



Artículo

Alternativas para enfrentar las actuales exigencias del mercado de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) verde en Argentina.

1. Empleo de híbridos

Alternatives to face the present market demand for green asparagus (*Asparagus officinalis* L.) in Argentina. 1. Use of hybrids

Ana M. **Castagnino**^{1,2*}, Karina **Díaz**^{1,2}, Agostino **Falavigna**³, Luciana **Laboratto**¹,
Javier **Marina**^{1,2}, Andrea **Guisolis**^{1,2}

¹Cátedra de Horticultura, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA). Avenida República de Italia, N° 780, C. P. 7300, Azul, Argentina.

²Centro Regional de Estudio Sistémico de Cadenas Agroalimentarias (CRESCA), Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA). Avenida República de Italia, N° 780, C. P. 7300, Azul, Argentina.

³Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura-Unità di Ricerca per l'Orticoltura (CRA-ORL). Montanaso Lombardo, Lodi, Italia.

*Autora para correspondencia: amc@faa.unicen.edu.ar

Aceptado 12-October-2012

Resumen

A fin de determinar la productividad de híbridos de espárrago verde: 7 de origen italiano y un testigo americano (UC-157), en su segunda cosecha, se realizó un ensayo el 22/11/2006, con dos tamaños de plantines (PG y PP). Se determinó: producción fresca total (PFT) y por cosecha (PFTC), producción comercial (PFN) y por cosecha (PFNC), número de turiones totales (NTT), comerciales (NT), comerciales por cosecha (NTC) y por planta (NTP), peso promedio por turión (PPT) y

distribución de calibres. Para todas las variables se destacó PG. En promedio, PFT fue de 13.287 kg/ha, PFN: 5.791 kg/ha, mientras que NT: 452.479 turiones/ha, lográndose una productividad por planta de 558 g totales y 243 g netos, y NTP de 19 turiones/planta. El PPT fue 12,95 g. Respecto de los híbridos, en PFT se destacó UC-157, seguido de Zeno, Eros, Ercole y H668 kg/ha ($p < 0,05$); mientras que en PFNC: UC-157 286,1; seguido por Giove 231,4; Zeno 230,7; Ercole 227,9 y Eros 224,3 kg/cosecha ($p < 0,05$). En NT, UC-157 produjo 186.646 turiones/ha comerciales más, respecto al promedio obtenido del conjunto de genotipos italianos, siendo el que menos turiones produjo Giove: 361.179 turiones/ha. En NTC, se destacó UC-157, seguido por Zeno y Ercole ($p < 0,05$). Logró mayor PPT Giove (16,7), seguido de Eros (13,1) y H668 (12,8 g/turión). En calibres el 43 % correspondió a L. Los genotipos italianos presentaron turiones de mayores calibres y menor defecto de espigado.

Palabras claves: calibre de turiones, tamaño de plantín, productividad, híbridos italianos de espárrago, UC-157.

Abstract

In order to determine productivity of green asparagus hybrids, with 7 hybrids of Italian origin and one American control (UC-157) in their second harvest, a trial was carried out on 22/11/2006 with two sizes of seedlings (PG and PP). Total fresh production (PFT) and total fresh production per harvest (PFTC), commercial production (PFN) and commercial production per harvest (PFNC), total number of turions (NTT), total number of commercial turions (NT), commercial per harvest (NTC) and per plant (NTP), average weight per turion (PPT) and distribution of calibers were determined. PG stood out among all the variables. On average, PFT was 13,287 kg/ha, PFN: 5,791 kg/ha, whereas, NT: 452,479 turions/ha and productivity per plant of 558 total grams and 243 net grams, and NTP of 19 turions/plant. PPT was 12.95 g. Concerning hybrids, in PFT, UC-157 stood out followed by Zeno, Eros, Ercole and H668 kg/ha ($p < 0,05$); whereas in PFNC: UC-157 286.1 was followed by Giove 231.4; Zeno 230.7; Ercole 227.9 and Eros 224.3 kg/harvest ($p < 0,05$). In NT, UC-157 produced 186,646 more commercial turions/ha with respect to the arithmetic mean of all Italian genotypes and the lowest production was obtained with Giove: 361,179 turions/ha. In NTC, UC-157 stood out followed by Zeno and Ercole ($p < 0,05$). Giove (16.7) had a greater PPT, followed by Eros (13.1) and H668 (12.8 g/turion). In calibers, 43 % corresponded to L. The Italian genotypes showed turions of greater calibers and lower seeding defect.

Key words: calibers of turions, Italian asparagus hybrids, productivity, size of seedling, UC-157.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el espárrago verde fue la especie que experimentó el mayor crecimiento en producción (en porcentaje anual) para el período 2000 - 2005 (7,8 %), seguida de espinaca (6,5 %), ajo (5,5 %), hongos comestibles (5,2 %) y lechuga (4,1 %) (Ferratto y Mondino, 2008; Ferratto *et al.*, 2010).

La superficie mundial destinada al cultivo del espárrago es bastante reducida, ocupando una superficie aproximada a las 250.000 hectáreas, con rendimientos promedios útiles calculados en 3 a 4 toneladas por hectárea (Laemers, 2008). Esto resulta en una oferta bastante restringida de un producto de gran aceptación por el público consumidor, lo que se traduce en que el espárrago sea considerado un producto de lujo, de alto precio, en los

mercados internacionales. (Krarup-H. y Krarup-H., 2002). En Argentina, tradicionalmente se han cultivado entre 2.000 y 4.000 ha (Castagnino, 2004; Castagnino *et al.*, 2006a), existiendo en la actualidad, de acuerdo a Liverotti (2010), aproximadamente 700 hectáreas en producción.

Luego de un análisis de la evolución comercial de esta hortaliza en nuestro país durante las dos últimas décadas, Sastre-Vázquez *et al.* (2010) concluyeron que el volumen total comercializado fue de 20.300 t y el promedio general anual, 1.015 t. El espárrago se comercializa en Argentina todo el año, aunque durante el período comprendido entre los meses de septiembre y diciembre se observa un aumento en las ventas, en consonancia con el momento de cosecha de dicha hortaliza; especialmente durante el mes de octubre, existiendo actualmente la posibilidad de incrementar el consumo en el país.

