

# EFFECTOS DE LA PROFUNDIDAD DE PLANTACIÓN Y POBLACIÓN DE PLANTAS EN LA CALIDAD Y RENDIMIENTO DE ESPÁRRAGO VERDE<sup>1</sup>

## Effect of planting depth and plant population on quality and yield of green asparagus<sup>1</sup>

María Inés González A.<sup>2\*</sup> y Alejandro del Pozo L.<sup>3</sup>

### ABSTRACT

The effect on asparagus (*Asparagus officinalis* L.) yield and quality of three planting depths (10, 20 and 30 cm) and two plant densities (22,222 and 33,333 plants ha<sup>-1</sup>) was assessed in the sub-humid Mediterranean climatic zone of Chile. Crowns of the cv. UC-157 F1 were transplanted to a volcanic soil in September 1995. The experimental design was a randomized complete block in a factorial arrangement, with four replications. The plots were harvested on a daily basis during five seasons (1997-2001), and the number, weight and diameter of spears were determined after trimming at 18 cm. No interaction was detected between the studied factors on yield and its components. High plant density only increased the yield in the first harvest season (1997), whereas planting depth had an effect during the first four harvest seasons (1997-2000), but this effect disappeared in the fifth harvest season (2001). The maximum commercial yield was obtained during the third harvest season (1999) at the most superficial planting depth (10 cm) with production of 10.2 t ha<sup>-1</sup>. The number of harvested spears per m<sup>2</sup> and the proportion of thin spears (7-17 mm) decreased on increasing planting depth from 10 to 30 cm. The number of utilized buds per plant was greater ( $P \leq 0,05$ ) at the lowest plant density (22,222 plants ha<sup>-1</sup>) and decreased as planting depth increased from 10 to 30 cm. Finally, seven years after planting, the asparagus crown depth was shallower in the three planting depths but continued being different ( $P \leq 0,05$ ).

**Key words:** *Asparagus officinalis* L., number of spears, number of buds, production.

### RESUMEN

Se estudió el efecto de tres profundidades (10, 20 y 30 cm) y dos densidades de plantación (22.222 y 33.333 plantas ha<sup>-1</sup>) sobre el rendimiento y calidad del espárrago (*Asparagus officinalis* L.) en la zona climática mediterránea sub-húmeda de Chile. Se trasplantaron coronas del cv. UC-157 F1 a un suelo de origen volcánico en septiembre de 1995. El diseño experimental fue de bloques completos al azar en un arreglo factorial con cuatro repeticiones. Las parcelas fueron cosechadas diariamente durante cinco temporadas (1997-2001), y se determinó el número, peso y diámetro de los turiones después de cortarlos a 18 cm. No se detectó interacción entre los factores en estudio sobre el rendimiento y sus componentes. La densidad de plantas sólo tuvo efecto en la producción de turiones en la primera temporada de cosecha (1997), mientras que la profundidad de plantación tuvo efecto durante las primeras cuatro temporadas (1997-2000), desapareciendo en la quinta temporada de cosecha (2001). El máximo rendimiento comercial se obtuvo en la tercera temporada de cosecha (1999) con la menor profundidad de plantación (10 cm), alcanzando a 10,2 t ha<sup>-1</sup>. El número de turiones cosechados por m<sup>2</sup> y la proporción de turiones delgados (7-17 mm) disminuyó al aumentar la profundidad de plantación desde 10 a 30 cm. El número de yemas utilizadas por planta fue superior ( $P \leq 0,05$ ) en la menor densidad de plantas (22.222 plantas ha<sup>-1</sup>) y disminuyó al aumentar la profundidad de plantación desde 10 a 30 cm. Finalmente, después de siete años desde la plantación, la profundidad de las coronas de espárrago disminuyó en las tres profundidades de plantación, pero continúan siendo diferentes ( $P \leq 0,05$ ).

**Palabras clave:** *Asparagus officinalis* L., número de turiones, número de yemas, producción.

<sup>1</sup> Recepción de originales: 13 de agosto de 2002.

Parte del trabajo fue presentado en el X Congreso Internacional de Espárrago, Niigata, Japón, 2001.

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Casilla 426, Chillán, Chile.

E-mail: mgonzale@quilamapu.inia.cl \*Autor para correspondencia.

