



Artículo

## **Productividad de una plantación de espárrago verde (*Asparagus officinalis* var. *altilis* L.) con diferentes tamaños de “arañas” y densidades, en su séptimo año**

Productivity of a green asparagus plantation (*Asparagus officinalis* var. *altilis* L.) with different sizes of “crowns” and densities, in the seventh year

A. M. Castagnino\*, K. E. Díaz, M. B. Rosini, A. Guisolis, J. Marina

Centro 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.

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

Aceptado 20-Diciembre-2012

### **Resumen**

El espárrago es un cultivo rústico que tradicionalmente se ha iniciado mediante el sistema tradicional de “arañas”. El presente ensayo tuvo como objetivo evaluar la productividad total y comercial de una plantación de espárrago verde al séptimo año desde la plantación. El ensayo de 1.728 m<sup>2</sup> está ubicado en la Chacra Experimental de la Facultad de Agronomía de la UNCPBA (36° 48' latitud Sur y 59° 51' longitud Occidental), en Azul, Argentina. La plantación, iniciada el 12/09/2003, se evaluó en el período 17/09/2010-01/11/2010. Las variables estudiadas fueron: tamaños de “arañas” grandes (AG > 200 g), medianas (AM 100-200 g) y pequeñas (AP < 100 g); y las densidades D1 = 25.000 plantas/ha y D2 = 17.857 plantas/ha. Se efectuaron 20 cosechas con frecuencia de día por medio. Se estudió la productividad (peso fresco) total (PFT) y comercial (PFN) en kg/ha, y en número de turiones totales (NTT) y comerciales (NTC). El procesado se efectuó en base al Protocolo de Calidad para Espárrago Fresco de Argentina. Se efectuó un análisis multifactor (ANOVA) y test LSD ( $p > 0,05$ ). El rendimiento general del ensayo fue PFT: 19.758 y PFN: 10.018 kg/ha; mientras que NTT: 483.425 y NTC: 477.200. En PFT se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) con 3

grupos homogéneos, destacándose AM: 21.236,2 seguido de AP: 19.768,0 y AG: 18.294,6 kg/ha. En PFN también se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), destacándose AM: 11.042 seguido del grupo homogéneo AG: 9.444 y AP: 9.223 kg/ha. En NTT, para los distintos tamaños, destacó AM: 585.800 (un grupo) seguido del grupo conformado por AG: 508.800 y AP: 497.200. AM también destacó en NTC, donde el rendimiento total por ha fue AM: 473.600 (un grupo) seguido del grupo integrado AG: 411.000 y AP: 374.000. Para la variable densidad no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), siendo la media en PFN: 9.910 kg/ha. En densidad y en tamaño de “arañas” los resultados difirieron de los encontrados 2 años anteriores en los que se destacaron mayor densidad y tamaño grande; efectos atribuibles a la competencia intraespecífica.

**Palabras claves:** calibres, “coronas”, rendimiento, turiones.

### Abstract

Asparagus is a rustic crop that has traditionally been initiated by means of “crowns”. This trial aims at evaluating the total and commercial productivity of a green asparagus plantation in the seventh year since planting. The 1,728m<sup>2</sup> trial is placed at the Experimental Unit of the Faculty de Agronomy, UNCPBA (36° 48' south latitude and 59° 51' west longitude) in Azul, Argentina. The plantation, started on 12/09/2003 was evaluated between 17/09/2010 and 01/11/2010. The variables studied were: size of “crowns” big (AG > 200 g), medium (AM 100-200 g) and small (AP < 100 g); and densities D1 = 25,000 plants/ha and D2 = 17,857 plants/ha. Twenty harvests were carried out every other day. Total (PFT) and commercial (PFN) productivity (fresh weight) in kg/ha was studied as well as the total (NTT) and commercial (NTC) number of turions. Processing was performed on the basis of Argentinian Fresh Asparagus Quality Protocol. A multifactor analysis (ANOVA) and an LSD test ( $p > 0.05$ ) were carried out. The general yield of the trial was PFT: 19,758 and PFN: 10,018 kg/ha; whereas the NTT: 483.425 and NTC: 477.200. In PFT significant differences ( $p < 0.05$ ) were observed with three homogeneous groups, highlighting AM: 21,236.2 followed by AP: 19,768.0 and AG: 18,294.6 kg/ha. In PFN there were also significant differences ( $p < 0.05$ ), highlighting AM: 11,042 followed by the homogeneous group AG: 9,444 and AP: 9,223 kg/ha. In NTT, for the different sizes, AM 585,800 (one group) stood out followed by the group formed by AG: 508,800 and AP: 497,200. In AM also stood out in NTC, where total yield per ha was AM: 473,600 (one group) followed by the group formed by AG: 411,000 and AP: 374,000. There were no significant differences ( $p > 0.05$ ) for density where the mean in PFN was 9,910 kg/ha. In density and in size of “crowns”, results differed from those found 2 years before where greater density and the size big stood out. These effects may be attributed to intraspecific competition.