El espárrago (*Asparagus officinalis* L.) es originario de la región oriental del Mediterráneo y Asia Menor y crece en climas templados y subtropicales, siendo la única especie de su género cultivada como hortaliza (Ornstrup, 1997). Es una planta dioica, es decir, hay plantas con flores masculinas y plantas con flores femeninas (del Pozo-L., 1999). Se caracteriza por ser una especie monocotiledónea perenne cultivada para la producción de turiones o tallos tiernos (Castagnino, 2009) que pertenece a la familia Liliaceae.

La planta del espárrago la constituyen una parte subterránea, compuesta por un rizoma y el sistema radical, que en conjunto forman lo que se denomina corona y una parte aérea compuesta de tallos erectos y hojas modificadas, que constituyen el helecho; sobre éste se desarrollan las flores y los frutos. El rizoma es un tallo modificado que actúa como unión entre el sistema radical y la parte aérea de la planta. En el rizoma se forman, además, grupos de yemas vegetativas, ubicadas en el ápice de crecimiento, de donde se desarrollan

los turiones o espárragos (del Pozo-L., 1999). Benages-Sanahuja (1990) señala que la parte aérea, denominada helecho, cumple la función de convertir sustancias químicas en materia orgánica para poder, de esta forma, elaborar las reservas necesarias que durante el siguiente año, posibilitarán, la producción de turiones. Las flores son de color blanco-verdoso, con forma de campana, de 5-8 mm las femeninas y 3-5 mm las masculinas. La polinización es entomófila o a través de insectos (del Pozo-L., 1999). El fruto es una baya de 8 mm de diámetro color rojo con tres lóculos. Cada uno de los cuales contiene de 1 a 2 semillas redondeadas color negras, de 3-4 mm. Entre 18-20 g es el peso de mil semillas y el número de semillas por kilogramo es de 50-60 mil semillas, de acuerdo a la descripción de Fehér (1992).

La duración económica del cultivo varía de 10 a 12 años (Castagnino, 2004) y llega al máximo de producción a los 4 ó 5 años, dependiendo del tamaño de las coronas al momento de la plantación (Ellison, 1986; Asprelli *et al.*, 2005). La extensión de la vida total de la plantación depende de la densidad de cultivo utilizada (Castagnino *et al.*, 2006b), entre otros aspectos. El ciclo vital de las plantas de espárrago verde puede ser subdividido en las siguientes fases: 1) crecimiento temprano (primeros dos años), caracterizado por un fuerte desarrollo vegetativo; 2) productividad creciente (3° - 4° año), que corresponde a los dos primeros años de cosecha; 3) productividad estable (4° - 12° año) y 4) productividad decreciente (12° - 20° año) (Falavigna, 2004; 2006).

El tamaño de las yemas está positivamente correlacionado con el tamaño de los turiones (Nichols y Woolley, 1985). La dimensión de los brotes que la planta puede producir estaría gobernada por procesos genéticamente determinados, aunque sería afectada por el tipo de manejo y el nivel de reservas (Blasberg, 1932). El rendimiento de los cultivos y la calidad de sus productos están

determinados por un componente genético y un componente ambiental (Holliday, 1960). El componente genético está dado por el cultivar utilizado (González-A, 2001). El componente ambiental está dado por numerosos factores, entre ellos, la población o número de plantas por unidad de superficie de cultivo (Holliday, 1960; Kaufmann y Orth, 1990).

Este cultivo es una especie perenne cuyo potencial productivo y calidad dependen de la interacción del genotipo con el ambiente y del manejo recibido, por lo que es importante determinar el comportamiento de cada híbrido a las distintas condiciones de cultivo a fin de efectuar una adecuada elección del mismo y contribuir a la optimización del rendimiento logrado, tanto en número de turiones como en distribución de calibres. La insuficiente adaptabilidad al ambiente es una de las causas que determinan el precoz envejecimiento de las plantas con consecuencias negativas en términos de producción, calidad y duración económica del cultivo (Falavigna, 1995), por lo que el conocimiento de la adaptación de un genotipo al ambiente es un aspecto de vital importancia.

Cointry *et al.* (1996) y Gatti *et al.* (2000) coinciden en afirmar que el número de turiones y el peso medio de los mismos son factores esenciales en el mejoramiento del espárrago, puesto que son variables determinantes en cuanto al rendimiento productivo.

En este tipo de cultivos se pueden mejorar dos aspectos importantes: la productividad, optimizando el sistema cultural y aumentando así la producción hasta 10 t/ha; y la fase comercial, mediante el mejoramiento en la calidad de los turiones con el objetivo de motivar la preferencia de los consumidores. A partir de conseguir el aumento en la productividad, se logra mejorar la calidad de los turiones y también reducir el costo individual para este producto (Falavigna, 2006).

Los productores argentinos de espárrago, tradicionalmente han cultivado el

híbrido heterocigota americano UC-157 (Santos, 2011). Como en otras especies hortícolas, en el espárrago hay disponibles siempre nuevos híbridos, los cuales, antes de ser utilizados en gran escala, deben ser evaluados en las condiciones pedoclimáticas en donde se pretende introducir el cultivo. Actualmente, existen en el mercado híbridos con reducida, e inclusive, ausente variabilidad genética (por lo tanto, también fenotípica) de las plantas. Un híbrido de estas características presenta la ventaja de brindar un producto homogéneo, si bien el ambiente de cultivo puede modificar la expresión de algunos caracteres. Además, los híbridos enteramente constituidos por plantas masculinas, en línea general, son preferibles por ser más productivos y resistentes a enfermedades, respecto de las plantas femeninas (Falavigna, 2006).

Muchas experiencias han demostrado que producir fuera de la estación, trae aparejado numerosos problemas económicos y daños fisiológicos a las plantas (Falavigna y Casali, 1997). La cosecha en contraestación que se produce en nuestro país respecto al hemisferio norte, debería ser vista como una posibilidad estratégica de comercialización de este producto a países de dicho hemisferio.