<sup>3</sup> Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Casilla 537, Chillán, Chile. E-mail: adelpozo@udec.cl

## INTRODUCCIÓN

Desde hace algunos años, el mercado de exportación del espárrago (*Asparagus officinalis* L.) está prefiriendo turiones delgados (diámetro de 7-17 mm), motivo por el cual en Chile hay interés por obtener altos rendimientos y con una gran proporción de turiones de diámetro más pequeño. Los agricultores, sin previa evaluación, han incrementado la población de plantas desde las tradicionales 22.222 plantas ha<sup>-1</sup> a 33.333 plantas ha<sup>-1</sup>, con el objetivo de aumentar el rendimiento y bajar los calibres.

Varios estudios muestran que las distancias de plantación tienen un efecto importante en el rendimiento del espárrago. Sanders *et al.* (1998), evaluando distintas densidades de plantación, logradas por el uso de hasta tres hileras de plantas por cama y con distancias sobre la hilera que variaron entre 5 y 45 cm, determinaron que el uso eficiente del espacio es más importante que la densidad de plantación para lograr un alto rendimiento en el largo plazo. Los más altos rendimientos los lograron al aumentar el número de hileras por cama y con 30 cm de distancia sobre la hilera. Kelly *et al.* (1999) son los únicos que reportan rendimientos significativamente más altos por un período más prolongado de tiempo (11 años) cuando se usó 15 cm entre plantas, en comparación con 30, 46 y 61 cm.

En trabajos realizados en Nueva Zelanda, se determinó que las densidades de plantación entre 8.500 y 66.000 plantas ha<sup>-1</sup> produjeron el 90% del rendimiento óptimo los primeros tres años (Bussell *et al.*, 1997). Estudios conducidos en Chile revelaron que no hubo diferencias en el rendimiento después de la tercera temporada de cosecha cuando la distancia sobre la hilera varió entre 16 y 22 cm (42.000 a 30.000 plantas ha<sup>-1</sup>) (González y del Pozo, 1999). Pignon *et al.* (1994) tampoco encontraron diferencias en el rendimiento al aumentar de 27.000 a 33.000 plantas ha<sup>-1</sup> en un período de 5 años. En todos estos estudios, la densidad de plantas tuvo poco o ningún efecto en el diámetro y peso de los turiones.

Por otro lado, la profundidad de plantación parece afectar el tiempo de emergencia de los turiones, el número de turiones y su diámetro (Lindgren, 1990; McCormick y Thomsen, 1990), como también la calidad de éstos (Liao *et al.*, 1999). El objetivo del presente estudio fue investigar el efecto de la profundidad de plantación y la densidad de plantas, sobre el rendimiento y calidad del espárrago verde, en un suelo volcánico de la zona centro-sur de Chile.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se estableció el 26 de septiembre de 1995, por medio de coronas de espárrago de un año de edad del cv. UC-157 F1, en el Centro Regional de Investigación Quilamapu del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (36°32' lat. Sur, 71°55' long. Oeste) en un suelo de origen volcánico, clasificado como Dystrandeps. El clima es típico mediterráneo con una precipitación anual promedio de 1.200 mm, la temperatura media anual es de 13,1°C, la mínima de julio es de 3,0°C y la máxima de enero 28,6°C (del Pozo y del Canto, 1999). El diseño experimental correspondió a bloques completos al azar, con cuatro repeticiones y en un arreglo factorial con tres profundidades de plantación y dos distancias sobre la hilera. Las profundidades de plantación fueron 10, 20, y 30 cm y las distancias sobre la hilera fueron 20 y 30 cm, lo que dio 33.333 y 22.222 plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente, considerando que la distancia entre hileras fue de 1,5 m. El tamaño de las parcelas fue 4,5 x 7 m.

Previo a la plantación se fertilizó el suelo con 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 75 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O y 46 kg ha<sup>-1</sup> de N, aplicados como superfosfato triple, muriato de potasio y urea, respectivamente. Anualmente se aplicaron 135 kg N ha<sup>-1</sup> como salitre potásico, durante el verano (crecimiento aéreo en curso). Para controlar malezas se asperjó con glifosato (2 L i.a. ha<sup>-1</sup>) y diuron (1 L i.a. ha<sup>-1</sup>) o metribuzina (1 L i.a. ha<sup>-1</sup>) durante el invierno antes de la cosecha, y se hicieron limpiezas manuales durante y después de la cosecha. Las plantas se regaron por cinta después de la cosecha hasta el mes de marzo del año siguiente. El cultivo se mantuvo sin laborear el suelo.

