INVESTIGACIÓN

ELONGACIÓN Y RAMIFICACIÓN DE TURIONES DE ESPÁRRAGO DURANTE UNA COSECHA PRIMAVERAL[1]

Elongation and branching of asparagus spears during a spring harvest

Christian Krarup H.[2] y Samuel Contreras E.[2]

ABSTRACT

Daily and total elongation of spears, plus elongation rates and the number of days to reach maximum height of spears previous to branching were measured on a five-year-old asparagus (*Asparagus officinalis* L.) plantation of cultivars Atlas, Ciprés, Gijnlim, Jersey Giant, JWC-1, UC-157 and UC-157 F_2. The measurements were carried out on six opportunities, every other week, from spear emergence until maximum spear height before branching (5 mm of branch above budscale). Maximum elongation until the day of branching, as an average of all cultivars, varied from 37 cm at the beginning of the harvest to 21 cm at the end of the harvest. Relative elongation rates varied between 0.22 y 1.07 cm cm^{-1} day^{-1}, depending on air temperature and, in some cultivars, on spear diameter. All cultivars had very similar elongation patterns that can be described by a single model. However, variations observed in maximum height before branching could have significant effects on the quality of spears and commercial yield of the cultivars.

Key words: *Asparagus officinalis* L., cultivars, temperature, model, yield, quality.

RESUMEN

En una plantación de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) de cinco años, de los cultivares Atlas, Ciprés, Gijnlim, Jersey Giant, JWC-1, UC-157 y UC-157 F_2, se determinó la elongación diaria y total hasta el momento de la ramificación de los turiones, la tasa de elongación y el número de días hasta el momento de ramificación. Las mediciones se efectuaron en seis oportunidades, separadas por dos semanas, desde la emergencia del turión hasta el día de su ramificación (rama de 5 mm sobre su bráctea). La elongación máxima hasta el día de ramificación, en promedio para todos los cultivares, varió desde 37 cm al principio de la cosecha, a 21 cm al final de ésta. Las tasas de elongación relativa observadas variaron entre 0,22 y 1,07 cm cm^{-1} d^{-1}, dependiendo de la temperatura del aire y, en algunos cultivares, del diámetro del turión. Los cultivares presentaron patrones de elongación muy similares, los que pueden ser descritos por un mismo modelo. Sin embargo, las diferencias que se observaron en la altura máxima de los turiones, previo a ramificación, podrían tener significativos efectos en la calidad de los turiones y rendimiento útil de los cultivares.

Palabras clave: *Asparagus officinalis* L., cultivares, temperatura, modelo, rendimiento, calidad.

[1]Recepción de originales: 31 de mayo de 2001.
Proyecto FONDECYT N° 1990135.
[2]Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Casilla 306, Santiago 22, Chile.
Email: ckrarup@puc.cl

INTRODUCCIÓN

El espárrago (*Asparagus officinalis* L.) es una hortaliza de relevancia en Chile por la superficie cultivada (4.183 ha) y por la exportación de productos frescos e industrializados, lo que significa retornos de divisas cercanos a US$ 15 millones al año (ODEPA, 2001). En esta especie la obtención de altos rendimientos comerciales, que aseguren la rentabilidad del cultivo, es función directa del rendimiento total y de la calidad de los turiones cosechados, ambos influenciados, entre otros factores, por el cultivar y las temperaturas durante el período de cosecha.

La adecuada selección del cultivar es un factor prioritario para el éxito de cualquier cultivo. Esto es aún más significativo en especies perennes como el espárrago, ya que su vida productiva debiera ser normalmente superior a los diez años. En la selección debe considerarse no sólo su rendimiento total, sino también la calidad de sus turiones, ya que el porcentaje de desecho puede variar significativamente entre cultivares. González (2001), en pruebas de cultivares realizadas en la VIII Región, reportó fracciones no exportables que variaron entre 15 y 50% de la producción total. En Nueva Zelanda, en una prueba de cultivares para verde, en que los turiones fueron cortados a 18 cm, el porcentaje de desecho varió entre 34 y 88% del total cosechado (Nichols y Fisher, 1999). A su vez, dentro del desecho, el mayor porcentaje medido en peso o número de turiones, suele estar dado por espárragos ramificados; esta fracción es variable según cultivar y las condiciones de producción (temperatura, altura de corte, diámetro del turión, etc.). En ensayos de cultivares para espárrago verde, con fines de exportación en fresco, realizados por el autor en Curacaví (Krarup, 1999; en publicación), el desecho fue entre 50 y 80% del total cosechado, con un porcentaje de turiones ramificados que fluctuó entre 35 y 75% del rendimiento total, dependiendo del cultivar.

