

EFFECTO DE LA EDAD Y PODA DE RAICES AL TRANSPLANTE SOBRE EL ESTABLECIMIENTO Y DESARROLLO INICIAL DE LAS PLANTAS DE ESPARRAGO (*Asparagus officinalis* L.)¹

Mario Jiménez, Marco Moreira²

RESUMEN

Efecto de la edad y poda de raíces al transplante sobre el establecimiento y desarrollo inicial de las plantas de espárrago (*Asparagus officinalis* L.). Se estudió el efecto de la edad y de la poda de raíces al transplante sobre la calidad, prendimiento y desarrollo inicial de las plantas de espárrago en dos etapas: almácigo y establecimiento del cultivo. La primera, desde el 5 de abril hasta el 28 de octubre de 1992, en la que se produjeron las plantas para la siembra definitiva y en las que se evaluó el efecto de la edad, sobre su condición fenológica al transplante. La segunda, en la que se evaluó el efecto de los tratamientos sobre el establecimiento y el desarrollo inicial de las plantas, en el período del 28 de octubre de 1992 al 1º de marzo de 1993. Los tratamientos correspondieron a la combinación de dos factores: edad de la planta (60, 90, 120, 150 y 180 días) y poda de raíces al transplante (sin poda de raíces y con poda al 50% de su longitud total). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, en arreglo factorial 5 x 2.

Se observó un efecto lineal positivo de la edad de la plantula al transplante sobre la calidad y el desarrollo inicial de las plantas de espárrago, los cuales fueron similares en las plantas mayores de 120 días, en relación a las de 60 y 90 días. La edad y la poda de raíces al transplante, no afectó el prendimiento inicial de las plantas, pero la poda de raíces causó una disminución en el número y peso seco de las raíces de reserva. Según el análisis de las variables de crecimiento evaluadas, así como del

ABSTRACT

Effect of age and root pruning at transplant on the establishment and initial growth of asparagus (*Asparagus officinalis*) seedlings. The effect of age and root pruning at transplant on the quality, take up and initial growth of asparagus seedling was studied in two stages: nursery and crop establishment. The first stage, from April 5th to October 28th of 1992, in which the seedling were produced and the effect of age on their phenologic condition at transplant was evaluated. In the second stage, the affect of the treatments on the establishment and initial development of the plants were evaluated, from October 28th, 1992 through March 1st, 1993. The treatments corresponded to a combination of two factors: age of the plant (60, 90, 120, 150 and 180 days) and root pruning at transplant (without pruning and pruning of 50% of the total root lenght). A Complete Randomized Block experimental design with four replication and factorial arrangement 5 x 2 was used.

A positive lineal effect was observed of the seedling age at transplant on the quality and initial growth of asparagus plants, which were similar to the plants older than 120 days, in relation to the 60 and 90 days. The age and root pruning at transplant did not affect the initial take up of the plants, although the root pruning caused a decrease in the number and dry weight of storage roots. According to the growth variables evaluated and to the economic analysis, the best age for transplanting was 120 days after planting. These plants showed as averages: 5 stalks of 2.5 mm of diameter, a crown

¹ Extracto de la tesis de Ing. Agr. presentada por el primer autor a la Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

² Mag. Sc., Programa de Hortalizas, Estación Experimental Fabio Baudrit M., Universidad de Costa Rica.

análisis económico, la mejor edad al trasplante fue 120 días después de la siembra. Estas plantas presentaron en promedio: 5 tallos de 2,5 mm de diámetro, un diámetro de corona de 21,0 mm, 12 yemas por corona y 32 raíces de reserva.

diameter of 21.0 mm, 12 buds per crown and 32 storage roots.

INTRODUCCION

La exportación de productos agrícolas no tradicionales ha tenido gran auge en nuestro país. El espárrago posee un buen potencial como alternativa de diversificación para el agricultor por su alta rentabilidad y por su buena adaptación a las condiciones agroecológicas de Costa Rica. En el mercado de los Estados Unidos hay una gran demanda por el espárrago verde fresco en los meses de julio a enero.

Sin embargo gran parte de las investigaciones realizadas en el manejo del cultivo provienen de países con climas templados y con técnicas de producción muy diferentes a las de Costa Rica, donde es necesario utilizar el almácigo, ya que la planta presenta un crecimiento inicial muy lento. El uso de almácigos permite la selección de coronas, lo que garantiza una plantación uniforme. Así se asegura una mayor eficiencia en las prácticas de protección al cultivo, dado que se maneja una gran población de plantas en un área pequeña (Noboa y Moreira 1991).

La edad al trasplante es de mucha importancia, ya que puede afectar la calidad de las plantas que se producen y su desarrollo después de la siembra defi-

nitiva. Así mismo, si se acorta el período de almácigo, se reducen los costos y se hace un uso más eficiente del terreno. En Costa Rica las características idóneas de una corona para el trasplante, según Noboa y Moreira (1991) son: 2,5 a 3 cm de diámetro del rizoma, nueve o más raíces gruesas y dos o tres yemas bien diferenciadas en el rizoma. Estas cualidades se logran entre los tres a cuatro meses y medio después de la siembra en el almácigo, dependiendo de la zona.