**Key words:** calibers, “crowns”, spears, yield.

## INTRODUCCIÓN

El espárrago (*Asparagus officinalis* L.) constituye una alternativa productiva que fue introducida en Argentina por los inmigrantes italianos hace un siglo. Las plantas están formadas por tallos aéreos ramificados y una

parte subterránea o “corona”, constituida por las mencionadas raíces y sus yemas, cuyas características (tamaño, calidad, sanidad) representan un aspecto decisivo, ya que de ellas depende el rendimiento anual del cultivo, la calidad de la producción y la vida útil de la esparraguera (Castagnino *et al.*, 2006a). Al

conjunto de rizomas y raíces, se le llama además de “corona”, también “champa”, “garra” o “araña” (Díaz-T. *et al.*, 1992; Giaconi-M. y Escaff-G., 1995). Esta hortaliza es perenne y su cultivo comercial dura 10 a 12 años. Desde el comienzo se cultivó mediante el sistema tradicional de “arañas” o raíces obtenidas de almácigos a campo, que permite comenzar a producir desde el segundo año desde la plantación definitiva. Si bien actualmente existen otros sistemas como el de plantines, el mencionado representa una opción válida para la producción de esta hortaliza en el caso de los productores hortícolas que carecen de riego.

A nivel global, esta especie es actualmente muy valorada y presenta una tendencia creciente ininterrumpida, con un aumento en su producción mundial en más de un 200 % en los últimos 25 años (Santos, 2011).

Entre las propiedades de esta hortaliza, se encuentra su contenido de vitamina C, uno de los más consumidos y reconocidos antioxidantes para la salud humana, que en un intervalo de 79-94 mg/100 g, se ubica en los primeros 6 cm de los turiones frescos recién cosechados. Contenido que disminuye en un 40 % en la primera semana y en las siguientes 2 semanas con pérdidas menores (Rodkiewicz, 2008).

En Argentina el cultivo de espárrago se realiza en las regiones hortícolas: VII, en las Provincias de Buenos Aires y Santa Fé; en la VI: en las Provincias de San Juan y Mendoza; en la V: en la Provincia de Córdoba; en la I en la Provincia de Tucumán y en la VIII en la Provincia de Río Negro. (Santos, 2011).

En este cultivo, el incremento en el rendimiento está influido por el tamaño de la porción perenne de las plantas, comúnmente denominada “araña” o “corona”, la que produce año tras año un número mayor de yemas que dan origen a turiones de tamaño comercial y no por un aumento del diámetro de las yemas en sí mismas, ya que el grosor de los turiones es un

carácter que queda definido en el primer año productivo para toda la vida útil de la esparraguera (Cointry *et al.*, 2000). Este último aspecto indica la importancia de estudiar con profundidad la incidencia del tamaño del órgano de inicio sobre el rendimiento, tanto en volumen como en distribución de calibres de la producción.

El espárrago llega al máximo de producción a los 4 ó 5 años, dependiendo del tamaño de las “coronas” al momento de la plantación (Asprelli *et al.*, 2005). Por esta causa, regular el tamaño del órgano de inicio, “araña” o “corona”, para una adecuada plantación, es una práctica que está cobrando mayor fuerza, con el advenimiento de nuevos híbridos y exigencias diversas de los países de destino de la producción. Muchas experiencias han demostrado que producir fuera de la estación trae aparejado numerosos daños fisiológicos a las plantas, en particular a las “coronas”, por lo que los países del hemisferio norte dependen para su abastecimiento, de las importaciones que realicen provenientes del hemisferio sur (Castagnino *et al.*, 2006a).

La siembra de “coronas” se efectúa en suelo plano con sembradoras de precisión o provistas de placas de 0,5 cm ó menor según calibre de las semillas, utilizando un marco de 0,70 m entre hileras y 0,10 m entre plantas, para lo cual es necesario el empleo de 3,5 kg de semilla por hectárea de almácigo (Sportelli, 2002).

Debido a que los turiones o tallos de espárragos (órgano de consumo de esta especie) se forman bajo tierra, resulta aconsejable el empleo de suelo de textura liviana. Es necesario que las raíces del espárrago sean ubicadas de tal modo que se pueda explorar un gran volumen de terreno, a fin de garantizar un adecuado hábitat. (Falavigna, 1986).