Las posibilidades de colocación de esta hortaliza en mercados externos están condicionadas a la calidad y homogeneidad del producto, que debe ser excelente y constante en años. Esta es la única vía para competir eficientemente (Castagnino, 2004).

Es importante emplear híbridos cuyos calibres predominantes se correspondan con los requeridos por el mercado al cual se destinarán puesto que, el tamaño de los mismos obedece al calibre de la yema y al de la corona que les da origen. En Europa, los consumidores prefieren turiones de mayor calibre mientras que en Estados Unidos, exigen turiones de menor diámetro (entre 7 y 17 mm). Debido a esto, la introducción de nuevas plantaciones de espárrago en el país, como así también la renovación de plantaciones al límite de su vida

útil, debería contemplar la introducción de genotipos mejor adaptados a las condiciones agroclimáticas de la zona de producción y cuyas características se correspondan con el mercado de destino.

El empleo de diferentes estrategias aplicadas a los distintos eslabones de la cadena espárrago como forma de contribuir a la optimización del posicionamiento de la misma en el mercado, es fundamental. En tal sentido, se realizó el presente trabajo con el objetivo de, en el eslabón productivo, evaluar el impacto sobre la productividad total y neta de distintos híbridos en su segundo año de cosecha correspondiente a la etapa de productividad creciente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la evaluación de la productividad de distintos híbridos se realizó un ensayo en la Chacra Experimental perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), ubicada en la Ruta Nacional N° 3, km 305 (36° 48' Latitud Sur y 59° 51' Longitud Occidental), en el partido de Azul (Provincia de Buenos Aires).

En el ensayo se utilizaron 7 híbridos de origen italiano y un testigo (el híbrido UC-157 de origen americano) y 2 tamaños de plantines para cada híbrido, PG: plantín grande de 100 cm³ y PP: plantín pequeño de 70 cm³. Los híbridos italianos en estudio fueron: Italo, Zeno, Eros, Ercole, H668, Marte y Giove; que se caracterizan por poseer el 100 % de plantas masculinas y elevada calidad por la forma, calibre y uniformidad, entre otras (CRA-ISO, 2007). La variedad californiana UC-157 F1 (1975) se caracteriza por tener un alto nivel de rendimiento y calidad, considerándose patrón de comparación en gran parte de los estudios. El turión es verde, de cabeza apretada, de diámetro intermedio y con un peso promedio de 25 g (Farías-Orellana, 2002).

El ensayo comenzó el 22 de noviembre de 2006 con la plantación de los híbridos de espárrago sobre un suelo argiudol típico, utilizando plantines con cepellón de 100 días producidos en 'speedling' de 100 cm³ de celda, que anteriormente habían sido sembrados en invernadero sobre un sustrato conformado por la mezcla de turba, vermiculita y perlita. Luego, se realizaron las tareas culturales necesarias para que la hortaliza se mantuviera libre de malezas y de plagas durante el ensayo. Para ello, se efectuaron remociones superficiales con un motocultivador en entrefila y manuales en las hileras, con una frecuencia semanal. La profundidad de la plantación fue de 0,25 m y el marco utilizado de 1,4 m entre hileras y 0,3 m entre plantas.

La superficie cultivada fue de 1.526 m², dividida a su vez, en 12 surcos de 7 m de largo, cada uno. La disposición de la cosecha fue en bloques al azar, con cuatro repeticiones.

El período de evaluación comprendió la cosecha de los mismos, iniciada el 18 de septiembre de 2009 y culminó el 16 de noviembre del mismo año, con una frecuencia de cosecha de día por medio. Este periodo correspondió al segundo año de cosecha correspondiente a la etapa de productividad creciente o segunda temporada de evaluación.

Los espárragos pueden ser verdes, blancos o violetas según el sistema de cultivo utilizado. Son verdes o violetas cuando son cosechados sobre la superficie del terreno, mientras que son parcial o completamente blancos cuando son cortados a pocos centímetros o completamente por bajo la superficie del terreno. La elección del sistema de cultivo a utilizar depende fundamentalmente del tipo de terreno y de las posibilidades comerciales (Castagnino, 2009). En este trabajo se evaluaron espárragos verdes.

La cosecha se efectuó manualmente, cosechando los turiones a 23-24 cm de altura, durante los 2 meses que duró la misma. Los espárragos obtenidos de cada surco fueron sometidos a un mínimo procesado en el

laboratorio de la Facultad. La secuencia utilizada fue: lavado, determinación de peso bruto total, corte a 22 cm, selección por calidad, determinación de peso neto comercial y calibrado acorde al Protocolo de Calidad para Espárrago Fresco de Argentina (SAGPyA, 2007).

Las variables estudiadas para la evaluación de los distintos híbridos fueron: producción fresca total (PFT, kg/ha) y por cosecha (PFTC, kg/cosecha), producción comercial (PFN, kg/ha) y por cosecha (PFNC, kg/cosecha), número de turiones totales producidos (NTT, turiones/ha), totales comerciales producidos (NT, turiones/ha), comerciales por cosecha (NTC, turiones/ha) y por planta (NTP, turiones/planta), y también peso promedio por turión (PPT, g/turión). Los resultados se comparan con la primera temporada del cultivo.

Se midió el calibre de cada espárrago con el objetivo de determinar la distribución de los mismos y de allí poder comparar los resultados con los indicados por el protocolo de calidad argentino mencionado, agrupados en categorías, según las posibilidades de mercados de destino: grandes para la exportación (Jumbo, Extra Large y Large), medianos (Medium) y pequeños para el mercado interno (Small y Asparagina).

Los turiones considerados de calidad comercial: verdes en al menos el 80 % de su largo, turgentes, bien formados y sanos (Castagnino *et al.*, 2006b).