La poda de raíces al momento del trasplante, facilita la siembra definitiva en aquellos casos en que el tamaño de la corona es muy grande. En cultivos de trasplante esta práctica se asocia con la infección por patógenos del suelo y con el incremento en los costos de operación. Sin embargo no se ha evaluado su efecto sobre el establecimiento y desarrollo inicial de las plantas de espárrago. Benson (1987) menciona que si las raíces del espárrago se podan, se puede retrasar el crecimiento de la planta, debido a una absorción deficiente de agua y a la reducción en el tejido de reserva. En cebolla Bolaños (1985) concluyó que la poda de raíces tuvo un efecto negativo sobre la supervivencia al trasplante, en Santa Ana, pero no en Tierra Blanca. Sabota y Downes

(1981) mencionan que el peso de la parte aérea de las plantas a la cosecha y la producción de bulbos de tamaño medio y comercial, fueron superiores cuando no se efectuó la poda de raíz, hoja o ambas a la vez. En el cultivo del apio, Zink y Knnot (1964), citados por Bolaños (1985), señalan que la poda de raíz disminuyó el porcentaje de supervivencia en comparación con las plantas sin poda. En café, se corta la raíz primaria, dos meses o dos meses y medio, antes de que la planta sea extraída del semillero. Al hacer esto se favorece el desarrollo de raíces secundarias y terciarias, y por consiguiente aumenta el área de absorción de agua y nutrimentos (Campos 1989).

El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de la edad y de la poda de raíces al transplante sobre la calidad, el prendimiento y el desarrollo inicial de las plantas de espárrago; así como establecer una relación beneficio-costos para cada uno de los tratamientos evaluados.

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se realizó en dos etapas: almácigo y establecimiento de la plantación definitiva. La primera, desde el 5 de abril hasta el 28 de octubre de 1992, en la que se produjeron las plantas para la siembra definitiva y en las que se evaluó el efecto de la edad, sobre su condición fenológica al transplante. La segunda, en la que se evaluó el efecto de los tratamientos sobre el establecimiento y el desarrollo inicial de las plantas, con un período comprendido entre el 28 de octubre de 1992 y el 1º de marzo de 1993.

El almácigo se realizó en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno de la Universidad de Costa Rica, ubicada en el Barrio San José de Alajuela, a una elevación de 840 m.s.n.m., situada a 84° 06' longitud oeste y 10° latitud norte. La zona tiene una temperatura promedio anual de 21,4°C, con una temperatura máxima de 28,2°C y mínima de 17,5°C. La precipitación promedio anual es de 1.900 mm distribuidos de mayo a noviembre. La siembra definitiva se efectuó en la Hacienda Potrerillos, ubicada en San Antonio de Belén, Heredia, localizada a 84°13' longitud oeste, 9° 56' latitud norte y situada a una altitud de 850 m.s.n.m. La zona tiene una precipitación promedio anual de 1.776 mm. La temperatura máxima promedio anual es 28°C y mínima de 16°C. En el Cuadro 1 se muestran las características químicas y físicas de los suelos en los cuales se realizó el trabajo de investigación.

En el Cuadro 2 y Cuadro 3, se presentan los datos climáticos, de la Estación Fabio Baudrit y los de San Antonio de Belén; estos últimos se obtuvieron de la estación del Instituto Meteorológico Nacional, situada en el aeropuerto Juan Santamaría.

Se utilizaron plantas de espárrago del cultivar UC-157 F₁, producido por la casa Ferry Morse de Estados Unidos.

Se usó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, en arreglo factorial 5 x 2.

En la etapa de almácigo se utilizaron eras de 1,1 m de ancho por 2,5 m de largo, con una separación de 1,0 m entre bloques

Cuadro 1. Características químicas y físicas del suelo donde se realizó el experimento. Alajuela, Costa Rica. 1992.

Características	LUGAR	
	San Antonio de Belén	E.E.F.B. ^{1/} Barrio San José
Materia Orgánica (%)	6,33	5,95
pH (en agua)	5,30	5,20
Ca (mg/l)	10,20	6,40
Mg (mg/l)	3,80	1,40
K (mg/l)	0,97	0,77
Acidez (cmol/l)	0,60	0,70
CICE (cmol/l)	15,50	9,27
P (mg/ml)	43,0	49,0
Cu (mg/ml)	26,0	23,0
Fe (mg/ml)	1096,0	429,0
Mn (mg/ml)	104,0	24,0
Zn (mg/ml)	2,90	tr
Textura	Franco arcillosa/arcillosa	Franco

^{1/} Estación Experimental Fabio Baudrit M.

Cuadro 2. Valores promedios mensuales para el brillo solar, la temperatura, la precipitación y la humedad relativa en la Estación Experimental Fabio Baudrit durante el periodo experimental. Alajuela, Costa Rica. 1992.

Mes	Brillo solar (hrs)	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)
		Máxima	Mínima	Promedio		
Abril	7,7	31,6	19,2	24,4	8,1	64
Mayo	7,1	30,5	19,0	23,5	196,7	74
Junio	6,0	28,3	18,4	22,2	399,3	85
Julio	4,7	28,0	18,0	21,7	204,9	80
Agosto	4,1	27,8	17,8	21,7	240,8	81
Setiembre	4,6	27,1	17,3	21,1	244,6	89
Octubre	5,0	28,0	17,5	21,3	447,1	85

Cuadro 3. Valores promedios mensuales para el brillo solar, la temperatura, la precipitación y la humedad relativa en la Estación del Instituto Metereológico Nacional, situada en el aeropuerto Juan Santamaría, durante el periodo experimental. Alajuela, Costa Rica. 1992-1993.