Las parcelas se cosecharon de lunes a sábado desde los primeros días de septiembre hasta el 7 de octubre el segundo año después de la plantación (1997); desde mediados de septiembre hasta el 20 de noviembre el año 1998; desde fines de agosto hasta el 20 de noviembre el año 1999; desde fines de septiembre hasta el 30 de noviembre el año 2000, y desde mediados de septiembre hasta el 30 de noviembre el año 2001.

Los turiones se pesaron inmediatamente después de la cosecha, antes de cortarlos y seleccionarlos, lo que se denominó rendimiento bruto. Luego que los turiones se cortaron a 18 cm, se pesaron para determinar el rendimiento total. El rendimiento total estuvo conformado por el rendimiento comercial y el desecho; y a su vez, el rendimiento comercial se dividió en rendimiento exportable y rendimiento País o mercado interno. El desecho estuvo constituido por turiones con un diámetro inferior a 7 mm, cabezas abiertas, torcidos (ángulo > 90°), dañados severamente por insectos, enfermedades o heladas. La categoría País estuvo constituida por turiones torcidos en menor grado que el desecho (entre 45 y 90°), dobles, con daño leve por larvas, manchados por *Stemphylium* y aquellos que iniciaban abertura de brácteas (yema hinchada). El resto de la calidad comercial estuvo conformada por los calibres exportables (diámetro > 7 mm), con cabeza apretada y sin daños. Los turiones exportables se dividieron en dos categorías, aquellos con un diámetro basal (medido a 2 cm del corte) entre 7 y 17 mm (Small, Standard y Large), y aquellos más gruesos que 17 mm (Extra Large y Jumbo).

Al final de cada ciclo de crecimiento (mayo) se contó el número de tallos, los que junto con el número de turiones cosechados conformaron el número total de yemas utilizadas por temporada; esta determinación se hizo en la hilera central de cada parcela.

El 16 de julio de 2002 se midió la profundidad a que se encontraba el rizoma, con una lámina delgada de fierro terminada en punta y graduada, que se introdujo en el suelo hasta topar con la corona de la planta. Esta medición se hizo en 6 plantas por repetición.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a ANDEVA y la comparación de medias se hizo a través de diferencia mínima significativa (DMS), con el programa estadístico IRRISTAT (2003).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de cinco temporadas de cosecha, los rendimientos acumulados bruto, total, comercial y exportable, fueron inferiores en las parcelas de 22.000 plantas ha<sup>-1</sup> y plantadas a 30 cm de profundidad (Cuadro 1). Los rendimientos máximos comercial y exportable se obtuvieron en la tercera temporada de cosecha (1999), donde se alcanzaron 10.200 y 9.300 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Cuadros 2 y 3). Esto se debió a que ese año el invierno fue más suave, lo que permitió iniciar la cosecha a fines de agosto, sin tener daño de heladas.

**Cuadro 1. Efecto de la profundidad y densidad de plantación sobre el rendimiento acumulado en cinco temporadas de cosecha (1997-2001) de espárrago cv. UC-157 F1.**

**Table 1. Effect of planting depth and plant density on cumulative yield of five harvest seasons (1997-2001) of asparagus cv. UC-157 F1.**

Tratamientos	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )			
	Bruto	Total	Comercial	Exportable
<b>22.222 plantas ha<sup>-1</sup></b>				
Profundidad: 10 cm	51.057 a	37.752 a	35.477 a	29.033 ab
20 cm	45.219 a	33.484 a	31.479 a	25.319 b
30 cm	28.836 b	22.109 b	20.770 b	17.649 c
<b>33.333 plantas ha<sup>-1</sup></b>				
Profundidad: 10 cm	52.778 a	38.864 a	36.310 a	29.750 a
20 cm	45.710 a	33.762 a	31.732 a	26.151 ab
30 cm	46.693 a	34.536 a	32.276 a	26.184 ab
CV (%)	9,2	9,2	9,4	9,3

Medias seguidas por letras distintas en cada columna difieren significativamente ( $P \leq 0,05$ ) según prueba DMS. CV: coeficiente de variación.