Para evaluar los resultados obtenidos, se efectuó análisis de la varianza (ANOVA) y prueba de Mínima Diferencia Significativa (LSD, 'Least Significant Difference' por sus siglas en inglés) con significancia $p > 0,05$. El software estadístico utilizado fue Statgraphic® Plus, versión 5.1 (Statistical Graphics Corporation, Warrenton, VA, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de la productividad de los híbridos de espárrago verde

La productividad promedio lograda, en la segunda temporada de evaluación, de una plantación de 8 híbridos de espárrago verde iniciada con tamaño grande de plantín, se aprecia en el Cuadro 1, y fue: en PFT 13.287 kg/ha, en PFN de 5.791 kg/ha, mientras que en NT de 452.479 turiones/ha, lográndose una productividad por planta de 558 g totales y 243 g netos, y en NTP de 19 turiones/planta. El PPT de la presente temporada de evaluación fue 12,95 g.

El peso fresco total promedio (PFT) cosechado de 13.287 kg/ha, fue 56,42 % superior al PFN, posiblemente debido a la frecuencia de cosecha utilizada de día por medio, por lo que sería conveniente cosechar a diario a fin de evitar el descarte por espigado que es la mayor causa de pérdida de este cultivo, propiciando que el recorte de las bases sea mínimo. El híbrido UC-157, seguido del grupo Zeno, Eros y Ercole, presentaron mejor comportamiento productivo al momento de evaluar el PFT obtenido. Entre los mencionados cultivares de origen italiano no se hallaron diferencias significativas ($p > 0,05$). Los híbridos Giove (12.788 kg/ha), Marte (11.903 kg/ha) e Italo (11.341 kg/ha) conformaron el grupo en el que menor PFT se obtuvo ($p > 0,05$).

Analizando el peso fresco neto por cosecha (PFNC), el híbrido que se destacó en primer término fue el UC-157 (286,1 kg/cosecha) ($p < 0,05$), seguido por el grupo Giove 231,4; Zeno 230,7; Ercole 227,9 y Eros 224,3 kg/cosecha, cuyos resultados no mostraron diferencias significativas entre sí ($p > 0,05$), y finalmente el grupo conformado por H668, Italo y Marte ($p > 0,05$), tal como se observa en el Cuadro 1. Estos resultados presentaron coincidencias con lo ocurrido en 2008, en la evaluación de la primera temporada

Cuadro 1.- Productividad de distintos híbridos de espárrago verde en su segunda temporada de evaluación.*

Híbrido	PFT (kg/ha)	PFTC (kg/cosecha)	PFN (kg/ha)	PFNC (kg/cosecha)	NT (turiones/ha)	NTC (turiones/ha)	PPT (g/turión)
Italo	11.341 ^b	436,2 ^b	4.810 ^b	185,0 ^b	385.715 ^c	14.835,2 ^c	12,5
Zeno	13.846 ^{ab}	532,5 ^{ab}	5.999 ^{ab}	230,7 ^{ab}	508.812 ^b	19.569,7 ^b	11,8
Eros	13.778 ^{ab}	529,9 ^{ab}	5.832 ^{ab}	224,3 ^{ab}	443.703 ^{bc}	17.065,5 ^{bc}	13,1
Ercole	13.561 ^{ab}	521,6 ^{ab}	5.927 ^{ab}	227,9 ^{ab}	483.426 ^b	18.593,3 ^b	12,3
H668	13.008 ^b	500,3 ^b	5.530 ^b	212,7 ^b	433.150 ^{bc}	16.659,6 ^{bc}	12,8
Marte	11.903 ^b	457,8 ^b	4.772 ^b	183,5 ^b	388.055 ^c	14.925,2 ^c	12,3
Giove	12.788 ^b	491,8 ^b	6.017 ^{ab}	231,4 ^{ab}	361.179 ^c	13.891,5 ^c	16,7
UC-157	16.071 ^a	618,1 ^a	7.438 ^a	286,1 ^a	615.794 ^a	23.684,4 ^a	12,1
Promedio	13.287	511,0	5.791	222,7	452.479	17.403,1	12,95

$n = 24$.

PFT: producción fresca total por hectárea. PFTC: producción fresca total por cosecha. PFN: producción comercial por hectárea. PFNC: producción comercial por cosecha. NT: número de turiones totales comerciales producidos. NTC: número de turiones comerciales por cosecha. PPT: peso promedio por turión.

* Letras en superíndices distintas en una misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

del cultivo (Castagnino *et al.*, 2009). El comportamiento de los híbridos resultó ser similar, respecto del orden decreciente de producción neta por hectárea, salvo por el híbrido Giove. El híbrido americano UC-157 fue superior, seguido de los híbridos italianos Zeno, Ercole, Eros, H668, Giove, Italo y Marte.

En base al análisis efectuado respecto a la variable número de turiones comerciales por hectárea (NT), se encontró que el híbrido UC-157 produjo 186.646 turiones comerciales más por hectárea respecto al promedio obtenido del conjunto de los híbridos italianos. En cuanto a los genotipos italianos el que menos turiones produjo fue el híbridos Giove con 361.179 turiones/ha. Evaluando el número de turiones comerciales obtenidos por cosecha (NTC), resultó ser UC-157, el híbrido que mayor

cantidad de turiones produjo ($p < 0,05$), seguido por Zeno y Ercole, que constituyeron un grupo que no presentó diferencias significativas entre sí ($p > 0,05$).

Se destacó por su mayor PPT, el híbrido Giove (16,7 g/turión), seguido de Eros (13,1 g/turión) y H668 (12,8 g/turión). Los restantes produjeron en promedio valores próximos a 12 g. Estos valores, para turiones comerciales cortados a 22 cm de largo, resultan propios de una plantación joven.

Distribución de los calibres de los híbridos de espárrago verde

En el calibre Jumbo se destacó el híbrido Giove con 12 % de su producción total de turiones (Cuadro 2). En el caso del calibre

Cuadro 2.- Distribución porcentual de calibres de ocho híbridos de espárrago verde en su segunda temporada de cosecha.

Híbrido	Calibres (%)					
	J	XL	L	M	S	A
Italo	6	28	43	18	5	0
Zeno	4	32	40	19	5	0
Eros	4	34	39	18	5	0
Ercole	2	25	51	18	3	0
H668	6	26	46	18	4	0
Marte	6	29	44	15	5	0
UC-157	5	21	45	21	7	0
Giove	12	35	34	14	5	0
Promedio	6	28	43	18	5	0

J: Jumbo. XL: Extra Large. L: Large. M: Medium. S: Small. A: Asparagina.