Mes	Brillo solar (hrs)	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)
		Máxima	Mínima	Promedio		
Nov. 1992	6,8	27,6	17,9	22,8	239,8	79
Dic. 1992	8,1	27,8	18,6	23,2	6,4	79
Enero 1993	8,1	27,8	18,0	22,9	28,4	70
Febrero 1993	10,4	28,8	17,7	23,6	0,3	67

y 0,5 m entre tratamientos, para un total de 165 plantas. Para evaluar el efecto de la edad sobre la condición fenológica de las plantas al transplante, se tomaron 20 plantas de los dos surcos centrales, como parcela útil.

Para la siembra definitiva, la parcela experimental constó de cinco surcos de 5 m de longitud, con una separación de 1 m entre bloques y 0,5 m entre tratamientos, para un total de 75 plantas. Para evaluar los efectos de los tratamientos sobre el establecimiento y desarrollo inicial se tomaron como parcela útil, 15 plantas de los tres surcos centrales, excepto para la variable peso seco de la parte aérea, en la que se evaluaron 8 plantas de ese grupo.

Los tratamientos correspondieron a la combinación de dos factores: edad de la planta (60, 90, 120, 150 y 180 días) y poda de raíces al transplante (sin poda de raíces y con poda al 50 % de su longitud total).

El terreno se preparó con dos pases de rotocultivador. Luego se confeccionaron las eras, para después desinfectar el

suelo con dazomet (Basamid), a razón de 60 g por metro cuadrado, que se incorporó a una profundidad de 15 cm. Para este y el resto de agroquímicos, se utilizaron las dosis de uso comercial. Posteriormente se hizo un riego para formar un sello en la superficie y permitir una mejor acción de los gases liberados. Trece días después se removió el suelo para propiciar el escape de gases tóxicos. Dos días más tarde se efectuó la siembra, para lo cual se hicieron surcos transversales de 4 cm de profundidad cada 15 cm. Al fondo del surco se aplicó el fertilizante 10-30-10 a razón de 150 g por metro cuadrado. Este se cubrió con una capa de suelo y luego se colocaron las semillas a una profundidad de 1 cm aproximadamente y 10 cm entre sí. El 28 de abril se sembraron las semillas de las plantas que fueron transplantadas a los 180 días. Luego con una diferencia de 30 días se sembraron las semillas de las plantas que fueron transplantadas a los 150, 120, 90 y 60 días, respectivamente. Después de la siembra se colocó una cobertura vegetal de residuos de paja de frijol (*Phaseolus vulgaris*), por un lapso de diez días.

Se efectuaron aplicaciones periódicas de captan (Captan) (500 g p.c./200 l), para el combate de enfermedades como *Alternaria*, y *Cercospora*, así como de metamidofos (Tamaron) (125 cc p.c./200 l), para el control de cortadores.

Transcurridos 30 días de la emergencia de las plantas, se hicieron aplicaciones mensuales de fertilizantes foliares, para lo cual se utilizó metalosatos (Multiminerales) (750 cc p.c./200 l). A los 45 días, después de la siembra, se aplicaron 150 kg de nitrógeno por hectárea y se utilizó como fuente nitrato de amonio (33,5% de nitrógeno).

Dos días antes del transplante se evaluó el efecto de la edad, sobre la condición fenológica de las plantas, con base en las variables establecidas.

Al momento del transplante se realizó la poda, al 50% de la longitud total de las raíces, en los tratamientos correspondientes.

La siembra definitiva se hizo a una distancia de 1,5 m entre hileras por 0,30 m entre plantas, en surcos de 0,3 m de profundidad. Antes de la siembra se sumergieron las coronas en una solución fungicida compuesta por captan (Captan) (500 g de producto comercial/200 l). Al fondo del surco se agregó el fertilizante 10-30-10 a razón de 500 kg por hectárea. Este se tapó con suelo y posteriormente se colocaron las coronas que a su vez se cubrieron con suelo.

A los 30 días de realizado el transplante, se determinó el porcentaje de prendimiento de las plantas, contando el número

de plantas vivas en la parcela útil.

Dos meses y medio después de la siembra definitiva se hizo una fertilización con 500 kg/ha de la fórmula 18-5-15-6-2. El fertilizante se aplicó en banda lateral y luego se aporcó. Durante esta etapa se efectuaron riegos por aspersión cada dos días. Así mismo se hicieron dos aplicaciones de decimetrina (Decis) (125 cc pc./200 l) para el control de cortadores. El control de malezas se efectuó manualmente.

A los 120 días después del transplante, se evaluó el efecto de los tratamientos sobre el establecimiento y desarrollo inicial.

Las variables evaluadas fueron: número de tallos por planta, diámetro promedio de tallos (mm), diámetro de la corona (mm), número de yemas por corona, número de raíces de reserva, peso seco de las raíces de reserva (g), porcentaje de prendimiento inicial (30 días después del transplante), peso seco de la parte aérea (g), que se evaluó solamente a los 120 días después del transplante.