Anualmente la producción se logra en primavera, siendo la inducción de las yemas determinada por el aumento de temperatura del suelo (Drost, 1997), mientras que el crecimiento de los turiones depende fundamen-

talmente de la temperatura del aire (Krarup-H. y Krarup-L., 1987), ya que la mayor velocidad de crecimiento se ubica por debajo del extremo apical del turión (Keuls y Post, 1957). Krarup-H. y Contreras-E. (2002) compilaron información que expresa, que existe concordancia entre distintos 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.

Krarup-H. (2005), apoyado en diversos autores, señala que en una especie perenne, como lo es el espárrago, se hace necesario considerar al menos 3 a 4 años de observaciones para evaluar resultados de distintas variables, más aún, si una de ellas es el efecto de diferentes densidades de plantas. En razón de lo anterior, los 4 primeros años de cosecha deberían ser un indicador del eventual beneficio de plantar a una densidad que duplica la tradicional.

En Argentina, el híbrido tradicionalmente utilizado es el UC-157 de la Universidad de California (Estados Unidos). La inexistencia de evaluaciones objetivas y las dificultades propias de hacerlas en una especie perenne llevaron, hace más de 2 décadas, a la plantación intuitiva de este cultivar y sus derivados (Krarup-Hjort, 1998; Farías *et al.*, 2004) en países como Chile y Argentina. Los resultados de estudios posteriores indicaron que UC-157 F1, afortunadamente, es un cultivar de amplia adaptación, de alto rendimiento y de buena calidad, al punto que se sugiere usarlo como patrón de comparación para la evaluación de nuevos cultivares (Krarup-H. y Krarup-H., 2002).

Una de las decisiones más importantes en el inicio del cultivo de espárrago, es la densidad a utilizar, ya que la misma repercutirá en los resultados productivos durante toda la vida de la esparraguera (Castagnino *et al.*, 2006b). En Argentina, el marco de plantación más utilizado es de 1,4 m entre hileras y 0,3 m

entre plantas, aproximado a la población preponderante utilizada en Chile, indicada por Giaconi-M. y Escaff-G. (1995), de 22.222 plantas/ha, con una distribución de 1,5 m entre hileras y de 0,3 m sobre la hilera. La tendencia en algunos países es realizar plantaciones más densas buscando, por un lado, mayor rendimiento y, por otro, disminuir el calibre de los turiones (González-A., 2001) cuando la productividad va destinada a Estados Unidos (Paske, 1996), mientras que a mantener dicho marco, cuando el destino de la producción son otros países, como los de la Unión Europea, que demandan calibres mayores.

El ciclo vital de las plantas de espárrago verde se divide en 4 fases: de crecimiento temprano, los primeros 2 años desde la plantación, caracterizados por un fuerte desarrollo vegetativo; de productividad creciente (3° - 4° año) que corresponde a los 2 primeros años de cosecha; de productividad estable (4° - 10° año) y finalmente la de productividad decreciente (10 años en adelante). De éstas, la fase correspondiente a la plantación del cultivo es la más crítica (Falavigna y Palumbo, 2001). La extensión y productividad de cada una de dichas etapas depende de las condiciones de cultivo, como por ejemplo, densidad, tamaño y características del órgano de inicio, manejo del cultivo, extensión del período de cosecha y condiciones agroclimáticas, entre otras. El espárrago tiene un período promedio de cosecha de 10 años y llega al máximo de producción a los 4 ó 5 años (Ellison, 1986; Asprelli *et al.*, 2005; Marina *et al.*, 2010). Los rendimientos que se obtienen son muy variables, y están condicionados por la edad de la plantación, la variedad, las condiciones climáticas, el manejo del lote y también el origen de la semilla empleada (Rivera y Rodríguez, 1999; Marina *et al.*, 2010).

Es una planta que resiste la carencia de agua en épocas de sequía gracias a que su enraizamiento es profundo, lo que le permite explorar un gran volumen del suelo (San Martín-Izcue, 1988).

A lo largo de los años diversos autores han estudiado el efecto de la restricción radical sobre la productividad de los cultivos. Las limitaciones físicas o fisiológicas que restringen el crecimiento de las raíces, afectan el crecimiento de la planta, el desarrollo y la productividad (Peterson *et al.*, 1991a; Peterson *et al.*, 1991b). La restricción radical, trae como resultado un aumento en el rendimiento por unidad de área, mientras que el rendimiento promedio por planta disminuye (Ruff *et al.*, 1987). En el caso del espárrago, por tratarse de un cultivo perenne es importante poder determinar como incide en la productividad y distribución de calibres, el efecto del tamaño de órgano de inicio (Guisolis *et al.*, 2010), entre otros aspectos.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el comportamiento en cosecha de 3 tamaños de “arañas” de espárrago verde y 2 densidades, determinando el rendimiento en peso, número de turiones y distribución de calibres, en el séptimo año desde la plantación (sexta evaluación).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se efectuó en la Chacra Experimental de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (coordenadas geográficas 36° 48' latitud Sur y 59° 51' longitud Occidental; altitud de 132 msnm), sobre un suelo argiudol típico sin impedimentos en el perfil con 3,55 % de materia orgánica. La misma se encuentra ubicada, sobre la Ruta Nacional N° 3, en la zona centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.