Es sabido que el crecimiento de los turiones de espárrago depende de la temperatura. Existe concordancia entre diferentes autores en que las tasas de elongación diaria de los turiones aumentan entre temperaturas mínimas de 7 a 10 °C hasta máximas de 25 a 30 °C, y que dichas tasas aumentan también en la medida que el turión es más largo (Blumenfield *et al.*, 1961; Nichols y Woolley, 1985; Souther, 1987; Dean, 1999). Blumenfield *et al.* (1961) calcularon, mediante análisis de regresión, que aumentos de temperatura de 1 °C generaban aumentos de 0,57 cm en las tasas de elongación diaria, mientras que aumentos de 1 cm en la longitud del turión significaban aumentos de 0,35 cm en las mismas tasas. Krarup y Mann (1997) reportaron tasas de elongación de 5,6; 7,4; y 7,7 cm día^{-1}, en turiones de más de 10 cm, asociadas a temperaturas medias de 15,5; 16,6; y 19,8 °C, respectivamente. Además, existen algunas evidencias que distintos cultivares presentarían diferencias en sus tasas de elongación (Krarup y Mann, 1997; Wilson *et al.*, 1999) y altura de ramificación (Krarup y Mann, 1997; Nichols y Fisher, 1999).

De lo expuesto deriva la importancia de conocer los factores que determinan la elongación y ramificación de los turiones, de modo de lograr una eficiente selección del cultivar más adecuado según zona y objetivos de la producción, además de contribuir a una mejor planificación de la cosecha. Los objetivos del presente estudio fueron describir el comportamiento de elongación y ramificación de los turiones de siete cultivares de espárrago, cultivados para verde, en diferentes períodos dentro de una cosecha primaveral. Además, se relacionó dicho comportamiento con la calidad de los turiones cosechados para cada cultivar, haciendo uso de la información de rendimiento correspondiente a los cultivares en la misma temporada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó con plantas de espárrago de cinco años, cultivadas para verde según recomendaciones habituales, de los cultivares

Atlas, Ciprés, Gijnlim, Jersey Giant, JWC-1, UC-157 y UC-157 F_2, establecidas en la Estación Experimental Los Panguiles, perteneciente a la Pontificia Universidad Católica de Chile, ubicada en Curacaví (33°25' lat. Sur; 71°11' long. Oeste). Los cultivares fueron elegidos de entre 15 pertenecientes a un ensayo de variedades, por haber presentado las mejores posibilidades productivas en las condiciones locales. Las plantas de cada cultivar estaban dispuestas aleatoriamente en cuatro bloques, constituyéndose así 28 parcelas, de 4 repeticiones para cada cultivar.

Se realizaron seis períodos de medición a lo largo de la cosecha, espaciados por 14 días entre sí (base: días desde la primera medición); el primer período comenzó el 9 de septiembre de 1999 y el sexto el 18 de noviembre del mismo año. En cada parcela se eligieron, al azar, tres turiones en emergencia (menos de 5 cm), los cuales fueron marcados con elásticos de diferente color; en total se evaluaron 12 turiones de cada cultivar por período. A cada turión se le midió diariamente, entre 09:00 y 10:00 h, su altura (largo desde la superficie del suelo hasta su ápice) desde el primer día de cada período (emergencia) hasta el día de su ramificación (rama 5 mm sobre su respectiva bráctea); además, el último día junto con cortar el turión se midió su diámetro basal. No se consideraron las medidas provenientes de turiones que, ya sea por problemas físicos o patológicos, no crecieron normalmente (turiones torcidos, dañados por insectos u hongos, etc.). Para cada turión se calculó: tasa de elongación relativa (TER, cm cm^{-1} $día^{-1}$), días desde emergencia hasta alcanzar un largo mínimo de 22,5 cm para su cosecha (días a largo exportable, DLE), días desde emergencia hasta el día antes de ramificación (DAR) y su largo en dicho día (LAR). Concurrentemente, se registró la temperatura mínima y máxima de los días en que se realizaron las mediciones y se calcularon las temperaturas medias diarias.

La determinación del efecto de la temperatura y del diámetro de los turiones sobre su TER, se hizo mediante regresión lineal múltiple a los datos de cada cultivar. Los datos de TER, DLE, DAR y LAR, agrupados por bloque, cultivar y período de evaluación, fueron sometidos a análisis de varianza y a la prueba de diferencias mínimas significativas (DMS) de Fisher, $p \leq 0,05$.