**Cuadro 2. Rendimiento comercial (País + exportación) en respuesta a la profundidad y densidad de plantación en espárrago cv. UC-157 F1 durante cinco temporadas de cosecha (1997-2001).**

**Table 2. Commercial yield (Internal market + Export) in response to planting depth and plant density in asparagus cv. UC-157 F1 during five harvest seasons (1997-2001).**

Tratamientos	Rendimiento comercial (kg ha <sup>-1</sup> )				
	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Promedio profundidad</b>					
10 cm	1.675 a	6.004 a	10.213 a	9.221 a	8.780 a
20 cm	1.598 a	5.497 ab	8.694 b	8.009 b	7.807 a
30 cm	1.397 b	4.872 b	8.192 b	7.866 b	8.019 a
<b>Promedio densidad</b>					
22.222 plantas ha <sup>-1</sup>	1.430 b	5.124 a	8.780 a	8.328 a	8.129 a
33.333 plantas ha <sup>-1</sup>	1.683 a	5.791 a	9.287 a	8.403 a	8.275 a
CV (%)	9,2	13,8	12,1	11,0	9,2

Medias seguidas por igual letra en las columnas de los promedios de cada factor no difieren significativamente entre sí ( $P \leq 0,05$ ) según prueba DMS.

CV: coeficiente de variación.

**Cuadro 3. Rendimiento exportable en respuesta a la profundidad y densidad de plantación en espárrago cv. UC-157 F1 durante cinco temporadas de cosecha (1997-2001).**

**Table 3. Exportable yield in response to planting depth and plant density in green asparagus cv. UC-157 F1 during five harvest seasons (1997-2001).**

Tratamientos	Rendimiento exportable (kg ha <sup>-1</sup> )				
	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Promedio profundidad</b>					
10 cm	1.568 a	5.405 a	9.336 a	7.313 a	5.769 a
20 cm	1.488 a	4.972 a	7.847 b	6.268 b	5.159 a
30 cm	1.280 b	4.459 a	7.241 b	6.098 b	5.290 a
<b>Promedio densidad</b>					
22.222 plantas ha <sup>-1</sup>	1.326 b	4.657 a	7.885 a	6.492 a	5.274 a
33.333 plantas ha <sup>-1</sup>	1.565 a	5.234 a	8.397 a	6.627 a	5.538 a
CV (%)	8,8	13,9	13,6	10,3	10,6

Medias seguidas por igual letra en las columnas de los promedios de cada factor no difieren significativamente entre sí ( $P \leq 0,05$ ) según prueba DMS.

CV: coeficiente de variación.

Los ANDEVA realizados en cada temporada para el rendimiento y el número de turiones cosechados no arrojaron una interacción significativa entre densidad y profundidad de plantación (Cuadros 2, 3 y 4), a pesar de haberse detectado interacción para el rendimiento acumulado de las cinco temporadas (Cuadro 1). McCormick y Thomsen (1990) también observaron que los efectos de la densidad y profundidad de plantación fueron independientes a través de un período de cinco años. Sólo el primer año de cosecha (1997) hubo efecto de la densidad de plantas y de la profundidad de plantación, pero en forma separada, lográndose un mayor rendimiento comercial y exportable con la mayor población de plantas y la menor

profundidad de plantación (Cuadros 2 y 3). En los años siguientes no hubo efecto de la densidad de plantas. Algo similar fue observado por Sanders *et al.* (1998), pero durante las primeras ocho temporadas de cosecha. La diferencia fue que ellos usaron un rango más amplio de población de plantas que aquellas usadas en esta investigación, aumentando no sólo la cantidad de plantas sobre la hilera, sino que aumentando también el número de hileras por cama. Medina (1990) usando las mismas distancias sobre la hilera de este estudio, no obtuvo ningún efecto en el diámetro de los turiones, ni tampoco en el rendimiento comercial en el segundo año de cosecha.