El híbrido utilizado fue el UC-157, heterocigota, muy precoz, con turiones de calibre medio, con brácteas cerradas, aún en condiciones de cosecha con altas temperaturas (Falavigna, 2006).

La siembra del almácigo se efectuó manualmente el 21/09/2001, a profundidad de 2

cm y con marco de siembra de 1,40 m entre hileras y 0,10 m entre plantas.

Las “arañas” fueron extraídas del almácigo el 10/09/2003, efectuando el descalzado mecánico y posterior extracción manual. A continuación fueron lavadas, seleccionadas en tres categorías: pequeñas, medianas y grandes, y desinfectadas mediante el empleo de dos fungicidas: uno sistémico (Benomil) y uno de contacto (Captan).

La preparación del lote, para la plantación definitiva, consistió en 2 cinceladas cruzadas, 2 pasadas de rastra de discos y una de motocultivador. Previo al trasplante se abrieron surcos a profundidad de 25 cm con motocultivador equipado con aporcador. Se efectuó fertilización de fondo en bandas de 0,30 m con fosfato diamónico. La dosis utilizada fue de 300 kg/ha.

El número de surcos por parcela fue de 3 para cada una de las 2 densidades y cada uno de los tamaños de “arañas” en evaluación, por lo que el total de surcos por bloque fue 18, mas bordura a cada lado. El ensayo constó de 4 bloques, es decir 24 parcelas en total.

El largo total del ensayo fue de 48 m, considerando el largo de los surcos de 7 m, 4 bloques y los caminos internos y cabeceras de 4 m. El ancho real de 28 m, considerando los 18 surcos de evaluación más los 2 de borduras plantados a 1,4 m; y el ancho total, con los caminos laterales (de 4 m) fue de 36 m; resultando la superficie total en evaluación: 1.728 m<sup>2</sup>.

La plantación definitiva se realizó el 12/09/2003, para lo cual se utilizó un diseño completamente al azar con 4 repeticiones. La plantación se llevó a cabo a los 2 años de la siembra, debido a las condiciones climáticas desfavorables del año de inicio del almácigo por exceso de precipitaciones que generó corrimiento de semillas, lo que dificultó la emergencia y la etapa de crecimiento inicial. Por tal motivo, se consideró oportuno dar más tiempo a las “coronas” para que adquiriesen las características necesarias para el presente

ensayo (Castagnino *et al.*, 2006a; Marina *et al.*, 2010).

Se utilizaron 2 densidades. D1: densidad de siembra de las “arañas” a 25.000 plantas/ha y D2: densidad de siembra de las “arañas” a 17.857 plantas/ha; correspondientes a los siguientes marcos de plantación: 1,60 x 0,25 m y 1,60 x 0,35 m, respectivamente. La profundidad de plantación fue de 0,30 m. Se emplearon “arañas” de diferentes tamaños: AG: grandes (> 200 g), AM: medianas (100-200 g) y AP: pequeñas (< 100 g).

El lote correspondiente a la plantación en secano se mantuvo libre de malezas mediante labores mecánicas con motocultivador, manuales y químicas: el primer año con Linurón al 37,6 %, a razón de 2 L/ha y a partir del segundo desde la plantación con Metribuzín 0,5 kg/ha al 35 % y Pendimetalín 2,5 L/ha al 31,7 %, en mezcla en pre-emergencia, según las recomendaciones de Falavigna (2004).

El período de evaluación fue 17/09/2010-01/11/2010, efectuando las cosechas con una frecuencia de día por medio.

Luego de cosechados, los espárragos fueron acondicionados: lavados, cortados, calibrados y se determinó el número de turiones y su peso, según las recomendaciones del Protocolo de Calidad para Espárrago Fresco de Argentina (SAGPyA, 2007).