XL también se destacó Giove seguido de Eros y Zeno. En L el promedio general fue de 43 %, superando dicho valor los híbridos Ercole, H668, UC-157 y Marte. Al calibre M correspondió el 18 % de los turiones cosechados, superando dicho valor UC-157 y Zeno. En el caso de S el promedio fue de 5 % destacándose por sobre todos los genotipos italianos el híbrido UC-157 con 7 %, indicando la mayor predisposición del mismo a la producción de turiones de bajo calibre. En Asparagina solo hubo producción de muy pocos turiones en el caso de UC-157, lo cual indicó que la cosecha se concluyó a tiempo, no habiéndose producido sobrecosecha, con la consecuente reducción de la vida útil del cultivo.

Efecto del tamaño de plantín sobre la productividad de los híbridos en estudio

El empleo del tamaño grande de plantín permitió lograr una productividad significativamente superior ($p < 0,05$); una diferencia con respecto al tamaño de plantín pequeño (PP) de: en PFT 1.715,9 kg/ha

mientras que en PFN 766,5 kg/ha, tal como se deriva del Cuadro 3.

Estos resultados se concilian con lo expresado por Carmi y Heuer (1981), Krizek *et al.* (1985) y Ruff *et al.* (1987), quienes indicaron que como consecuencia de la alteración morfo-fisiológica de los plantines sometidos a restricción radical, ocurriría un cambio en el metabolismo de las plántulas que se traduce en una visible disminución del crecimiento y en una alteración de la morfología aérea y radical lo que habría ocasionado el menor rendimiento logrado en plantines pequeños. Carmi (1995) y Liu y Latimer (1995), indican que el ácido abscísico producido por las raíces confinadas, en la etapa de viverismo, actúa como factor retardante del crecimiento vegetativo posterior, y Richards y Rowe (1977) sostienen, que la influencia del aparato radical sobre el crecimiento de la parte aérea podría estar vinculada a una disminución en la producción de sustancias de crecimiento. Es de hacer notar que Guisolis *et al.* (2010) mencionan que en evaluaciones correspondientes a la etapa de crecimiento temprano, se comportan mejor los plantines grandes y medianos respecto de los pequeños.

Cuadro 3.- Productividad de espárrago verde a diferentes tamaños de plantines.*

Tamaño de plantín	PFT (kg/ha)	PFN (kg/ha)	NTT (turiones/ha)	NT (turiones/ha)	Descarte		PPT (g/turión)
					(kg/ha)	(turiones/ha)	
Pequeño	10.942,8 ^b	4.689,4 ^b	417.118 ^b	383.958 ^b	6.253,4	33.160	12,21
Grande	12.658,7 ^a	5.455,9 ^a	472.287 ^a	445.614 ^a	7.202,8	26.673	12,24
Promedio	11.800,7	5.072,7	444.702	414.787	6.728,1	29.916	12,23

n = 24.

PFT: producción fresca total por hectárea. PFN: producción comercial por hectárea. NTT: número de turiones totales producidos. NT: número de turiones totales comerciales. PPT: peso promedio por turión.

* Letras en superíndices distintas en una misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Respecto de los híbridos, mediante el empleo de ambos tamaños de plantines, se logró en promedio una productividad total de 11.800,8 kg/ha, mientras que neta comercial de 5.072,7 kg/ha (Cuadro 4).

Se destacaron los híbridos UC-157 y Zeno en PFN, mientras que en PFT UC-157 y Eros; siendo Italo el híbrido que menor adaptación demostró a las condiciones de cultivo a campo, en la zona centro de la Provincia de Buenos Aires, en la campaña de estudio. Dichos resultados se corresponden con los obtenidos el año anterior, en 2008 (primera temporada de evaluación), en la que en PFN se destacaron en orden de importancia, en kg/ha, de primera calidad, los híbridos UC 157 5.680, Zeno 4.740, Ercole 4.620, Eros 4.640, H668 4.500, Giove 4.160, Italo 4.080 y Marte 3.640 (Castagnino *et al.*, 2009). Por otra parte destacar que los mismos híbridos cultivados bajo cubierta, en su primera evaluación tuvieron los siguientes resultados (en kg/ha): UC-157 3.401,7; Giove 2.080,5; Eros 2.000,7; Italo 1.900,0; Zeno 1.683,3; H668 1.455,8; Ercole 1.402,0 y Marte (Castagnino *et al.*, 2009). Estos resultados estarían indicando que, al menos en los 2 primeros años de producción comercial de una nueva plantación de espárragos, el híbrido UC-157 manifiesta superior productividad respecto de los genotipos masculinos en estudio.

En número de turiones comerciales (NT) también se destacaron UC-157 y Zeno, tal como ocurrió en PFN. Lo mismo aconteció en la campaña anterior en que se destacó UC-157 con 419.460 y Zeno con 336.240 turiones/ha; éste último con inferior comportamiento comparando con el presente año. En la mencionada evaluación, en relación a la productividad en número de turiones por planta, se pudo observar que el testigo superó a los híbridos italianos con 18 turiones/planta versus los híbridos italianos que produjeron un promedio de 12 turiones/planta (Castagnino *et al.*, 2009), mientras que en la presente resultó superior con 21 turiones por planta.

Respecto del PPT (g/turión) cosechado, el mismo fue en promedio de 12,28; correspondiendo el menor valor a Zeno. Por otra parte, el descarte se debió principalmente a la frecuencia de cosecha utilizada de día por medio, tal como se mencionara con anterioridad, por el largo de los recortes basales generados y de turiones espigados, por la misma causa.

Respecto de las cosechas se destacaron en PFT la 13 con 1.342 kg/ha/cosecha, 24 con 1074 kg/ha/cosecha (ambas como grupos homogéneos distintos) y, 16 y 17 con 780 y 787 kg/ha/cosecha, respectivamente (un solo grupo); mientras en PFN la 13 con 532 kg/ha/cosecha (un grupo) y, 16 y 17 (como un solo grupo) con 463 y 440 kg/ha/cosecha (Fig. 1).