**Cuadro 4. Número de turiones cosechados por unidad de superficie en respuesta a la profundidad y densidad de plantación en espárrago cv. UC-157 F1 durante cinco temporadas de cosecha (1997-2001).****Table 4. Number of harvested spears per unit area in response to planting depth and plant density in asparagus cv. UC-157 F1 during five harvest seasons (1997-2001).**

Tratamientos	N° de turiones cosechados por m <sup>2</sup>					Total
	1997	1998	1999	2000	2001	
<b>Promedio profundidad</b>						
Profundidad: 10 cm	7,8 a	39,6 a	51,9 a	60,5 a	56,7 a	216,4 a
20 cm	7,6 a	34,0 a	43,9 a	50,3 b	49,9 b	185,9 b
30 cm	6,2 b	25,6 b	35,6 b	39,1 c	42,4 c	148,9 c
<b>Promedio densidad</b>						
22.222 plantas ha <sup>-1</sup>	6,5 b	31,5 a	41,9 a	48,1 a	48,7 a	176,7 a
33.333 plantas ha <sup>-1</sup>	7,9 a	34,6 a	45,8 a	51,8 a	50,7 a	190,8 a
CV (%)	11,2	13,3	14,3	12,2	9,8	10,1

Medias seguidas por igual letra en las columnas de los promedios de cada factor no difieren significativamente entre sí ( $P \leq 0,05$ ) según prueba DMS.

CV: coeficiente de variación.

La profundidad de plantación afectó significativamente ( $P \leq 0,05$ ) los rendimientos en los 3 años siguientes, pero no en la última temporada (Cuadros 2 y 3). Lindgren (1990) no observó efecto de la profundidad de plantación (5, 10, 15 y 20 cm) sobre el rendimiento, durante los 4 años que duró su evaluación.

Respecto del número de turiones cosechados, aspecto fundamental del rendimiento, solamente en la primera temporada de cosecha se obtuvo un número de turiones significativamente ( $P \leq 0,05$ ) mayor con la mayor población de plantas; posteriormente éstos sólo disminuyeron significativamente cuando aumentó la profundidad de plantación (Cuadro 4), coincidiendo con los resultados obtenidos por Lindgren (1990) y McCormick y Thomsen (1990). Este efecto de la profundidad de plantación sobre el número de turiones se vio más claro aún en las cifras acumuladas de las cinco temporadas (Cuadro 4).

Hubo un efecto notorio de la profundidad de plantación sobre el porcentaje de turiones de calibres delgados (7-17 mm), el cual fue consistentemente superior cuando se plantó más superficialmente (10-20 cm de profundidad) a partir de la segunda temporada de cosecha (Cuadro 5). Al respecto, McCormick y Thomsen (1990) determinaron que al aumentar la profundidad de plantación de 10 a 30 cm se aumentó el peso del turión en un 20%, pero se redujo el número de

turiones también en un 20%. Se puede observar también, que la proporción de turiones delgados en el rendimiento exportable aumentó considerablemente después de la primera temporada de cosecha en todos los tratamientos (Cuadro 5).

La distribución de la producción en calidades exportable, País o para mercado interno, y desecho, no se vio afectada por los factores en estudio, alcanzando en promedio un 78, 16 y 6% de la producción total respectivamente. Al analizar las causas del 16% aproximado de categoría País, se pudo observar que hubo una mayor proporción de turiones abiertos con las plantaciones más superficiales (datos no mostrados), efecto que no se observó en los turiones abiertos del 6% de desecho. Fue notoria la mayor proporción de turiones de bajo calibre (< 7 mm) en el desecho, cuando se plantó más superficialmente. También hubo una mayor proporción de turiones de desecho deformes en las plantaciones a 30 cm de profundidad, probablemente debido a que estos turiones deben atravesar una mayor porción de suelo para llegar a la superficie y, por lo tanto, están expuestos a un mayor riesgo de daños por roce, lo que podría ocasionar diferencias de crecimiento en el turión. Liao *et al.* (1999) también observaron una disminución en la calidad de la cabeza del turión a medida que aumentaba la profundidad de plantación. En todo caso, la principal causa de la categoría País fueron turiones torcidos (40%) y en el desecho los turiones dañados ya sea por insectos o babosas (35%).