Se estudiaron las siguientes variables: 1) Peso fresco total (PFT), kg totales por cosecha y por ha; 2) Peso fresco neto (PFN), kg netos por cosecha y por ha; 3) Número de turiones totales (NTT) producidos, turiones por cosecha y ha; 4) Número de turiones comerciales (NTC) producidos, turiones por cosecha y ha; 5) Peso promedio por turión (PPT), g/turión; 6) Distribución de calibres, acorde con el Protocolo de Calidad para Espárrago Fresco de Argentina: Jumbo (J) > 18 mm, Extra Large (XL) 16-18 mm, Large (L) 12-16 mm, Medium (M) 9-12 mm, Small (S) 6-9 mm y Asparagina (Asp.) < 6 mm (SAGPyA, 2007).

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 Statgraphics® Plus, versión 5.1 (Statistical Graphics Corporation, Warrenton, VA, USA).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Rendimientos promedios obtenidos

El rendimiento general del cultivo evaluado, en su séptimo año desde la plantación definitiva, fue: en PFT 19.758 y en PFN 10.018 kg/ha; mientras que en NTT 483.425 y en NTC 477.200 turiones/ha, siendo el PPT de 21 g/turión. Los rendimientos obtenidos del presente ensayo fueron crecientes desde el primer año de evaluación (2005), hasta el presente (2010), a diferencia de lo encontrado por Rodkiewicz (2011) quien manifestó que el rendimiento aumentó significativamente hasta el cuarto año de la cosecha, disminuyó en la quinta, y luego volvió a aumentar (aunque en el séptimo año no significativamente).

La diferencia entre PFT y PFN se debió a que los turiones para ser considerados comercializables de primera calidad, deben cumplir una serie de requisitos, tales como: haber sido cosechados en el momento óptimo de crecimiento con las brácteas bien cerradas, estar enteros, sanos, limpios, suficientemente secos, exentos de olores y sabores extraños y con un corte neto en la base, tal como lo indican las normas de comercialización de espárragos, como el Reglamento (CE) N° 2377/1999, vigente en todos los estados de la Unión Europea desde el 1° de Enero del año 2000 (CCE, 1999) y el Protocolo de Calidad para Espárrago Fresco de Argentina (SAGPyA, 2007).

Los turiones producidos (NTT) fueron más del doble respecto del primer año evaluado, en 2005, en que se produjeron en

promedio 227.876 turiones (Castagnino *et al.*, 2006b).

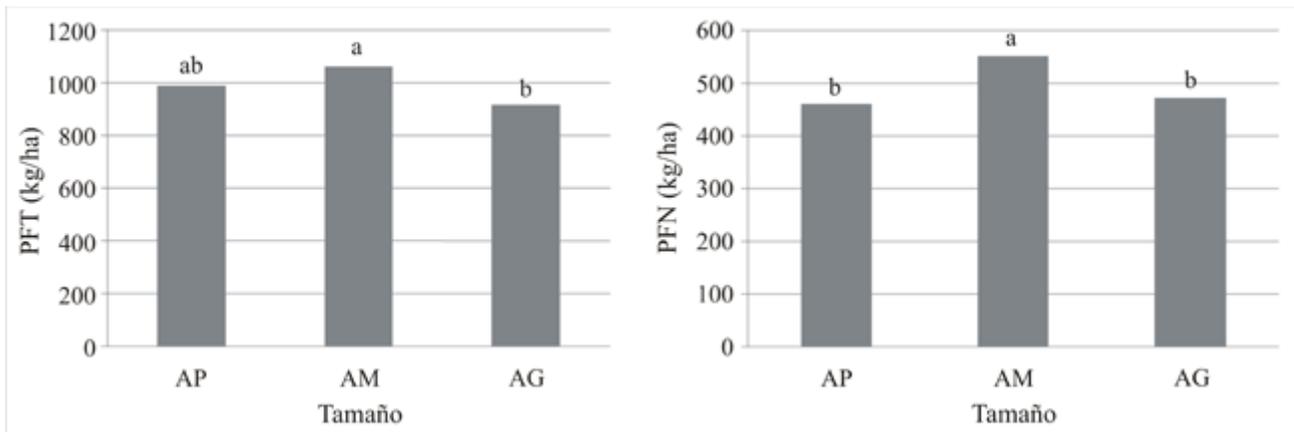
Los rendimientos totales obtenidos superan los indicados por Cueto y Lesnick (1999), quienes obtuvieron rendimientos totales entre 10.750 y 15.000 kg/ha y rendimientos comerciales entre 6.800 y 9.800 kg/ha, utilizando una población de 20.000 plantas/ha. Además, la mencionada productividad neta resultó superior en 1,7 t/ha respecto del promedio de los 2 años anteriores de evaluación (2008 y 2009), en que se lograron 8.324 kg/ha en PFN, resultados que, duplicaron la media nacional de 3,95 t/ha (Marina *et al.*, 2010).