Cuadro 4.- Productividad de diferentes híbridos mediante el empleo de 2 tamaños de plantines.*

Híbrido	PFT (kg/ha)	PFN (kg/ha)	NTT (turiones/ha)	NT (turiones/ha)	Descarte		PPT (g/turión)
					(kg/ha)	(turiones/ha)	
Italo	9.251,6 ^d	3.853,2 ^d	348.418 ^d	300.560 ^d	5.398,4	47.858	12,82
Zeno	12.266,0 ^b	5.456,5 ^{ab}	489.151 ^b	464.014 ^{ab}	6.809,5	25.137	11,76
Eros	12.498,2 ^{ab}	5.172,3 ^b	422.861 ^c	400.920 ^c	7.325,9	21.941	12,90
Ercole	12.116,8 ^b	5.362,1 ^b	474.427 ^b	450.146 ^b	6.754,7	24.281	11,91
H668	12.173,2 ^b	5.138,5 ^b	419.619 ^c	399.880 ^c	7.034,7	19.739	12,85
Marte	10.862,0 ^c	4.510,5 ^c	401.604 ^c	381.680 ^c	6.351,5	19.924	11,82
UC-157	13.437,3 ^a	6.015,5 ^a	556.837 ^a	506.306 ^a	7.421,8	50.531	11,88
Promedio	11.800,7	5.072,7	444.702	414.787	6.728,1	29.916	12,28

PFT: producción fresca total por hectárea. PFN: producción comercial por hectárea. NTT: número de turiones totales producidos. NT: número de turiones totales comerciales. PPT: peso promedio por turión.

* Letras en superíndices distintas en una misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

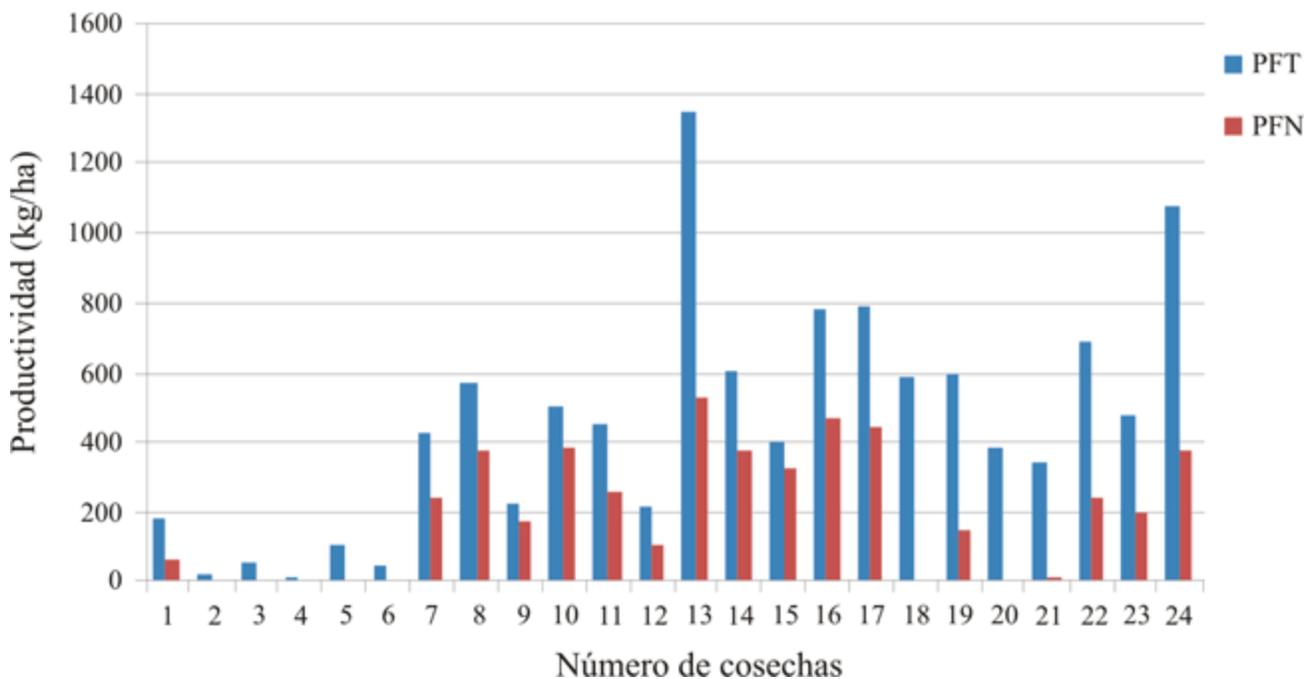


Figura 1.- Evolución de la productividad total y neta (PFT y PFN) de una plantación de espárrago verde iniciada mediante 2 tamaños de plantines en su segunda temporada de evaluación.

En cuanto a la evolución de la productividad en turiones por cosecha, totales (NTT) y comerciales (NT), destacó la cosecha

13 (Fig. 2), tal como ocurrió en PFT y PFN (Fig. 1), es decir, en la mitad de la temporada de evaluación, como era de esperarse.