Se realizaron los análisis de variancia correspondientes. En los casos donde se presentaron diferencias significativas, se usó la Prueba de Contrastes.

RESULTADOS Y DISCUSION

Etapa de Almácigo

1. Evaluación del efecto de la edad al transplante, sobre la condición fenológica de las plantas.

1.1 Parte aérea.

1.1.1 Número y diámetro de tallos.

El número de tallos aumentó hasta los 120 días, para luego disminuir, mientras que el diámetro se incrementó con la edad al transplante y fue de 3,60 mm para las plantas de 180 días (Fig. 1). La reducción en el número de tallos en las plantas de 150 y 180 días se puede atribuir tanto a la senescencia de tallos (Dufault y Greig 1983), como a la dominancia apical. Este es un mecanismo en el que la yema terminal inhibe el desarrollo de las yemas laterales (Martín 1987) y se presenta con más fuerza en las plantas de mayor vigor, como lo señalan Robb (1984) y Lizano (1991). En este caso la dominancia apical probablemente afectó más la emisión de tallos en las plantas de 150 y 180 días. A la vez influyó en que el diámetro aumentara durante este período, al reducirse la brotación de yemas, por lo que los tallos desarrollados fueron de un mayor grosor.

1.2 Parte subterránea.

1.2.1 Diámetro de la corona, número de yemas por corona, número y peso seco de raíces de reserva.

El diámetro de corona, el número de yemas, el número y peso seco de raíces de reserva, aumentaron con la edad al transplante (Fig. 2).

Estas variables son importantes como indicadores del vigor y la calidad de las plantas al momento del transplante, ya que dan una idea de su capacidad para continuar su desarrollo una vez transplantadas (Lizano, 1991). Los resultados se deben a que las plantas de más edad, han

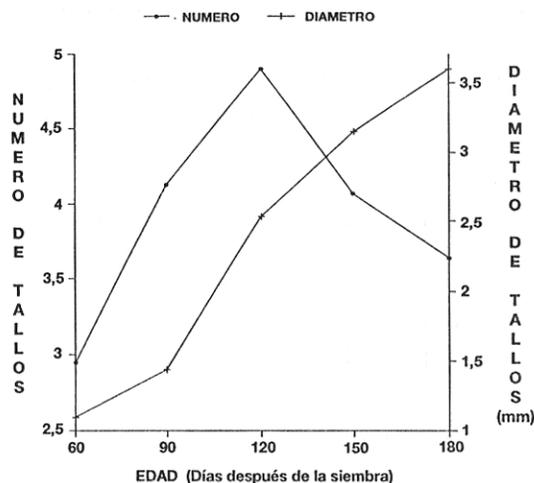


Figura 1. Número y diámetro de tallos de las plantas de espárrago de acuerdo a la edad de las plantas al transplante. Alajuela, Costa Rica. 1992.

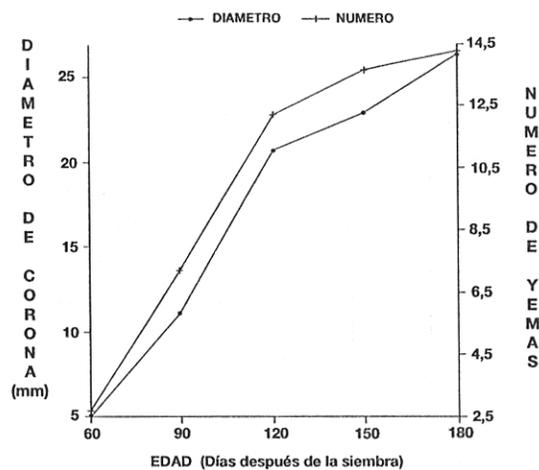


Figura 2. Diámetro de corona y número de yemas de las plantas de espárrago de acuerdo a la edad de las plantas al transplante. Alajuela, Costa Rica. 1992.

dispuesto de un mayor período para el desarrollo de sus estructuras, como es el caso de las plantas de 180 días que tuvieron un diámetro de corona de 26,53 mm, un número promedio de yemas de 14 y un número y peso seco de raíces de reserva de 38 y 98,81g, respectivamente. Esto es evidente al comparar las plantas de 60 y 90 días con el resto, pues a esas edades la parte subterránea se encuentra en una fase inicial de su desarrollo, según lo muestran los resultados obtenidos.

En la Fig. 3, se muestra una representación gráfica de la condición fenológica de las plantas de las diferentes edades, al momento del transplante.

En esa Figura, se describe el desarrollo en cuanto al número y diámetro de tallos, número de yemas por corona y número

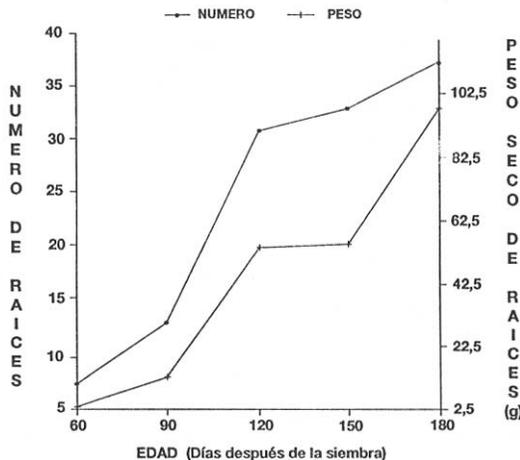


Figura 3. Número y peso seco de raíces de reserva de las plantas de espárrago de acuerdo a la edad de las plantas al transplante. Alajuela, Costa Rica. 1992.

de raíces de reserva. Esta ilustración se hizo con base en los promedios mostrados en los Cuadros 4 y 5.

