	2,2	2,0	0,8	0,7
Peso seco cormos (g)	8,8	8,5	2,2	2,5
Altura follaje mata (cm)	22,2	22,7	4,7	4,1
Número tallos/mata	39,9	36,7	11,1	14,8
Número cormos/mata	39,6	41,5	13,6	11,3
	(n = 25)	(n = 20)		

Las matas de pasto cebolla se obtuvieron de un sitio próximo, que contaba con una alta infestación natural, y se trasplantaron al lugar del ensayo el mismo día de la recolección.

Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas con cuatro repeticiones y parcelas de 2 x 4 m, correspondiendo la parcela principal a las distancias entre hilera de la arveja, y las subparcelas a las densidades poblacionales de pasto cebolla.

Se evaluó la materia seca del follaje del pasto cebolla y de la arveja, en una superficie de 2,0 y 0,6 m<sup>2</sup>/parcela, respectivamente. El rendimiento y componentes del rendimiento de la arveja se obtuvieron en una superficie de 1,53 m<sup>2</sup>/parcela.

## RESULTADOS

**Raps.** En el Cuadro 2 se presentan los niveles de significancia del análisis de variancia, para las diferentes variables evaluadas. El rendimiento de grano de arveja se afectó significativamente por las densidades poblacionales de raps.

**CUADRO 2. Efecto de la densidad de plantas de raps sobre la materia seca, rendimiento, vainas totales, vainas granadas, vainas improductivas, peso grano y plantas cosechadas en arveja cv. Progreta**

**TABLE 2. Effect of rapeseed plant density on dry matter, grain yield, total pod number, productive pod number, empty pod number, seed weight and number of plants at harvest in peas cv. Progreta**

Variables	Densidad raps	C.V. (%)
Materia seca	N.S.	13,2
Rendimiento	**	7,5
Vaina total	N.S.	20,4
Vaina granada	N.S.	23,2
Vaina improductiva	N.S.	38,5
Peso grano	N.S.	3,3
Planta	N.S.	5,8

\*\*Diferencias significativas entre tratamientos ( $P \leq 0,01$ ).  
N.S.: no hubo diferencias significativas entre tratamientos.

De acuerdo al análisis de regresión, los datos se ajustaron a la función hiperbólica:

$$Y = 5.049 [1 - (2,6D/100 (1 + 2,6D/29,1))],$$

con un coeficiente de determinación de  $R^2 = 0,57$  y una significancia de  $P \leq 0,01$ . Esto indicó que la disminución del rendimiento de arveja (Figura 1), se explicó en un 57% por el aumento de la densidad de plantas de raps. Según este modelo, la tasa inicial de pérdida del rendimiento representada por el coeficiente "l" es igual a 2,6%. Esta reducción en el rendimiento del grano de arveja se incrementa con las densidades poblacionales crecientes de raps, hasta alcanzar un valor asintótico de 29,1% correspondiente al coeficiente "A". Por lo tanto, para una densidad de raps entre 1 y 80 plantas/m<sup>2</sup>, se esperarán niveles de pérdida en el rendimiento de arveja entre un 2,3 a 25,5%, equivalentes a 116 y 1.289 kg/ha, respectivamente.

**Pasto cebolla.** El análisis de variancia indicó que la densidad poblacional de pasto cebolla, disminuyó significativamente la materia seca de arveja en 1991/92, y en ambas temporadas, el rendimiento de grano, la producción de vainas totales y vainas granadas. La distancia entre hileras y la interacción de este factor con la densidad de pasto cebolla, no afectó significativamente ninguna de las variables evaluadas en arveja (Cuadro 3).