Al mismo tiempo de realizar las mediciones en los turiones marcados, las parcelas constituyentes del experimento fueron sometidas a una cosecha comercial diaria por un período de 75 días. Los espárragos cosechados constituyeron el rendimiento total (kg ha^{-1}) de los cultivares, y en bodega fueron seleccionados como producto exportable (rectos, diámetro superior a 6 mm, largo 22,5 cm después de recortado, sin ramificación y sin daños físicos, según norma USDA, Grado A) y como desecho (pitillas, curvados o dañados, recortes y ramificados). Los parámetros de rendimiento y naturaleza del desecho fueron sometidos a análisis de varianza y a la prueba de diferencias mínimas significativas (DMS) de Fisher, $p \leq 0,05$. Además se correlacionó el porcentaje de turiones ramificados de cada cultivar con su respectivo LAR.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a. Elongación de los turiones

En la Figura 1 se puede apreciar que los resultados de las mediciones diarias de los turiones generan curvas de elongación con patrones bastante similares, para los distintos cultivares y para los distintos períodos medidos. Aunque existen algunas diferencias menores y puntuales, se puede establecer que los cultivares presentaron un patrón de elongación común en los distintos períodos, representado por las curvas de comportamiento promedio (Figura 1h). Las TER promedio variaron entre 0,22 y 1,07 cm cm^{-1} $día^{-1}$, registradas en el primer y cuarto período de medición respectivamente. En todos los cultivares las TER dependieron de la temperatura ($p \geq 0,05$), además, en los cultivares Atlas, Ciprés, Jersey Giant y UC-157 las TER se vieron afectadas por el diámetro de turión ($p \geq 0,05$ en Atlas, J. Giant y UC-157; $p \geq 0,10$ en Ciprés). Según el cultivar,

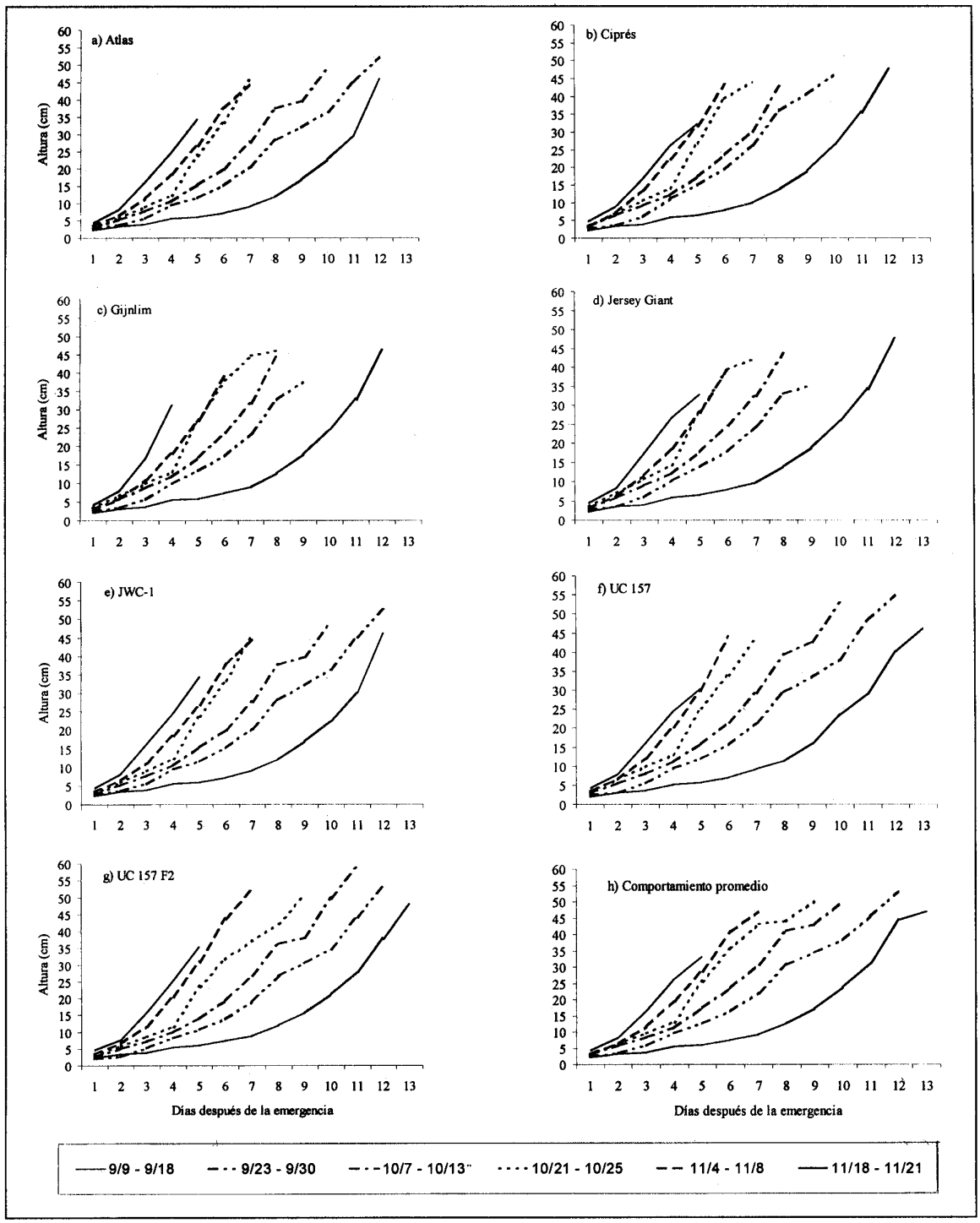

Figura 1. Curvas de elongación promedio para siete cultivares de espárrago (a-g), y curva promedio de los cultivares (h) en los seis períodos de evaluación en una cosecha primaveral.