Los resultados obtenidos en la etapa de almácigo respecto al diámetro de corona, número de yemas y número de raíces, fueron similares a patrones de crecimiento descritos por Dufault y Greig (1983); también Benson y Takatori (1980) encontraron que el número y longitud de raíces de reserva se incrementaron con la edad, conforme transcurrieron 14 semanas desde la emergencia de las plantas. Por otra parte es importante destacar que se presentó una condición fenológica similar entre las plantas de 120 y 150 días.

Etapa de establecimiento del cultivo

2. Evaluación del efecto de la edad y de la poda de raíces sobre el porcentaje de prendimiento inicial.

No se dieron diferencias significativas en el porcentaje de prendimiento inicial de las plantas, de acuerdo a las edades al transplante y a la poda de raíces (Cuadro 6). Esto se puede atribuir a que las plantas de las diferentes edades, tuvieron la condición fenológica adecuada para continuar su crecimiento después de la siembra definitiva.

Por otra parte, el que la poda de raíces no afectara la supervivencia de las plantas, pudo deberse a que aún con la pérdida de parte de las raíces de absorción y de almacenamiento, las plantas dispusieron de las suficientes reservas para sobrevivir. También es importante indicar que

Cuadro 4. Número y diámetro de tallos de las plantas de espárrago según la edad de las plantas al transplante. Alajuela, Costa Rica. 1992.

Edad (d.d.s.) ^{1/}	Número de tallos	Diámetro de tallos (mm)
60	2,94	1,10
90	4,14	1,43
120	4,90	2,53
150	4,07	3,14
180	3,64	3,60

^{1/} Días después de la siembra.

Cuadro 5. Diámetro de corona, número de yemas por corona, número y peso seco de raíces de reserva de las plantas de espárrago según la edad de las plantas al transplante. Alajuela, Costa Rica. 1992.

Edad ^{1/} (d.d.s.)	Diámetro de corona (mm)	Número de yemas	Número de raíces	Peso seco de raíces (g)
60	5,06	2,76	7,27	3,20
90	11,29	7,25	13,30	12,75
120	20,92	12,27	31,62	54,30
150	23,02	13,70	33,56	55,64
180	26,53	14,34	37,78	98,81

^{1/} Días después de la siembra

Cuadro 6. Efecto de la edad al transplante, sobre el porcentaje de prendimiento inicial de las plantas de espárrago. Heredia, Costa Rica. 1993.

Edad (d.d.s.) ^{1/}	Prendimiento (%) (30 d.d.t.) ^{2/}
60	93,17
90	95,82
120	95,07
150	96,19
180	96,59

^{1/} Días después de la siembra

^{2/} Días después del transplante

las condiciones climáticas como precipitación y temperatura, fueron favorables para el desarrollo de la planta en el período posterior al transplante (Cuadro 3).

Estos resultados fueron similares a los altos porcentajes de prendimiento inicial obtenidos por Ombrello y Garrinson (1978), para plantas entre 9 y 12 semanas, pero desarrolladas en bandejas durante la etapa de almácigo. En este sistema las plantas sufren un menor daño al transplante, comparado con la siembra a raíz desnuda.

3. Evaluación del efecto de la edad y de la poda de raíces al transplante, sobre el desarrollo inicial de las plantas.

En esta evaluación las únicas variables afectadas por la poda de raíces, fueron el número y peso seco de raíces de reserva, cuyos resultados se describen en el punto 3.4.

3.1 Número y diámetro de los tallos.

En las edades al transplante de 90 a 150 días, el número de tallos disminuyó a medida que aumentó su diámetro (Fig. 4). La prueba de contrastes mostró que el número de tallos a los 90 días fue superior al promedio de las edades de 120, 150 y 180 días, mientras que no hubo diferencias en el diámetro entre las edades de 150 y 180 días. Estos resultados se pueden atribuir a la senescencia de tallos y a la dominancia apical, cuyo efecto se explicó en los resultados de la etapa de almácigo. Se produce un equilibrio fisiológico en la planta, en que por lo general, se da una relación inversa entre el número de tallos y el diámetro de éstos.

3.2 Diámetro de la corona.

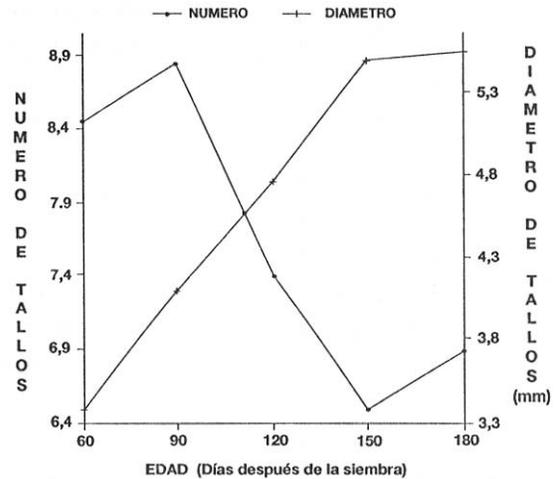


Figura 4. Número y diámetro de tallos de las plantas de espárrago 120 días después del transplante según la edad de las plantas al transplante. Heredia, Costa Rica. 1993.