Debido a que sólo el factor densidad de pasto cebolla disminuyó significativamente el rendimiento de arveja, el análisis de regresión con ajuste a una función hiperbólica se realizó independientemente de las distancias entre hileras de siembra, al no

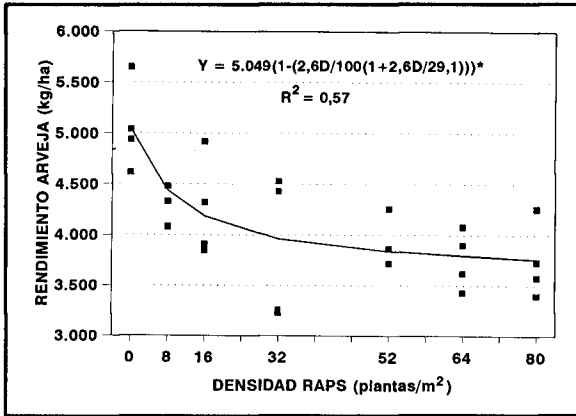


FIGURA 1. Efecto de la densidad de plantas de raps sobre el rendimiento de arveja cv. Progreta. Estación Experimental Carillanca (1990/91).

FIGURE 1. Effect of rapeseed plant density on grain yield peas cv. Progreta. Carillanca Experiment Station (1990/91).

presentar esta fuente de variación efecto significativo sobre el rendimiento de grano para ambas temporadas.

En 1991/92 la ecuación ajustada promedio para los dos espaciamentos entre las hileras de siembra, correspondió a:

$$Y = 4.767[1-(10D/100(1+10D/58,6))],$$

con un  $R^2 = 0,67$  y donde el análisis de variancia para el modelo utilizado fue altamente significativo ( $P \leq 0,01$ ). En la siguiente temporada, 1992/93, la ecuación promedio para ambas distancias de siembra fue igual a:

$$Y = 4.376[1-(24,6D/100(1+24,6D/63))],$$

con un  $R^2 = 0,60$  y altamente significativo para el modelo ( $P \leq 0,01$ ).

Según estas relaciones las disminuciones en el rendimiento de arveja (Figuras 2 y 3), se explicaron en un 67% en 1991/92 y 60% en 1992/93 por el efecto de la densidad de matas de pasto cebolla. La pendiente inicial de la curva representada por el coeficiente "I", implicó una caída en el rendimiento del grano de 10% en 1991/92 y de 24,6% en 1992/93. Estas disminuciones iniciales en el rendimiento se incrementan en la medida que aumenta la densidad de pasto cebolla, hasta alcanzar un valor asintótico indicado por el coeficiente "A", correspondiente a un 58,6 y 63% para las temporadas de 1991/92 y 1992/93, respectivamente.

CUADRO 3. Efecto de la distancia entre hileras y densidad de pasto cebolla sobre materia seca, rendimiento, vainas totales, vainas granadas, vainas improductivas, peso grano y número de plantas a la cosecha en arveja cv. Progreta

TABLE 3. Effect of row spacing and density of tall oatgrass on dry matter, grain yield, total pods, full pods, empty pods, seed weight and number of plants at harvest in peas cv. Progreta

Variables del cultivo	Fuentes de variación <sup>1</sup>					
	Distancia		Densidad		C.V. (%)	
	1991/92	1992/93	1991/92	1992/93	1991/92	1992/93
Materia seca	N.S.	N.S.	**	N.S.	17,9	13,2
Rendimiento	N.S.	N.S.	**	**	16,2	22,7
Vaina total	N.S.	N.S.	*	**	20,5	11,3
Vaina granada	N.S.	N.S.	*	**	20,9	17,5
Vaina improductiva	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	50,1	21,5
Peso grano	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	3,9	4,3
Planta	N.S.	*	N.S.	N.S.	10,6	6,9

\*Diferencias significativas entre tratamientos ( $P \leq 0,05$ ).

\*\*Diferencias significativas entre tratamientos ( $P \leq 0,01$ ).

N.S.: no hubo diferencias significativas entre tratamientos.

<sup>1</sup>No se detectó interacción significativa de distancia x densidad para ninguna variable en ambas temporadas.