Figure 1. Average elongation curves for seven asparagus cultivars (a-g), and average curve for all cultivars (h) in each of the six periods of evaluation during a spring harvest.

las TER observadas se ajustaron a uno de los dos modelos representados por las siguientes ecuaciones:

(1) $TER = a + b\,T$
(2) $TER = a + b\,T + c\,D$

en donde TER = tasa de crecimiento relativa (cm cm^{-1} $día^{-1}$); T = temperatura del aire (°C); D = diámetro basal del turión (mm); *a*, *b* y *c* son coeficientes estadísticos determinados por la regresión aplicada en cada caso. Los datos registrados para los cultivares Gijnlim, JWC-1 y UC-157 F_2 se ajustaron al modelo representado por la ecuación 1, mientras que los de Atlas, Ciprés, Jersey Giant y UC-157 se ajustaron al modelo representado por la ecuación 2. En el Cuadro 1 se presentan los valores de los coeficientes estadísticos del modelo y su nivel de ajuste (R^2) para cada cultivar.

En concordancia con lo reportado por otros autores (Blumenfield *et al.*, 1961; Nichols y Woolley, 1985; Souther, 1987; Dean, 1999), la temperatura a partir de la cual los turiones comenzarían su crecimiento se encontraría entre 8 y 10 °C, dependiendo del cultivar y, en algunos casos, del diámetro del turión. También se desprende que las TER aumentaron en promedio, considerando todos los cultivares, aproximadamente 0,085 cm cm^{-1} $día^{-1}$ por cada 1 °C de aumento de la temperatura, es decir, un turión de 10 cm aumentaría en 0,85 su tasa de elongación diaria (cm $día^{-1}$) al aumentar la temperatura en 1 °C, la cual sería cercana a 4,2 y 7,6 cm $día^{-1}$ a 14 y 18 °C respectivamente (considerando un turión de 15 mm de diámetro). Los efectos observados de la temperatura sobre la elongación de los turiones coinciden con los reportados por Nichols y Woolley (1985), sobre las tasa de crecimiento relativa, y por Krarup y Mann (1997) sobre las tasas de elongación diarias.

En cuanto a la influencia del diámetro de los turiones sobre sus TER, ésta fue significativa en cuatro de los cultivares estudiados, en los cuales por cada 1 mm que aumentaron en diámetro los turiones la TER disminuyó entre 0,013 y 0,016 cm cm^{-1} $día^{-1}$, dependiendo del cultivar. El porcentaje de la varianza explicada por el modelo fue entre 58,3 y 90,7%, según el cultivar, la variabilidad restante podría deberse a otros factores menos significativos como humedad relativa, cantidad de reservas, número de turiones en crecimiento por corona y variabilidad entre plantas.

Cuadro 1. Coeficientes estadísticos calculados para un modelo lineal descriptivo de las tasas de elongación relativas de turiones de siete cultivares de espárrago
Table 1. Statistical coefficients calculated for a lineal model that describes the relative elongation rates of spears of seven asparagus cultivars

Cultivar	Ecuación de regresión			R^2 (%)
	Coeficiente de regresión para:			
	Constante *a*	Temperatura *b*	Diámetro c	
Atlas	-0,50	0,079	-0,013	90,1
Ciprés	-0,52	0,085	-0,015	76,3
Gijnlim	-0,87	0,094	–	82,2
Jersey Giant	-0,60	0,091	-0,016	90,7
JWC-1	-0,65	0,078	–	58,3
UC-157	-0,53	0,081	-0,014	90,8
UC-157 F_2	-0,75	0,082	–	76,9

Al analizar las TER promedio de los cultivares en los diferentes períodos de medición, se encontraron diferencias significativas tanto entre períodos como entre cultivares; éstas últimas se pueden apreciar en el Cuadro 2.

b. Días a largo exportable (DLE) y días a ramificación (DAR)