Las plantas con una edad al transplante de 120 días, mostraron el mayor diámetro de corona, con 57,66 mm (Fig. 5). Esto por cuanto la prueba de contrastes, mostró que no hubo diferencias significativas entre la edad de 120 días y el promedio de las edades de 150 y 180 días al transplante.

3.3 Número de yemas por corona.

No se dio un efecto significativo de los tratamientos sobre esta variable. En el Cuadro 7 se muestran las medias del número de yemas por corona, correspondientes a la edad al transplante.

Estos resultados probablemente se debieron a las características genéticas del híbrido utilizado. Robb (1984) afirma que el número de yemas que se forman en las

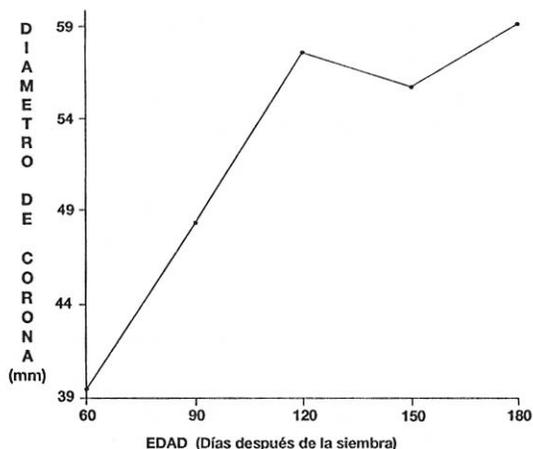


Figura 5. Diámetro de corona de las plantas de espárrago, 120 días después del trasplante según la edad de las plantas al trasplante. Heredia, Costa Rica. 1993.

Cuadro 7. Efecto de la edad al trasplante sobre el número de yemas por corona de las plantas de espárrago. Heredia, Costa Rica. 1993.

EDAD (d.d.s.) ^{1/}	Número de Yemas (120 d.d.t.) ^{2/}
60	17,35
90	21,91
120	21,09
150	21,85
180	21,75

^{1/} Días después de la siembra.

^{2/} Días después del trasplante.

plantas de espárrago es determinado genéticamente, a diferencia del tamaño de las yemas, que depende de las reservas dis-

ponibles. Este factor genético incidió en que no se dieran diferencias en esta variable, en la etapa de desarrollo inicial.

3.4 Número y peso seco de las raíces de reserva.

Las plantas de 120 días presentaron el mayor número de raíces de reserva, con 75 raíces y el mayor peso seco de éstas, con 366,0 g (Fig. 6), lo cual representa un aspecto positivo del trasplante a una edad de 120 días. Por otra parte, la prueba de contrastes, indicó que el número y peso seco de raíces de las plantas de 120 días no fue significativamente diferente del promedio de 150 y 180 días.

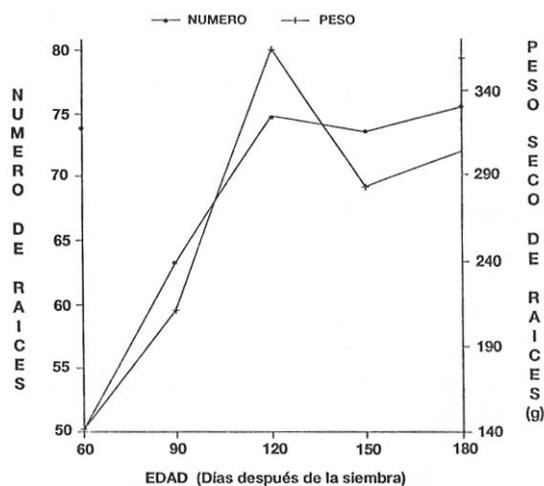


Figura 6. Número y peso seco de raíces de reserva de las plantas de espárrago 120 días después del trasplante según la edad de la planta al trasplante. Heredia, Costa Rica. 1993.

El efecto obtenido sobre el número y peso seco de raíces, así como del diámetro de tallos y diámetro de corona, muestra que hay un efecto positivo de la edad al trasplante sobre el desarrollo inicial. Esto se debe a que al aumentar la edad al trasplante, se ha dado en mayor magnitud el proceso de crecimiento. En las plantas vasculares superiores, usualmente el término crecimiento se usa para referirse a cambios cuantitativos durante el desarrollo de las células, tejidos, órgano u organismo. Estos cambios se efectúan mediante los procesos de división y alargamiento celulares, y en aquellas plantas que se inician como semillas, el crecimiento es casi sinónimo de aumento en tamaño (Flores, 1989). En el caso del espárrago, las variables evaluadas, muestran precisamente una tendencia a una mayor tamaño de las estructuras, en relación con la edad.

Por otra parte en el Cuadro 8 se aprecia que la poda de raíces causó una disminución en el número y peso seco de las raíces de reserva.