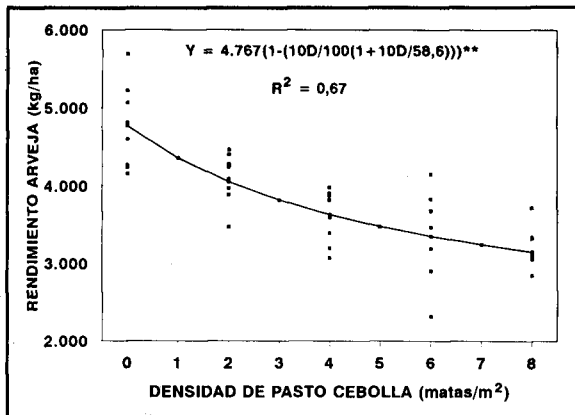


FIGURA 2. Efecto de la densidad de matas de pasto cebolla sobre el rendimiento de arveja cv. Progreta. Estación Experimental Carillanca (1991/92).

FIGURE 2. Effect of tall oatgrass plant density on grain yield peas cv. Progreta. Carillanca Experiment Station (1991/92).

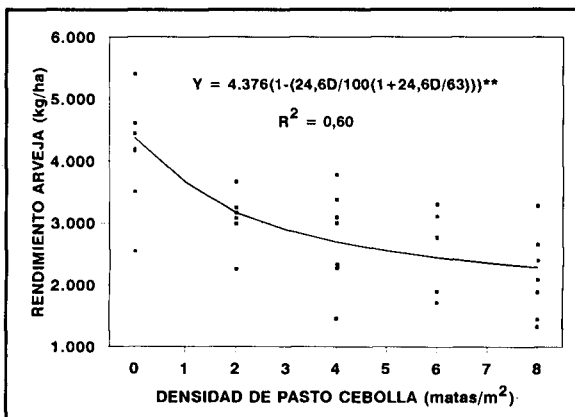


FIGURA 3. Efecto de la densidad de matas de pasto cebolla sobre el rendimiento de arveja cv. Progreta. Estación Experimental Carillanca (1992/93).

FIGURE 3. Effect of tall oatgrass plant density on grain yield peas cv. Progreta. Carillanca Experiment Station (1992/93).

Lo anterior implica que la pérdida de rendimiento en arveja para la primera temporada varió entre los 405 y 1.611 kg/ha, equivalentes a 8,5 y 33,8%, respectivamente, y en la siguiente fue de 775 y 2.087 kg/ha (17,7 y 47,7%), cuando la arveja compitió con 1 y 8 matas/m<sup>2</sup> de pasto cebolla, respectivamente.

## DISCUSION

La relación entre el rendimiento de un cultivo y la biomasa o densidad de una maleza, depende de la densidad del cultivo y la maleza (Hakansson, 1986),

y es de tipo sigmoidea (Zimdahl, 1980). Sin embargo, resultados más recientes indican que la respuesta del cultivo frente a densidades crecientes de malezas, correspondería a un modelo del tipo hiperbólico rectangular (Cousens, 1985; Cousens, 1988; Cousens y otros, 1988; Cousens, 1991; Fernández-Quintanilla y Andujar, 1988; Norris, 1992; Streibig y otros, 1989; Wilson y Wright, 1990; Zanin y Sattin, 1988). Este tipo de relación asume que las pérdidas de producción se inician desde el mismo momento en que aparecen las primeras malezas, creciendo rápidamente hasta alcanzar un valor asintótico.

En las dos especies de malezas evaluadas se pudo comprobar que la relación existente entre pérdida de rendimiento y densidad poblacional de una maleza, correspondió a una función de tipo hiperbólico propuesta por diversos autores. Sin embargo, con densidades muy bajas de malezas interfiriendo en un cultivo, el efecto sobre el rendimiento no es detectable experimentalmente; por lo tanto, con densidades inferiores a las utilizadas en este estudio, es muy probable que se obtenga un comportamiento más similar al tramo inicial de la curva sigmoidea propuesto por Zimdahl (1980).