Respecto de la evolución de la productividad total (PFT) a lo largo del período de evaluación, en promedio se destacaron en orden de importancia, difiriendo significativamente ( $p < 0,05$ ) con 4 grupos homogéneos, las cosechas 10 con 3.372 kg/ha, seguido de la 9 con 2.128 kg/ha, la 11 con 2.057 kg/ha y la 8 con 1.743 kg/ha, en correspondencia con la mitad del ciclo productivo, como era de esperarse.

**Efecto del tamaño del órgano de inicio (“araña”)**

Desde la primera cosecha (2005) y hasta el año anteriormente evaluado (2009) en dicha plantación, siempre se destacó el tamaño grande de “arañas”, seguido del mediano y finalmente del pequeño. No ocurrió lo mismo al llegar a la sexta temporada de evaluación, en que comenzó a manifestarse el efecto de competencia intraespecífica. Para la variable PFT se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) con 3 grupos homogéneos, destacándose AM 21.236,2 seguido de AP 19.768,0 y AG 18.294,6 kg/ha. En la Fig. 1 (izquierda) puede observarse la incidencia del tamaño del órgano de inicio, en los kg en promedio por cosecha (AM 1.062; AP 988; AG 915 kg/ha).

Respecto de PFN también se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los distintos tamaños de órganos de inicio evaluados, destacándose AM 11.042 kg/ha conformando un grupo, seguido del grupo homogéneo AG 9.444 y AP 9.223 kg/ha. La



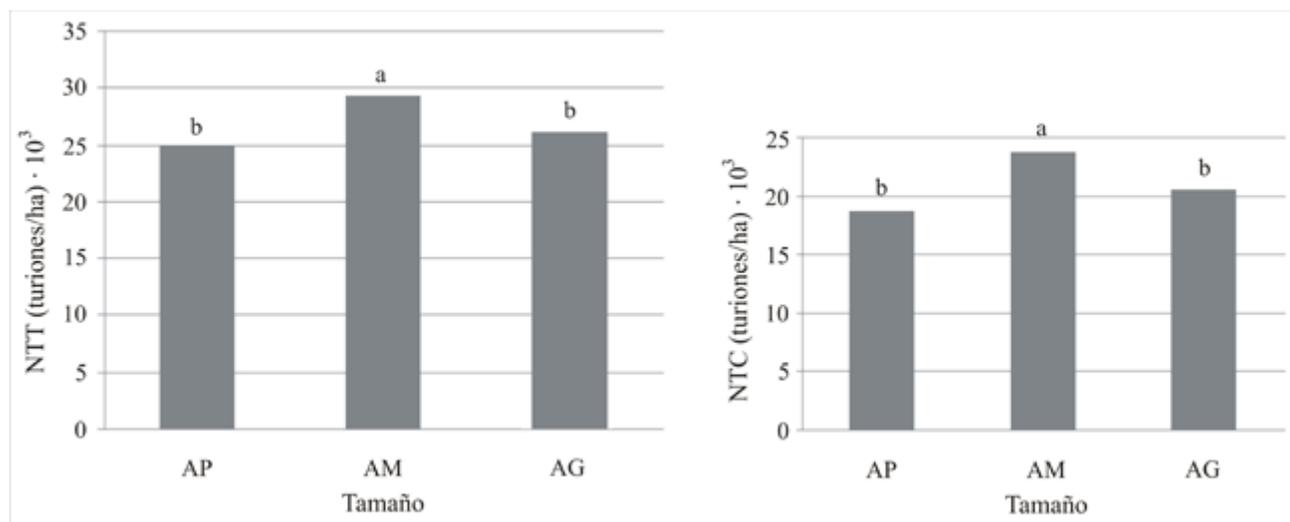
AP: “arañas” pequeñas (< 100 g). AM: “arañas” medianas (100-200 g). AG: “arañas” grandes (> 200 g).

**Figura 1.-** Incidencia del tamaño del órgano de inicio (“arañas”) sobre la productividad total (PFT) y productividad neta (PFN) promedio por cosecha de espárrago verde en su sexta temporada de evaluación.

incidencia del tamaño del órgano de inicio, en los kg en promedio por cosecha, se aprecia en la Fig. 1 (derecha) (AM 552,10; AG 472,20; AP 461,13 kg/ha). Estos resultados difieren de lo ocurrido años anteriores en los que siempre se destacó el tamaño AG; esto indicaría que habiendo llegado a la sexta temporada de cosecha comenzó a manifestarse competencia entre plantas en el caso de las “arañas” de mayor tamaño al momento de la plantación.