**Cuadro 5. Efecto de la profundidad y densidad de plantación sobre la proporción de turiones de 7-17 mm de diámetro en el rendimiento exportable de espárrago cv. UC-157 F1 durante cinco temporadas de cosecha (1997-2001).**

**Table 5. Effect of planting depth and plant density on the proportion of spears 7-17 mm in diameter on the exportable yield of asparagus cv. UC-157 F1 during five harvest seasons (1997-2001).**

Tratamientos	Calibres delgados (% del rendimiento exportable)				
	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Promedio profundidad</b>					
10 cm	47,5 a	81,4 a	70,6 a	83,1 a	84,5 a
20 cm	49,3 a	79,3 a	69,1 a	80,1 a	81,2 a
30 cm	47,1 a	65,9 b	50,2 b	60,2 b	64,3 b
<b>Promedio densidad</b>					
22.222 plantas ha <sup>-1</sup>	49,7 a	76,1 a	60,7 a	73,5 a	76,7 a
33.333 plantas ha <sup>-1</sup>	46,2 a	74,9 a	65,9 a	75,4 a	76,6 a
CV (%)	11,4	8,0	13,4	11,5	7,0

Medias seguidas por igual letra en las columnas de los promedios de cada factor no difieren significativamente entre sí ( $P \leq 0,05$ ) según prueba DMS.

CV: coeficiente de variación.

Uno de los parámetros interesantes de estudiar es el número total de yemas utilizadas por temporada. Es notable el efecto compensatorio cuando se planta a mayor distancia (22.222 plantas ha<sup>-1</sup>), observándose un número significativamente ( $P \leq 0,05$ ) mayor de yemas usadas por planta que el obtenido con la mayor población de plantas (33.333 plantas ha<sup>-1</sup>) en

todas las temporadas (Cuadro 6). También se observó una mayor cantidad de yemas utilizadas en las plantaciones más superficiales. Sólo en 1998 hubo interacción de los factores en estudio sobre este parámetro, en que el menor número de yemas usadas por planta se logró con la mayor densidad y profundidad de plantación (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Número de yemas utilizadas por planta en cada temporada (N° turiones cosechados + N° tallos en otoño) en respuesta a la profundidad y densidad de plantación en espárrago cv. UC-157 F1.**

**Table 6. Number of utilized buds per plant in each season (N° harvested spears + N° of stems in autumn) in response to planting depth and plant density in asparagus cv. UC-157 F1.**

Tratamientos	N° de yemas utilizadas por planta				
	1997	1998	1999	2000	2001
<b>22.222 plantas ha<sup>-1</sup></b>					
Profundidad: 10 cm	8,3	26,5 a	31,7	34,2	34,5
20 cm	9,6	22,4 b	27,0	29,7	30,4
30 cm	8,1	15,6 c	21,8	23,6	26,3
<b>33.333 plantas ha<sup>-1</sup></b>					
Profundidad: 10 cm	7,7	17,5 c	23,0	26,8	23,7
20 cm	7,2	16,8 c	19,9	22,0	21,5
30 cm	5,3	12,6 d	17,6	16,9	18,8
<b>Promedio profundidad</b>					
Profundidad: 10 cm	8,0 ab	22,0 a	27,4 a	30,5 a	29,1 a
20 cm	8,4 a	19,6 b	23,4 ab	25,9 b	25,9 b
30 cm	6,7 b	14,1 c	19,7 b	20,3 c	22,6 c
<b>Promedio densidad</b>					
22.222 plantas ha <sup>-1</sup>	8,7 a	21,5 a	26,8 a	29,2 a	30,4 a
33.333 plantas ha <sup>-1</sup>	6,7 b	15,6 b	20,2 b	21,9 b	21,3 b
CV (%)	13,5	8,7	13,6	8,5	8,4

Medias seguidas por igual letra en las columnas de los promedios de cada factor o en la interacción no difieren significativamente entre sí ( $P \leq 0,05$ ) según prueba DMS.

CV: coeficiente de variación.