Comportamiento promedio de los cultivares. En la Figura 2 se puede apreciar que tanto los DLE como los DAR presentaron una relación inversa con las temperaturas promedio de cada período de evaluación, con un ajuste cercano al 90% en ambos casos. Al aumentar las temperaturas promedio, los valores de DLE y DAR tendieron a hacerse similares, por lo que a temperaturas más altas debiera esperarse una mayor cantidad o proporción de turiones de desecho. De acuerdo a las rectas ajustadas a los datos de DLE y DAR, la temperatura a la cual estos valores se igualarían es 18,2 °C, por lo que a partir de ésta se esperaría que la mayor parte de la cosecha corresponda a turiones abiertos. Esto se confirma al realizar un análisis estadístico para cada período, mediante el cual se pudo determinar que los DAR fueron significativamente mayores a los DLE en los cuatro primeros períodos de evaluación, en tanto que en el quinto período no se presentaron diferencias significativas entre DLE y DAR, y en el sexto período los DAR fueron significativamente menores que los DLE. Esto último significa que al final de la cosecha la proporción de turiones abiertos sería mayor, produciéndose un aumento del desecho en desmedro de la producción de turiones exportables.

Comparación entre cultivares. Los cultivares presentaron individualmente una pauta de comportamiento similar al promedio señalado en la Figura 2. Sin embargo, como se detalla en el Cuadro 2, los cultivares presentaron DLE y DAR significativamente distintos, aunque todos los valores fueron muy cercanos al promedio general. Por ejemplo, los cultivares UC-157 F_2 y Atlas tuvieron DLE mayores que Ciprés y Jersey Giant. Esto, junto a la existencia de diferencias en las TER promedio de los cultivares (Cuadro 2), ratifica lo observado por otros autores (Krarup y Mann, 1997; Wilson *et al.*, 1999) en cuanto a que no todos los cultivares presentan las mismas tasas de elongación. También se han reportado diferencias en la altura de ramificación

Cuadro 2. Tasa de elongación relativa (TER), días a largo exportable (DLE), días antes de ramificar (DAR) y largo antes de ramificar (LAR) de los turiones de siete cultivares de espárrago. Valores promedio de seis periodos de evaluación durante una cosecha primaveral

Table 2. Relative elongation rates (TER), days to exportable length (DLE), days before branching (DAR) and length before branching (LAR) of spears of seven asparagus cultivars. Average values of six evaluation periods during a spring harvest

Cultivar	TER ($cm\ cm^{-1}\ día^{-1}$)	DLE (días)	DAR (días)	LAR (cm)
Atlas	0,53 d	5,70 ab	6,65 ab	34,9 a
Ciprés	0,60 ab	5,32 cd	5,78 d	31,2 b
Gijnlim	0,61 a	5,46 bcd	5,63 d	28,9 b
Jersey Giant	0,60 ab	5,28 d	5,51 d	28,9 b
JWC-1	0,59 abc	5,49 abcd	6,06 c	30,9 b
UC-157	0,54 cd	5,58 abc	6,56 b	34,7 a
UC-157 F_2	0,55 bcd	5,74 a	6,86 a	34,9 a

Valores seguidos por una misma letra en cada columna no presentan diferencias significativas según prueba de DMS de Fisher ($p \leq 0,05$).