Cuadro 8. Efecto de la poda de raíces sobre el número y peso seco de raíces de reserva en plantas de espárrago. Heredia, Costa Rica. 1993

Factor	Número de raíces (120 d.d.t.) ^{1/}	Peso seco de raíces (g) (120 d.d.t.)
Sin poda	71,06 a ^{2/}	301,85 a
Poda de raíces	63,42 b	221,40 b

^{1/} Días después del trasplante.

^{2/} Medias con igual letra para una misma variable presentan diferencias no significativas según prueba de Tukey 5%.

Este efecto de la poda, se puede atribuir no sólo a la pérdida parcial de raíces al efectuar la poda, sino también al hábito de crecimiento de las raíces de reserva del espárrago. Benson (1981) menciona que las raíces de almacenamiento de esta planta no se ramifican, característica que se encuentra en otras especies de la familia de las liliáceas. Por lo tanto, al podar las raíces, no se da una brotación axilar, sino que por el contrario, se reduce el tejido de reserva.

3.5 Peso seco de la parte aérea.

No se dieron diferencias significativas entre tratamientos para el peso seco de la parte aérea. Sin embargo, en el Cuadro 9, se presentan las medias correspondientes a las diferentes edades al trasplante, en los cuales se aprecia una tendencia al aumento del peso seco con una mayor edad de trasplante.

Es muy probable que el efecto de la edad y de la poda, no se lograra detectar

Cuadro 9. Efecto de la edad al trasplante sobre el peso seco de la parte aérea en plantas de espárrago. Heredia, Costa Rica. 1993

Edad (d.d.s.) ^{1/}	Peso seco (g) (120 d.d.t.) ^{2/}
60	186,25
90	329,63
120	367,25
150	412,75
180	452,13

^{1/} Días después de la siembra.

^{2/} Días después del trasplante.

estadísticamente debido a que el coeficiente de variación obtenido fue alto (58,73%), lo que se debió a la heterogeneidad en el desarrollo de la parte aérea de las muestras evaluadas. Esto puede atribuirse a las características propias de esta variable, por cuanto la parte aérea está más expuesta a los efectos del ambiente y por tanto a una mayor variación (Méndez, 1987).

4. Análisis económico de los tratamientos evaluados.

En el Cuadro 10 se presenta el resumen del análisis económico de los tratamientos evaluados. Como señala Lizano (1991), el análisis económico es un complemento de las evaluaciones agronómicas efectuadas.

Este análisis se realizó con base en los costos registrados durante la realiza-

ción del ensayo y en el ingreso que se obtendría al vender las plantas producidas en cada uno de los tratamientos, cuyo precio de venta se estableció en base a las categorías de calidad mostradas en el Cuadro 11.

El margen bruto es el resultado de restarle al ingreso total, el costo variable e indica con cual tratamiento se obtendría el mayor rendimiento económico.

En el Cuadro 10, se observa que el tratamiento de 120 días, sin poda de raíces, presenta el mayor margen bruto, con ¢202.954. Esto se debió a que, a pesar de su costo variable, que fue superior al de las plantas de menor edad y sin poda de raíces, la calidad de las plantas fue notablemente mejor, lo que produjo un ingreso más alto. Es importante mencionar que el precio de venta de las plantas de 150 y 180 días, con poda de raíces o sin

Cuadro 10. Análisis económico de los tratamientos evaluados en plantas de espárrago. Estación Experimental Fabio Baudrit. Alajuela, Costa Rica. 1993. ^{1/}

Tratamiento	Margen bruto (¢)	Costo Variable (¢)	Relación Beneficio/ Costo (¢)
60 d.c.p.r. ^{2/}	-96.585	185.473	-0,52
90 d.c.p.r.	-86.937	198.047	-0,44
120 d.c.p.r.	38.487	228.177	0,17
150 d.c.p.r.	21.455	245.209	0,09
180 d.c.p.r.	5.454	261.210	0,02
60 d.s.p.r. ^{3/}	4.757	173.019	0,03
90 d.s.p.r.	40.247	181.923	0,22
120 d.s.p.r.	202.954	197.042	1,03
150 d.s.p.r.	189.658	210.338	0,90
180 d.s.p.r.	178.638	221.358	0,91

^{1/} Todos los datos están referidos a una área de almacigo de 1000 m², necesaria para sembrar una hectárea de espárrago.

^{2/} Días y con poda de raíces.

^{3/} Días y sin poda de raíces.

1US\$= ¢ 142

Cuadro 11. Categorías de calidad utilizadas para establecer el precio de venta de las plantas de espárrago. Alajuela, 1993.

Categoría	N° de raíces de reserva	Diámetro de la corona
Primera	≥ 25	≥ 20
Segunda	≥ 9 < 25	≥ 10 < 20
Tercera	< 9	< 10

ella, fue igual al de las plantas de 120 días con poda de raíces o sin ella, ya que la calidad fue similar.

Los tratamientos de 60 y 90 días con poda de raíces, presentaron márgenes brutos negativos, debido a la menor calidad de las plantas de estas edades, lo cual unido a la poda de raíces, disminuyó aún más su precio de venta.

El costo variable representa el total de los gastos en cada uno de los tratamientos. Es importante destacar que los costos aumentaron conforme las plantas permanecieron más tiempo en el almácigo. Esto se debió a que fueron necesarias más deshierbas, aplicaciones de fungicidas y un mayor tiempo requerido para la extracción de las coronas. La poda de raíces representó un gasto adicional, debido a la mano de obra utilizada para efectuar esta labor, la cual fue más difícil de realizar en las plantas de 180 días, por el mayor desarrollo de sus raíces.