De los resultados obtenidos se puede concluir que el pasto cebolla es una maleza gramínea que ocasiona pérdidas importantes al rendimiento de la arveja, ya que 1 mata/m<sup>2</sup> disminuyó el rendimiento en 8,5 y 17,7% en ambas temporadas de evaluación (Figuras 2 y 3). Raps, como maleza, también fue altamente competitivo con arveja, disminuyendo en 2,3% su rendimiento en grano seco a densidades de 1 planta/m<sup>2</sup> (Figura 1).

Las pérdidas de rendimiento de arveja compitiendo con raps, no se explicaron por un efecto depresivo significativo en alguno de los componentes de rendimiento. La interferencia provocada por la gramínea perenne pasto cebolla, ocasionó pérdidas importantes en el rendimiento, independientes de la distancia entre hileras de siembra. En este caso, las pérdidas se explicaron por una disminución significativa de la producción de vainas granadas y totales por superficie, mientras que las vainas improductivas, peso del grano y número de plantas de arveja no se afectaron por la competencia de la maleza. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Proctor (1972) con *Agropyron repens*, maleza gramínea perenne similar a pasto cebolla, interfiriendo en arveja.

Los resultados aquí presentados justifican la necesidad de plantearse el control de estas malezas, a partir de bajas densidades poblacionales.

Como para la relación explicada por una función hiperbólica rectangular no es posible determinar un umbral de daño, a partir del cual las plantas de raps y matas de pasto cebolla comienzan a causar pérdidas en el rendimiento de arveja, la utilidad práctica de este estudio radica en que es posible establecer umbrales económicos. Este tipo de umbral facilita la decisión de control, al determinar la densidad poblacional de la maleza en que es económicamente beneficioso efectuarlo, ya que en ciertas situaciones no debieran tomarse medidas de control, a menos que el incremento en producción o calidad supere su costo.

En las Figuras 4 y 5 se muestran las curvas de pérdidas económicas de arveja, considerando el valor del dólar a \$ 410, y un precio (P) de US\$ 0,27 el kilogramo de grano entero (SNA, 1993).

Las funciones de pérdida económica correspondieron a:

Arveja-raps:

$$Y_{1990/91} = 5.049(2,6D/100(1 + 2,6D/29,1))0,27$$

Arveja-pasto cebolla:

$$Y_{1991/92} = 4.767(10D/100(1 + 10D/58,6))0,27$$

$$Y_{1992/93} = 4.376(24,6D/100(1 + 24,6D/63))0,27$$

La determinación del umbral económico se realizó ubicando el punto en que las pérdidas fueron iguales al costo del control químico, lo que representado gráficamente en las figuras 4 y 5, corresponde a la intersección entre las curvas de pérdidas económicas con la recta del costo de control.

El costo del tratamiento de control para la maleza raps fue estimado en US\$ 61/ha, correspondiente al valor del herbicida (bentazon) más el costo de la aplicación. En pasto cebolla el costo de control fue estimado en US\$ 46,5, determinado en función al costo de la aplicación y valor promedio de graminicidas postemergentes recomendados para arveja (Díaz, Espinoza y Zapata, 1991). Al contrastar estos costos de control con el valor de las pérdidas producidas por estas malezas, el umbral económico de control para raps interfiriendo en arveja, se alcanzó con una densidad de 2 plantas/m<sup>2</sup>, y en pasto cebolla fue de 0,4 matas/m<sup>2</sup> para la temporada

1991/92 y de 0,2 matas/m<sup>2</sup> para la temporada 1992/93. Lo anterior implica, en términos de hectáreas, que los umbrales económicos de control en arveja cv. Progreta se alcanzaron con 20.000 plantas/ha de raps, y entre las 2.000 a 4.000 matas/ha de pasto cebolla. Cualquier variación en el precio del grano seco de arveja, como en los costos de control, alterará el umbral económico de control para ambas malezas.