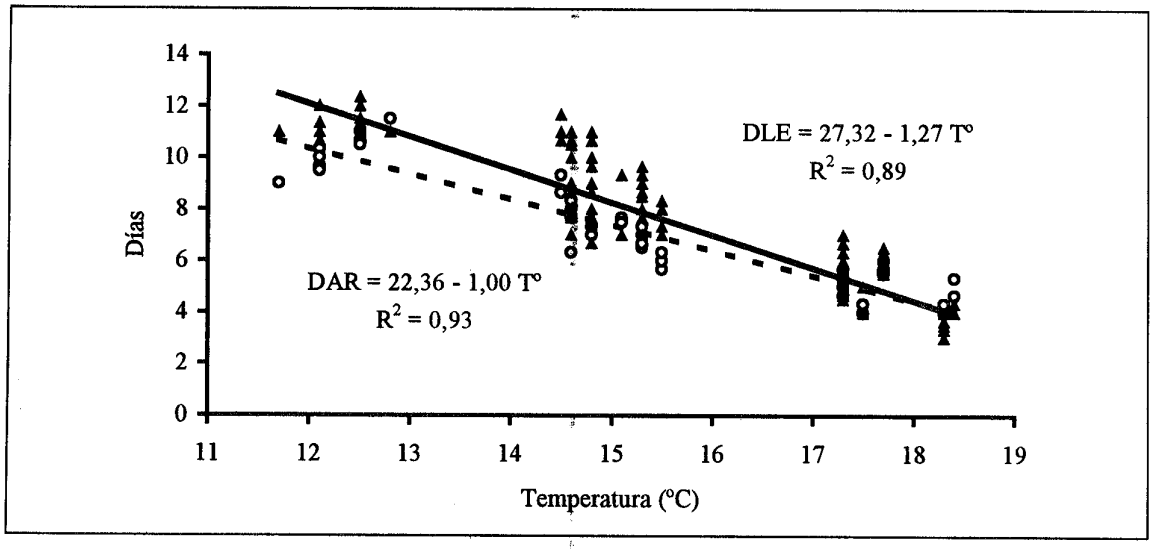

Figura 2. Relación entre días a largo exportable (DLE) (▲, recta en línea continua), y días antes de ramificar (DAR) (O, recta en línea punteada) con las temperaturas promedio de los períodos de evaluación.
Figure 2. Relationship between days to exportable length (DLE) (▲, solid line), and days before branching (DAR) (O, broken line) with average temperatures of the evaluation periods.

(Krarup y Mann, 1997; Nichols y Fisher, 1999), aspecto muy ligado a la variable DAR medida en este experimento, en la que también se encontraron diferencias entre los cultivares. UC-157 F_2, Atlas y UC-157 presentaron valores promedio significativamente mayores que el resto de los cultivares, lo que significa que ramifican casi un día después que Ciprés, Gijnlim y Jersey Giant.

c. Largo de los turiones un día antes de su ramificación (LAR)

Comportamiento promedio de los cultivares. El LAR puede llegar a constituirse en una limitación para la obtención de turiones exportables, que requieren ser de 22,5 cm, ya que en caso contrario se debe cambiar el destino, obteniendo retornos económicos menores. Como se puede apreciar en la Figura 3, el comportamiento de esta variable a lo largo de la cosecha fue similar al de DLE y DAR, mostrando la misma tendencia de disminución con el aumento de la temperatura. Sin embargo, el mayor LAR no se presentó en el primer período como sería esperable, ya que fue el de menor temperatura promedio, sino en el segundo. Algunas hipótesis para explicar esto, serían un menor efecto térmico sobre la ramificación, una eventual restricción al transporte de reservas desde las raíces por temperaturas bajo un mínimo crítico en el suelo, un crecimiento simultáneo de varios turiones al inicio de la brotación y otros no estudiados. Sin embargo, la magnitud de la diferencia entre el primer y segundo período, aunque significativa, fue inferior a 10%. El máximo de altura promedio de 37,0 cm calculado en el segundo período fue seguido de valores decrecientes hacia el final de la temporada, hasta que en el sexto período se llegó al mínimo de 21,5 cm, valor un cm bajo lo requerido para la exportación de turiones frescos, pero aún suficiente, por ejemplo, para producto congelado. Esto obligaría a considerar este destino para la producción obtenida a finales de temporada.

Comparación entre cultivares. En el Cuadro 2 se presentan los valores de LAR determinados y se señalan las diferencias existentes entre cultivares, lo que permitió distinguir dos grupos: Atlas, UC-157 y UC-157 F_2, con valores cercanos a 35 cm, y Ciprés, Gijnlim, Jersey Giant y JWC-