La relación beneficio-costos, se obtiene al dividir el margen bruto entre el costo

variable; la mayor relación correspondió a las plantas de 120 días sin poda de raíces, con una razón de ¢1,03. Esto significa que por cada colón invertido se obtienen aproximadamente ¢1,03 para cubrir los costos fijos. Los tratamientos de 60 y 90 días, con poda de raíces, presentan una relación beneficio-costos de -¢0,52 y -¢0,44 respectivamente. Esto indica que probablemente no se cubran los costos variables, al vender las plantas de estos tratamientos.

De los resultados de las evaluaciones realizadas y del análisis económico de los tratamientos estudiados, se pueden mencionar varios aspectos importantes.

En general la tendencia fue un desarrollo inicial similar en las plantas de 120, 150 y 180 días, lo que indica que es prácticamente lo mismo el transplante a cualquiera de estas edades. Por lo tanto es más conveniente elegir las plantas de 120 días, ya que sus costos de producción son menores; se recupera la inversión en menos tiempo y se logra una mayor eficiencia en la utilización del terreno, al disminuir el período de almácigo. La extracción de las coronas es más fácil y se evitan heridas graves a éstas, lo que disminuye los riesgos de enfermedades.

En caso de retrasarse la siembra en una plantación comercial, no habría ningún efecto perjudicial sobre la calidad de las plantas, si éstas tienen una edad al transplante de 150 o 180 días. Esto es una ventaja en comparación a otros cultivos hortícolas como chile, tomate, repollo, brócoli y cebolla, en los cuales se afecta nega-

tivamente la calidad de las plantas, si el trasplante se realiza varios días después de que éstas, hayan alcanzado la condición fenológica adecuada para la siembra definitiva.

Por otra parte la mayor calidad de las plantas, el desarrollo inicial superior y el mayor beneficio económico, obtenidos con el trasplante a los 120 días, en comparación con las edades de 60 y 90 días, reafirma la escogencia de las plantas de 120 días, como la mejor opción.

Conclusiones y recomendaciones

La edad y la poda de raíces al trasplante, no afectaron el prendimiento inicial de las plantas.

Se observó un efecto positivo de la edad al trasplante, sobre la calidad y el desarrollo inicial de las plantas de espárrago, los cuales fueron similares en las plantas mayores de 120 días, en relación a las de 60 y 90 días.

La poda de raíces causó una disminución en el número y peso seco de las raíces de reserva.

Según el análisis de las variables de crecimiento evaluadas, así como del análisis económico efectuado, la mejor edad al trasplante fue 120 días después de la siembra. Estas plantas presentaron en promedio: 5 tallos de 2,5 mm de diámetro, un diámetro de corona de 21,0 mm, 12 yemas por corona y 32 raíces de reserva.

Se recomienda analizar el efecto de la edad al trasplante, sobre las variables de crecimiento evaluadas, e incluso sobre la calidad de la cosecha, en otras zonas de Costa Rica.

LITERATURA CITADA

- BENSON, B. 1987. Curso tecnología y producción de espárragos. Chile, Departamento Agroindustrial Fundación Chile. 45 p.
- BENSON, B.; TAKATORI, F. 1980. Partitioning of dry matter in open-pollinated and F_1 hybrid cultivars of asparagus. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 105(4):567-570
- BOLAÑOS, A. 1985. Efecto de la poda al trasplante sobre el desarrollo y producción de varios cultivares de cebolla en dos zonas de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía, Escuela de Fitotecnia. 81 p.
- CAMPOS, C. 1989. El cultivo del café. 2 ed. San José, Costa Rica, Editorial Universidad Estatal A Distancia (EUNED). 64 p.
- DUFAULT, R.; GREIG, J. 1983. Dynamic growth characteristics in seedling asparagus. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 108(6):1026-1030
- FLORES, E. 1989. La planta: estructura y función. San José, Costa Rica, Editorial Tecnológica de Costa Rica. 504 p.
- LIZANO, J. 1991. Evaluación de diferentes métodos de desinfección del suelo para el establecimiento de almácigos de espárrago. Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía Escuela de Fitotecnia 76 p.
- MARTIN, G. 1987. Apical dominance. *HortScience* 22(5):824-833.

- MENDEZ, C. 1987. Análisis del crecimiento y de la absorción de nutrimentos en dos cultivares de camote (*Ipomoea atatas* L.) en Alajuela. Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía Escuela de Fitotecnia 65 p.
- NOBOA, J.; MOREIRA, M. 1991. Técnicas para el cultivo de espárrago. Costa Rica. Programa de Espárrago. Convenio Universidad de Costa Rica-Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria-CINDE/División Agrícola. 44 p.
- OMBRELLO, T.; GARRISON, S. 1978. Establishing asparagus from seedling transplants. HortScience 13(6):663-664.
- ROBB, A.R. 1984. Physiology of asparagus (*Asparagus Officinalis*) as related to the production of the crop. New Zealand Journal of Experimental Agriculture (N. Z.). 12:251-260
- SABOTA, C.M.; DOWNES, J.D. 1981. Onion growth and yield in relation to transplant pruning. HortScience 16(4):533-535.