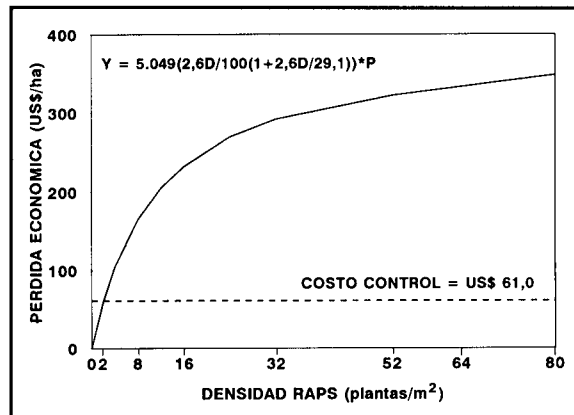


FIGURA 4. Determinación del umbral económico de control en arveja según la densidad de plantas de raps. Estación Experimental Carillanca (1990/91).

FIGURE 4. Economic threshold determination in peas cv. Progreta, according to rapeseed density. Carillanca Experiment Station (1990/91).

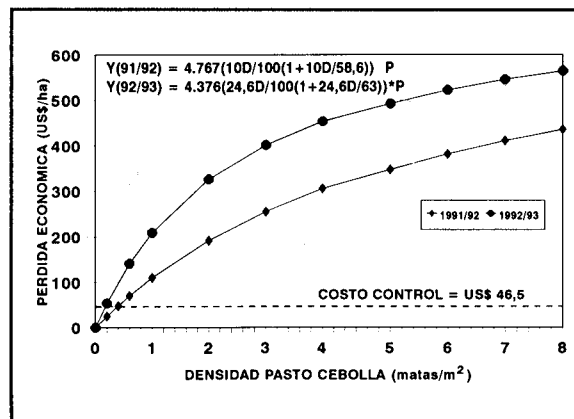


FIGURA 5. Determinación del umbral económico de control en arveja según la densidad de matas de pasto cebolla. Estación Experimental Carillanca (1991/92 y 1992/93).

FIGURE 5. Economic threshold determination in peas cv. Progreta, according to tall oatgrass plant density. Carillanca Experiment Station (1991/92 and 1992/93).

## RESUMEN

Se estimaron las pérdidas de rendimiento en arveja (*Pisum sativum* L.) cv. Progreta, por efecto de la interferencia de diferentes densidades de plantas

de raps (*Brassica napus* L.) y matas de pasto cebolla (*Arrhenatherum elatius* (L.) J. et K. Presl. ssp. *bulbosus* (Willd) Schüb. et Martens).

La relación entre pérdida de rendimiento y densidad de malezas correspondió a una función hiperbólica rectangular. Se observó una reducción de rendimiento de grano de 2,3% cuando la arveja compitió con 1 planta/m<sup>2</sup> de raps. Con densidades de 1 a 8 matas/m<sup>2</sup> de pasto cebolla, se observaron efectos detrimentales que variaron entre 8,5 a 33,8% para la temporada 1991/92, y de 17,7 a 47,7% en 1992/

93. Para estos niveles de pérdida en el rendimiento, los umbrales económicos de control se dieron a densidades de 2 plantas/m<sup>2</sup> de raps, y entre 0,2 y 0,4 matas/m<sup>2</sup> de pasto cebolla.