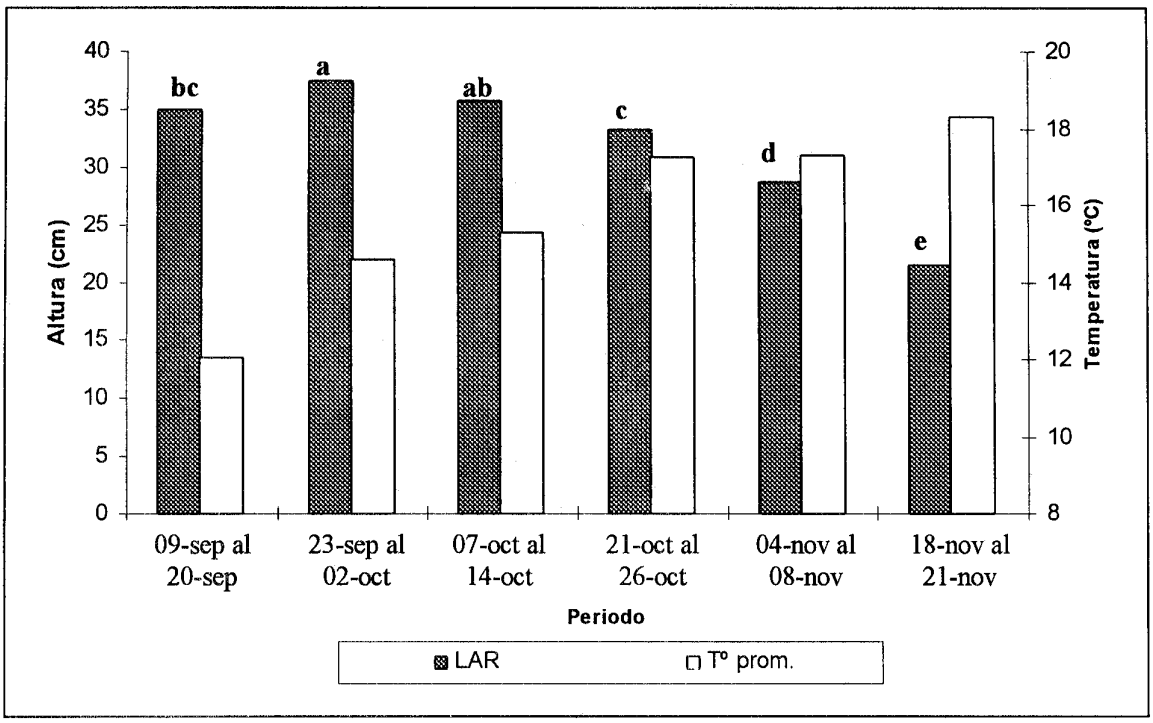

Figura 3. Largo de turiones el día antes de su ramificación (LAR). Valores promedios de siete cultivares en los seis períodos de evaluación primaveral y valores de temperaturas medias de cada período. Comparación de LAR según Prueba DMS de Fisher ($p \leq 0,05$).

Figure 3. Spear length the day before branching (LAR). Average values of seven cultivars in the six periods during a spring harvest and values of median temperature in each period. LAR comparison according to Fisher LSD Test ($p \leq 0.05$).

1, con valores promedio entre 28,9 y 31,2 cm, que son significativamente menores al grupo anterior. Estas diferencias en largo a ramificación entre genotipos han sido reportadas para otros cultivares por otros autores (Nichols y Fisher, 1999), incluso en Chile (Krarup y Mann, 1997). La magnitud de las diferencias, casi 4 cm, es de gran significación práctica, y llama la atención el hecho que todos los integrantes del primer grupo correspondan a cultivares obtenidos en California, EE.UU., zona de latitud más o menos baja (35°), mientras que los del segundo grupo se han obtenido en latitudes más altas, superiores a 42° (España, Holanda, Nueva Jersey, EE.UU., y Nueva Zelanda). Esto hace necesario considerar la evaluación prioritaria para aquellos cultivares desarrollados en latitudes similares a la zona en que se pretende introducirlos.

d. Relación entre rendimientos y calidad de la cosecha con LAR

En el Cuadro 3 se presentan los rendimientos totales y exportables de los cultivares, además de una clasificación de los desechos obtenidos para cada uno de ellos durante 75 días de cosecha. Se observa que los cultivares de mayor rendimiento total, como Jersey Giant y Gijnlim, no necesariamente tienen mayor rendimiento exportable, en lo que son superados por UC-157, Atlas y JWC 1, lo cual deriva de las marcadas diferencias en la cantidad de desecho. En general, dentro del desecho, los turiones muy delgados (pitillas), los dañados y los recortes representan entre 8,2 (Jersey Giant) y 16,8% (Atlas) del total cosechado, y la sumatoria de estas fracciones tendió a ser más alta en los cultivares que pre-

Cuadro 3. Rendimiento total y exportable, categorías de desecho y largo antes de ramificar (LAR) en siete cultivares de espárrago durante su cuarta temporada de cosecha en Curacaví (primavera 1999)

Table 3. Total and exportable yield, classes of culls and length before branching (LAR) in seven asparagus cultivars during the fourth harvest season in Curacaví (Spring 1999)

Cultivar	Rendimiento, t ha^{-1}		Desecho (% del rendimiento total)				LAR cm
	Total	Exportable	Pitillas	Dañados	Recortes	Ramificados	
Atlas	13,7	5,9	0,2	8,1	8,5	40,3 de	34,9 a
Ciprés	14,6	5,2	0,3	5,4	8,3	50,7 bc	31,2 b
Gijnlim	15,5	5,3	0,2	1,4	7,5	56,8 b	28,9 b
Jersey Giant	18,0	4,6	0,0	2,2	6,0	66,2 a	28,9 b
JWC 1	14,3	5,6	0,4	3,8	9,1	47,8 cd	30,9 b
UC-157	15,0	7,1	0,1	5,1	10,8	36,9 e	34,7 a
UC-157 F2	10,6	4,4	0,2	3,9	8,8	45,3 cde	34,9 a

Valores de una misma columna seguidos por una misma letra no presentan diferencias significativas según Prueba de DMS de Fisher ($p \leq 0,05$). Valores de una misma columna que no presentan letras no difieren entre sí ($p \leq 0,05$).

sentan un menor porcentaje de turiones ramificados, lo cual se debería a su mayor cantidad de recortes (colas).