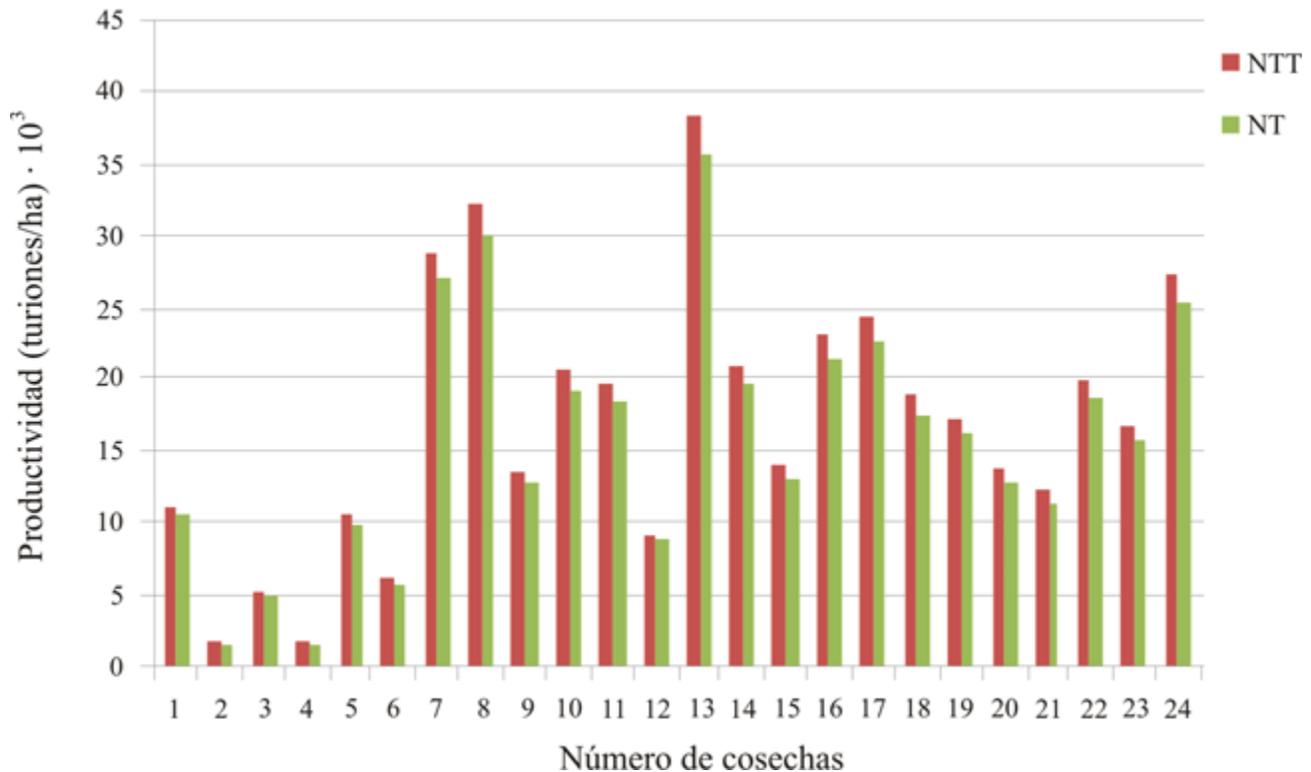


Figura 2.- Evolución de la productividad en turiones totales (NTT) y comerciales (NT) de una plantación de espárrago verde iniciada mediante 2 tamaños de plantines en su segunda temporada de evaluación.

CONCLUSIONES

- La producción comercial (PFN) promedio de espárrago verde obtenida en el segundo año productivo para los 7 híbridos italianos y la variedad californiana fue de 5.791 kg/ha.
- El híbrido UC-157, seguido del grupo Zeno, Eros y Ercole, presentaron mejor comportamiento productivo al momento de evaluar la producción fresca total (PFT) y en PFN UC-157, seguido del grupo Giove, Zeno, Ercole y Eros.
- Todos los híbridos masculinos italianos presentaron turiones de mayores calibres, como también menor defecto de espigado que el testigo heterocigota, lo que redundó en menor descarte.
- El empleo del tamaño grande de plantín permitió lograr una productividad significativamente superior con respecto al tamaño de plantín pequeño.
- La cosecha 13 se destacó en productividad total y neta (PFT y PFN) y en turiones totales (NTT) y comerciales (NT).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asprelli, Pablo Diego; López-Anido, Fernando Sebastián y Cointry, Enrique Luis. 2005. Caracteres agronómicos en el cultivo de espárrago de diferentes edades y manejos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 40(1):47-52.
- Benages-Sanahuja, Salvador. 1990. *El Espárrago*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa. 224 p.
- Blasberg, Charles H. 1932. Phases of the anatomy of *Asparagus officinalis*. *Botanical Gazette*. 94(1):206-214.
- Carmi, A. and Heuer, B. 1981. The role of roots in control of bean shoot growth. *Annals of Botany*. 48(4):519-528.
- Carmi, Avner. 1995. Growth, water transport and transpiration in root-restricted plants of bean, and their relation to abscisic acid accumulation. *Plant Science*. 107(1):69-76.
- Castagnino, A.M. 2004. Manual de la cadena agroalimentaria del espárrago. Cátedra de Horticultura. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires-Pontificia Universidad Católica Argentina.
- Castagnino, Ana M.; Sastre, Patricia; Menet, A. y Rosini, María B. 2006a. Influencia del tamaño de arañas en la producción comercial de espárrago verde. *Cultivos Tropicales*. 27(4):53-59.
- Castagnino, Ana M.; Sastre-Vasquez, Patricia y Menest, Atoine. 2006b. Comportamiento del cultivo de espárrago verde a diferentes densidades iniciado mediante el sistema tradicional de arañas. *Agronomía Tropical*. 56(1):111-127.
- Castagnino, Ana María. 2009. Manual de cultivos hortícolas innovadores. Buenos Aires, Argentina: Editorial Hemisferio Sur, S. A. Capítulo 10. pp. 111-137.
- Castagnino, A.M.; Díaz, K.E.; Rosini, M.B. and Falavigna, A. 2009. Evaluation of some critical points of the asparagus food chain in Argentina. En Libro de Resúmenes del XII Simposio Internacional del Espárrago. 29 Octubre-01 Noviembre. (pp. 28). Perú.
- Cointry, E.L.; López-Anido, F.S.; Gatti, I.; García, S.M. and Firpo, I.T. 1996. Comparative study of morphological and productive characters in blanched asparagus populations. *Asparagus Research Newsletter*. 13:30-34.
- CRA-ISO. 2007. Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura-Istituto Sperimentale per l'Orticoltura, Sezione di Montanaso Lombardo (Lodi). *Coltivazione* (Capitolo 3). In *L'asparago in provincia di Torino. Guida alla coltivazione*. (pp. 13-26). Italia.
- del Pozo-L., Alejandro. 1999. Morfología y funcionamiento de la planta. En *El cultivo del espárrago* (pp. 9-28). Boletín INIA N° 6. Chillán, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)-Ministerio de Agricultura.
- Ellison, J.H. 1986. *Asparagus breeding*. In *Breeding vegetable crops* (pp. 521-569). Westport, CT, USA: AVI Publishing Company, Inc.
- Falavigna, A. 1995. Il miglioramento genetico in Italia: realtà e prospettive. *L'Informatore Agrario*. 51(17):29-33.
- Falavigna, A. 2004. Strategie per la ottimizzazione e valorizzazione della produzione di asparago in Sicilia. Spadafora, Mesina, Italia: Editorial Grillo e Famá. pp. 16-19.
- Falavigna, A. 2006. I punti critici dell' asparago in campo e nel post-raccolta. *L'Informatore Agrario*. 62(1):52-56.
- Falavigna, Agostino e Casali, Pier Emilio. 1997. Le conoscenze tecnico-scientifiche al servizio del produttore di asparago. *L'Informatore Agrario*. 55(39):35-37.
- Fariás-Orellana, María Verónica. 2002. Población, rendimiento y calidad en seis cultivares de espárrago hasta la tercera temporada de cosecha. Tesis. Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.