El NTT (por ha) promedio fue de 530.600 turiones y se obtuvieron diferencias

significativas ( $p < 0,05$ ) para los distintos tamaños. Se destacó AM 585.800 (un grupo), seguido del grupo conformado por AG 508.800 y AP 497.200. AM también destacó en NTC, donde el rendimiento total por ha fue AM 473.600 (un grupo), seguido del grupo integrado por AG 411.000 y AP 374.000. En la Fig. 2, se observa la cantidad de turiones producidos por cosecha (NTT: AM 29.295; AG 25.440; AP 24.864 turiones y NTC: AM 23.675; AG 20.550; AP 18.700 turiones), siguiendo las mencionadas tendencias.



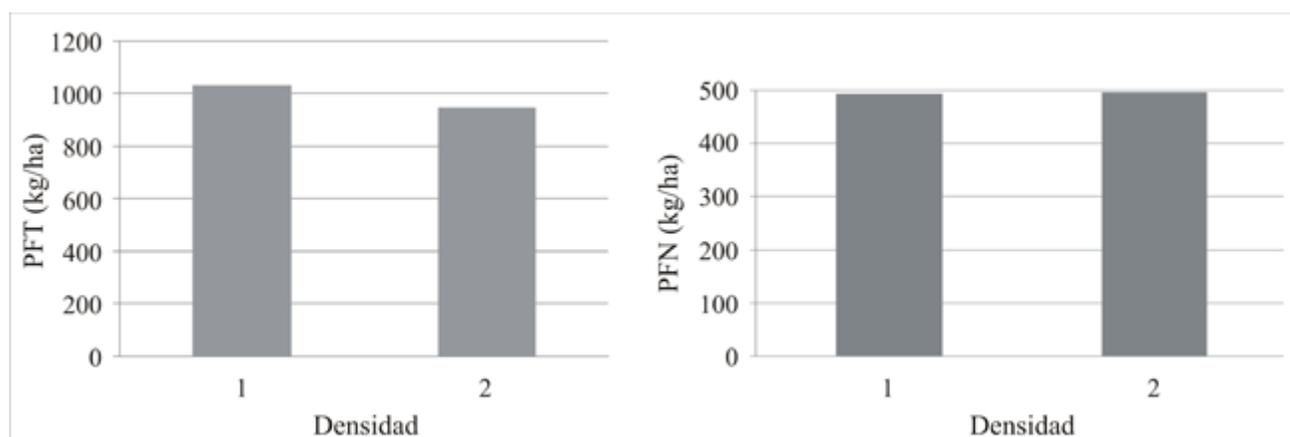
AP: “arañas” pequeñas (< 100 g). AM: “arañas” medianas (100-200 g). AG: “arañas” grandes (> 200 g).

**Figura 2.-** Incidencia del tamaño del órgano de inicio (“arañas”) sobre la productividad de turiones totales (NTT) y comerciales (NTC) promedio por cosecha de espárrago verde en su sexta temporada de evaluación.

### Efecto de la densidad de plantación al séptimo año desde el inicio del cultivo definitivo

En PFT, el empleo de 2 densidades permitió lograr en la sexta temporada de evaluación 989 kg/día/ha y 19.770 kg promedio totales por ha, correspondiendo a D1 18.940 y a

D2 20.600 kg/ha, sin mostrar diferencias significativas entre si ( $p > 0,05$ ). En la Fig. 3 (izquierda) se muestra la productividad total por cosecha de ambas densidades utilizadas (D1 1.029,8 y D2 946,8 kg/ha), que difirió de la obtenida en evaluaciones anteriores (Castagnino *et al.*, 2006b; Marina *et al.*, 2010) en que se encontraron diferencias significativas



**Figura 3.-** Influencia de la densidad sobre la productividad bruta (PFT) y neta (PFN) promedio por cosecha de una plantación de espárragos verdes en su sexta temporada de evaluación.

entre ambas densidades ( $p < 0,05$ ), destacándose en la mayor de las situaciones en estudio, D1 (justamente se destaca que en años anteriores si se obtuvieron diferencias significativas y en este año no). La inexistencia de diferencias significativas entre ambas densidades se corresponde con los resultados obtenidos por Guisolis *et al.* (2010) trabajando con una plantación efectuada mediante el sistema moderno, utilizando plantines de diferentes tamaños y densidades, en su cuarta y quinta temporada de evaluación. Los presentes resultados indican que las plantas correspondientes a las parcelas de mayor densidad habrían comenzado a manifestar competencia intraespecífica. No obstante la diferencia productiva encontrada entre la presente y las mencionadas evaluaciones anteriores, se comprobó la existencia de una gradualidad productiva. En el primer año evaluado se obtuvo en promedio 4.426,2 kg/ha correspondiendo a la mayor densidad 4.844,4 kg/ha, mientras que con la menor 4.008,0 kg/ha (Castagnino *et al.*, 2006b).