**Palabras claves:** arveja, maleza, raps, pasto cebolla, umbral económico.

#### LITERATURA CITADA

- BAUER, T. and MORTENSEN, D. 1992. A comparison of economic and economic optimum thresholds for two annual weeds in soybeans. *Weed Technology* 6: 228-235.
- BEHRENDT, S. y HANF, M. 1979. Malezas gramíneas en los cultivos agrícolas. BASF, Alemania. 159 p.
- BUCHANAN, G.A. 1977. Weed biology and competition. In: *Research methods in weed science*. B. Truelove (Ed.) 2nd Edition. Southern Weed Science Society. Cap. 3: 25-41.
- COUSENS, R. 1985. A simple model relating yield loss to weed density. *Ann. Appl. Biology* 107: 239-252.
- COUSENS, R. 1988. Misinterpretations of results in weed research through inappropriate use of statistics. *Weed Research* 28: 281-289.
- COUSENS, R.; FIRBANK, L.; MORTIMER, A. and SMITH, R. 1988. Variability in the relationship between crop yield and weed density for winter wheat and *Bromus sterilis*. *Journal of Applied Ecology* 25: 1.033-1.044.
- COUSENS, R. 1991. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. *Weed Technology* 5: 664-673.
- DIAZ S., JORGE y ZAPATA R., MARCELO. 1990. Control de malezas: práctica agronómica fundamental en el cultivo de la arveja. *Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca* 9(4): 28-33.
- DIAZ S., JORGE; ESPINOZA N., N. y ZAPATA R., M. 1991. Herbicidas gramínicos para lenteja y arveja. *Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca* 10(3): 17-21.
- ESPINOZA N., NELSON y ORMEÑO N., JUAN. 1989. Las malezas en arveja y su control. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Est. Exp. Carillanca. Serie N° 10: 139-152.
- FERNANDEZ-QUINTANILLA, C. y ANDUJAR, J.L. 1988. Utilización del concepto de umbrales de decisión para el control de malas hierbas. *ITEA* N° 75: 57-69.
- HAKANSSON, S. 1986. Competition between crops and weeds. Influencing factors experimental methods and research needs. *Proc. EWRS Symposium 1986. Economic Weed Control*, p.: 49-60.
- MARRA, M. and CARLSON, G. 1983. An economic threshold model for weeds in soybeans (*Glycine max*). *Weed Science* 31: 604-609.
- MERAK, MARIO. 1989. Densidad poblacional y espaciamiento en arvejas (*Pisum sativum* L.) para grano seco de follaje reducido. *Agricultura Técnica (Chile)* 49: 148-152.
- NORRIS, R.F. 1992. Case history for weed competition/population ecology: Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in sugarbeets (*Beta vulgaris*). *Weed Technology* 6: 220-227.
- ORMEÑO N., JUAN. 1992. Efecto de la avenilla (*Avena fatua* L.) sobre la producción de trigo (*Triticum aestivum* L.). *Agricultura Técnica (Chile)* 52: 25-31.
- PROCTOR, D.E. 1972. Intercompetition between *Agropyron repens* and peas. *Weed Research* 12: 107-111.
- SNA - SOCIEDAD NACIONAL DE AGRICULTURA. 1993. *Boletín Económico y de Mercado* N° 219. 79 p.
- SNAYDON, R.W. 1991. Replacement or additive designs for competition studies? *Journal of Applied Ecology* 28: 930-946.
- SOLANO S., JAIME. 1987. Efecto de diferentes densidades de pasto cebolla (*Arrhenatherum elatius* var. bulbosum) y dosis de los herbicidas diclofop-metil y linuron sobre un cultivo de trigo. Tesis (Ing. Agr.) Valdivia, Universidad Austral de Chile, Fac. de Ciencias Agrarias. 102 p.
- STREIBIG, J., COMBELLA, J., PRITCHARD, G. and RICHARDSON, R. 1989. Estimation of thresholds for weed control in Australian cereals. *Weed Research* 29: 117-126.
- WILSON, B.J. and WRIGHT, K.J. 1990. Predicting the growth and competitive effects of annual weeds in wheat. *Weed Research* 30: 201-211.
- ZANIN, G. and SATTIN, M. 1988. Threshold level and seed production of velvetleaf (*Abitlition theophrasti* Medicus) in maize. *Weed Research* 28: 347-352.
- ZIMDAHL, R. 1980. Weed-Crop competition: A review. *International Plant Protection Center, Oregon State Univ., Corvallis*. 195 p.