- Fehér, E. 1992. Asparagus. Budapest: Akadémiai Kiadó. 161 p. ISBN: 963-05-6083-6.
- Ferratto, Jorge y Mondino, María Cristina. 2008. Producción, consumo y comercialización de hortalizas el mundo. Revista Agromensajes. 24. <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/24/4AM24.htm>
- Ferratto, Jorge Adrián; Mondino, María Cristina; Grasso, Rodolfo; Ortiz Mackinson, Mauricio; Longo, Alejandro; Carrancio, Luis; Firpo, Inés Teresa; Rotondo, Roxana; Zembo, Juan Carlos; Castro, Guillermo; García, Matías; Rodríguez Fazzone, Marcos; Iribarren, María Josefina *et al.* 2010. Buenas prácticas agrícolas para la agricultura familiar. Cadena de las principales hortalizas de hojas en Argentina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (MINAGRI, Argentina), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, Argentina) y Universidad Nacional de Rosario (UNR-Facultad de Ciencias Agrarias, Argentina). pp 19. ISBN 978-92-5-306573-8.
- Gatti, Ileana; Cravero, Vanina Pamela; López-Anido, Fernando Sebastián y Cointry, Enrique Luis. 2000. Evaluación de siete poblaciones de espárrago (*Asparagus officinalis* L.). Pesquisa Agropecuária Brasileira. 35(6):1151-1157.
- González-A, María Inés. 2001. Espárrago verde. Variedad, distancias y profundidad de plantación. Revista Tierra Adentro. 39:27-29.
- Guisolis, Andrea, P.; Castagnino, Ana M.; Díaz, Karina; Sastre-Vázquez, Patricia; Marina, Javier A. y Zubiría, Alicia. 2010. Impacto de técnicas innovadoras aplicadas a la cadena agroalimentaria espárrago (*Asparagus officinalis* L.) para optimizar el posicionamiento en diferentes mercados. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 1(2):095-112
- Holliday, R. 1960. Plant population and crop yield. Nature. 186(4718):22-24.
- Kaufmann, F. and W. Orth. 1990. Principles of plant density for green asparagus harvested by different methods. Acta Horticulturae. 271:227-234.
- Krarup-H., Christian y Krarup-H, Aage. 2002. Potencialidad productiva del espárrago en Chile. Agronomía y Forestal UC. 14:9-14.
- Krizek, Donald T.; Carmi, Avner; Mirecki, Roman M.; Snyder, Freeman W. Bunce, James A. 1985. Comparative effects of soil moisture stress and restricted root zone volume on morphogenetic and physiological responses of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. Journal of Experimental Botany. 36(1):25-38.
- Laemers, B. 2008. Asparagus developments in The Netherlands, Europe and Worldwide. In 7th European Asparagus Symposium for Cultivation and Trade (Euro Asper 2008). February 27-29. Mierlo, The Netherlands.
- Liu, Aimin and Latimer, Joyce G. 1995. Water relations and abscisic acid levels of watermelon as affected by rooting volume restriction. Journal of Experimental Botany. 46(8):1011-1015.
- Liverotti, O. 2010. Mercado argentino de espárragos. En Primer Curso Internacional de la Cadena Agroalimentaria de Espárrago en el marco del XXXIII Congreso Argentino de Horticultura. 28 Septiembre-01 Octubre. Rosario, Santa Fe, Argentina.
- Nichols, M.A. and D.J. Woolley. 1985. Growth studies with asparagus. In Proceedings of the 6th International Asparagus Symposium. August 5-9. (pp. 287-297). University of Guelph, Ontario, Canada.
- Ornstrup, O. 1997. Biotechnological methods in asparagus breeding. Asparagus Research Newsletter. 14:1-25.

- Richards, D. and Rowe, R.N. 1977. Effects of root restriction, root pruning and 6-benzylaminopurine on the growth of peach seedlings. *Annals of Botany*. 41(4):729-740.
- Ruff, M.S.; Krizek, D.T.; Mirecki, R.M. and Inouye, D.W. 1987. Restricted root zone volumen: influence on growth and development of tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 112(5):763-769.
- SAGPyA. 2007. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, Subsecretaría de Política Agropecuaria y Alimentos, Dirección Nacional de Alimentos. Protocolo de Calidad para Espárrago Fresco. Código: SAA010. Versión: 08. Fecha de oficialización: 22/10/2007. Resolución SAGPyA N° 249/2007. http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sello/sistema_protocolos/SA_A010_Esparrago_v08.pdf
- Santos, Bernabé. 2011. Análisis económico del empleo de dos híbridos (UC-157 y Italo) de espárrago verde con destino a diferentes mercados. Trabajo Final de Graduación. Facultad de Ciencias Agrarias, Pontificia Universidad Católica Argentina, Argentina. <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/analisis-economico-empleo-dos-hibridos.pdf>
- Sastre-Vázquez, P.; Zubiría, A.; Castagnino, A. y Liverotti, O. 2010. Análisis de la comercialización interna 2009 de espárrago. En Resúmenes de Trabajos del XXXIII Congreso Argentino de Horticultura. 28 Septiembre-01 Octubre. Rosario, Santa Fe, Argentina.