Los cultivares con que se trabajó en este estudio fueron elegidos entre 15 de un ensayo de cultivares realizado en Curacaví, por ser los de mayor rendimiento. Esto podría explicar por que no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sus rendimientos, sin embargo, sí fueron diferentes sus porcentajes de turiones ramificados, los cuales corresponden a la fracción más importante del desecho, y la principal determinante del rendimiento útil exportable, ya que varían ampliamente, desde 36,9% en UC-157 hasta 66,2% en Jersey Giant.

En el mismo Cuadro 3 se observa que esta última fracción se asocia de manera estrecha con el LAR de los cultivares, relación que fue estadísticamente significativa, presentando un coeficiente de correlación de –0,78. Por ejemplo, Jersey Giant y Gijnlim, a pesar de presentar los mayores rendimientos totales, exhibieron los mayores porcentajes de turiones ramificados asociados a valores bajos de LAR y, como consecuencia, los mismos cultivares presentaron rendimientos exportables inferiores a otros. Inversamente, el cultivar UC-157 presentó el mayor rendimiento exportable, resultado de un alto rendimiento total y un bajo porcentaje de turiones ramificados, asociado a un alto valor de LAR. En períodos de cosecha primaveral prolongados o en zonas calurosas el LAR se transforma en una variable de gran interés para determinar los rendimientos útiles potenciales; mientras más alto sea este valor, sobre 22,5 cm, debiera esperarse un mejor rendimiento y mayor calidad del producto.

CONCLUSIONES

Los diferentes cultivares mostraron un patrón de elongación muy parecido entre ellos y sus TER estuvieron determinadas en forma similar por la temperatura del aire y, en algunos casos, por el diámetro de los turiones. Tanto los días a ramificación como la altura de ramificación de los turiones variaron entre cultivares y entre las temperaturas medias en que crecieron los turiones; además, el LAR mostró estar relacionado en forma negativa con el porcentaje de turiones abiertos de cada cultivar. Con esto se explicaría, en parte, diferencias de rendimiento comercial entre

cultivares y entre zonas de producción. Para fines prácticos, en una zona dada, la elongación y sobre todo la ramificación, son variables prioritarias para una evaluación rápida y certera del potencial productivo de un cultivar, debiendo considerarse las condiciones térmicas del lugar en que se quiere producir y el objetivo de la producción, esto último referido al largo mínimo del turión para su comercialización.

LITERATURA CITADA

Blumenfield, D.K., K.W. Meinken, and S.B. Le Compte. 1961. A field study of asparagus growth. Proc. Am. Soc. Hortic. Sci. 77:386-392.

Dean, B.B. 1999. The effect of temperature on asparagus spear growth and correlation of heat units accumulated in the field with spear yield. *In* Benson B. (ed.). Proc. 9th Int. Asparagus Symp. Acta Hortic. 479:289-295.

González, M. 2001. Espárrago verde. Variedad, distancias y profundidad de plantación. Tierra Adentro 39:27-29.

Krarup, A., y D. Mann. 1997. Elongación diaria y altura de apertura de la cabeza de los turiones de veintiocho genotipos de espárrago. Agro Sur 25:16-23.

Krarup, C. 1999. 2° Ensayo internacional de cultivares de espárrago: resultados de tres cosechas en Curacaví, R.M., Chile. p. 727. *In* I. Salazar (ed). Resúmenes 50° Congreso de la Sociedad Agronómica de Chile, 8-12 de noviembre, 1999. Pucón, Chile.

Nichols, M.A. and D.J. Woolley. 1985. Growth studies with asparagus. p. 287-297. *In* Lougheed E. and Tiessen H. (eds.). Proceedings 6th International Asparagus Symposium. August 5-9, 1985. University of Guelph, Ontario, Canada.

Nichols, M.A., and K.J. Fisher. 1999. Improving the efficiency of cultivar evaluation of green asparagus. *In* Benson B. (ed.). Proc. 9th Int. Asparagus Symp. Acta Hortic. 479:157-161.

ODEPA. 2001. Estadísticas de la agricultura chilena. Comercio exterior silvoagropecuario. Disponible en: http://www.odepa.gob.cl/base-datos/comercio-exterior. Conectado el 12 de noviembre de 2001.

Souther, F. 1987. El factor climático y su influencia sobre la productividad del espárrago. p. 1-13. *In* Fundación Chile (ed). Curso: Tecnología de producción de espárrago. 10 y 11 de agosto, 1987. Departamento Agroindustrial, Fundación Chile, Santiago, Chile.

Wilson, D.R., C.G. Cloughley, and S.M. Sinton. 1999. Model of the influence of temperature on the elongation rate of asparagus spears. *In* Benson B. (ed.). Proc. 9th Int. Asparagus Symp. Acta Hortic. 479: 297-304.