La posición del rizoma en el suelo varía después de un cierto período de tiempo e independiente de la profundidad de plantación, se localiza a 10-15 cm de la superficie, dependiendo del tipo de suelo (Lindgren, 1990; González *et al.*, 1998). Esta situación podría determinar que el efecto de la profundidad de plantación sobre el calibre de los turiones tenga un plazo definido. En este caso,

después de 7 años desde la plantación, la profundidad a que se encuentra la corona ha variado, haciéndose más superficial en todos los tratamientos, pero aún son significativamente diferentes (Cuadro 7), lo que todavía produce un efecto significativo de este factor sobre el número de turiones cosechados y su diámetro (Cuadros 4 y 5), no así sobre el rendimiento (Cuadros 2 y 3).

**Cuadro 7. Profundidad a que se encuentran las coronas de espárrago (cm) después de siete años de plantación (julio 2002).**

**Table 7. Depth at which asparagus crowns are found (cm) seven years after planting (July 2002).**

Profundidad de plantación (cm)	Densidad de plantación (plantas ha <sup>-1</sup> )		Promedio
	22.222	33.333	
10	6,3	6,7	6,5 c
20	10,1	10,6	10,3 b
30	13,8	13,8	13,8 a
Promedio	10,1 A	10,4 A	

Coefficiente de variación = 7,4%

Medias seguidas por letras minúsculas distintas en la última columna y por letras mayúsculas distintas en la última fila, difieren significativamente ( $P \leq 0,05$ ) según prueba DMS.

## CONCLUSIONES

- Hubo un efecto positivo sobre el rendimiento al plantar más superficialmente (10 cm) durante los primeros cuatro años después de plantación, desapareciendo al quinto año.
- La mayor densidad de plantación (33.333 plantas ha<sup>-1</sup>) incrementó el rendimiento solamente en la primera temporada de cosecha.
- Con la plantación más superficial (10 cm) se obtuvo un mayor número de turiones y de un calibre menor (7-17 mm) aún después de 5 años de cosecha.

## LITERATURA CITADA

- Bussell, W.T., J.H. Maindoland, and J.R. Morton. 1997. What is a correct plant density for transplanted green asparagus?. *N.Z. J. Crop Hortic. Sci.* 25:359-368.
- Del Pozo, A., y P. del Canto. 1999. Áreas agroclimáticas y sistemas productivos de la VII y VIII regiones. Serie Quilamapu N° 113. 115 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile.
- González, M.I., V. Kramm, A. del Pozo, A. France, y A. Pedreros. 1998. El laboreo del suelo durante el invierno previo a la cosecha y su efecto sobre el rendimiento del espárrago verde y la población de malezas. *Agro-Ciencia* 14:217-225.
- González, M.I., y A. del Pozo. 1999. Establecimiento de la esparraguera. In M.I. González y A. del Pozo (eds.). *El cultivo del espárrago*. Boletín INIA N° 6. p. 65-78. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chillán, Chile.
- IRRISTAT. 2003. Available in: <http://www.irri.org/textonly/science/softwaredownloads/irristat.htm>. Accessed 25 June 2003.
- Kelly, J.F., H.C. Price, J. Bakker, and N.L. Myers. 1999. Plant spacing effects on yield and size of asparagus. *Acta Hortic.* 479:415-419.

- Liao, M.T., M.A. Nichols, and K.J. Fisher. 1999. Effects of soil type and depth on spear yield and quality of asparagus (*Asparagus officinalis* L.). N.Z. J. Crop Hortic. Sci. 27:43-46.
- Lindgren, D.T. 1990. Influence of planting depth and interval to initial harvest on yield and plant response of asparagus. HortScience 25:754-756.
- McCormick, S.J., and D.L. Thomsen. 1990. Management of spear number, size, quality and yield in green asparagus through crown depth and population. Acta Hortic. 271:151-157.
- Medina, A. 1990. Efecto de la distancia de plantación sobre la hilera y edad de la corona en espárragos verde y blanco en su segundo año de cosecha. 55 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile.
- Pignon, P., R. Corbaz, et J. Perko. 1994. Asperge verte: resultats d' experimentation durant sept ans de culture. Revue Suisse de Viticulture, d'Arboriculture et d'Horticulture 26:91-96.
- Sanders, D., J. Cure, W.J. Sperry, J.C. Gilsanz, C.A. Prince, and O. Bande. 1998. Long-term effects of rows per bed and in-row spacing on yield and spear size of asparagus. HortScience 33:652-654.