Tampoco se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) para la variable PFN. La media de ambas densidades fue 9.910 kg/ha. A cada densidad correspondieron los siguientes

valores D1: 9.900 y D2: 9.920 kg/ha de productividad neta total anual. La Fig. 3 (derecha) muestra la productividad neta promedio por cosecha (D1 494,5 y D2 495,8 kg/ha).

Tanto en densidad como en tamaño de “arañas” estos resultados difieren de los encontrados los 2 años anteriores en los que se destacaron mayor densidad y tamaño grande, respectivamente (Marina *et al.*, 2010). Posiblemente esto es consecuencia de que se trata de una plantación adulta que ha comenzado a manifestar competencia entre plantas. La productividad de la vegetación es dependiente del medio ambiente en que se desarrolla, además de factores de estrés y manejo. Entre estos, la densidad de plantación es un factor que se relaciona con la competencia y ejerce un efecto en todas las etapas de desarrollo de las plantas que puede causar aumento y disminución del crecimiento y la productividad (Sarlangue *et al.*, 2007; Paz-Pellat *et al.*, 2009; Bukhsh *et al.*, 2011).

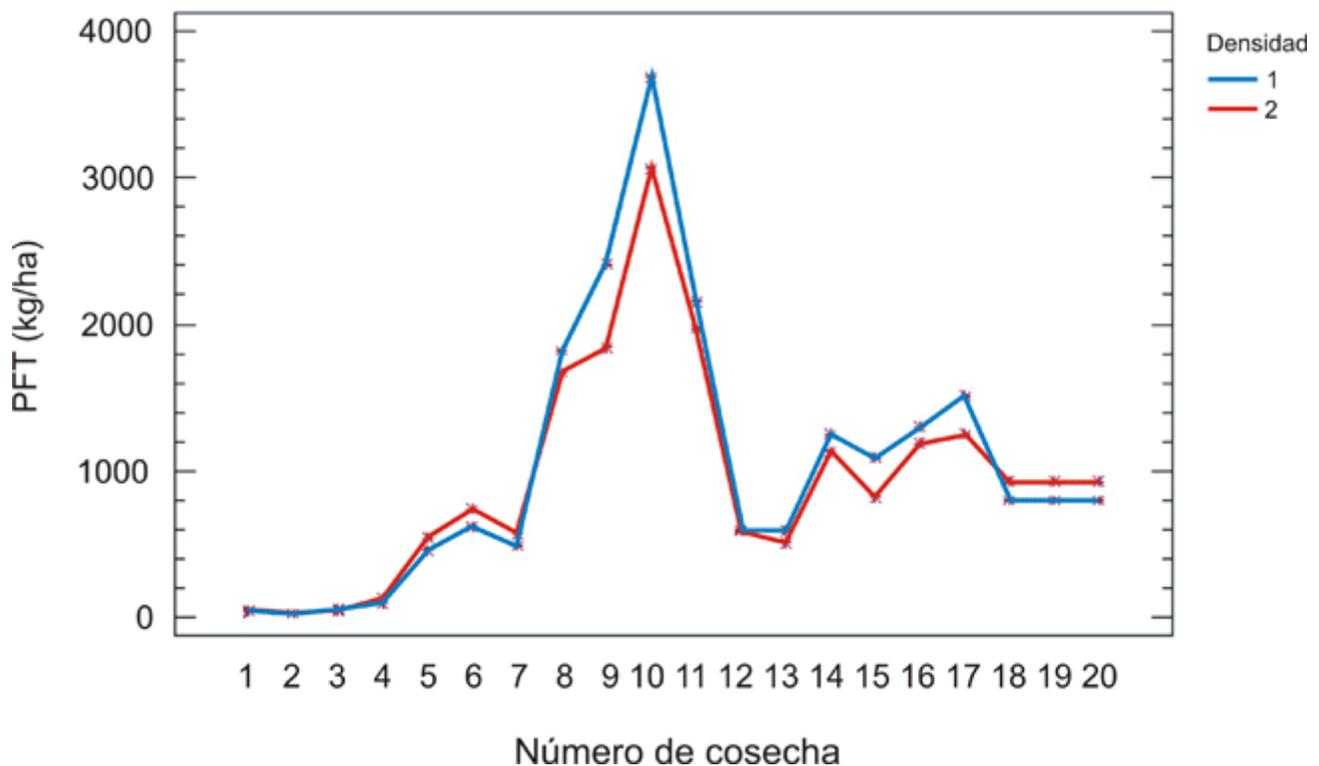
### **Evolución de la productividad**

Respecto de la evolución de la productividad total (PFT) a lo largo del período

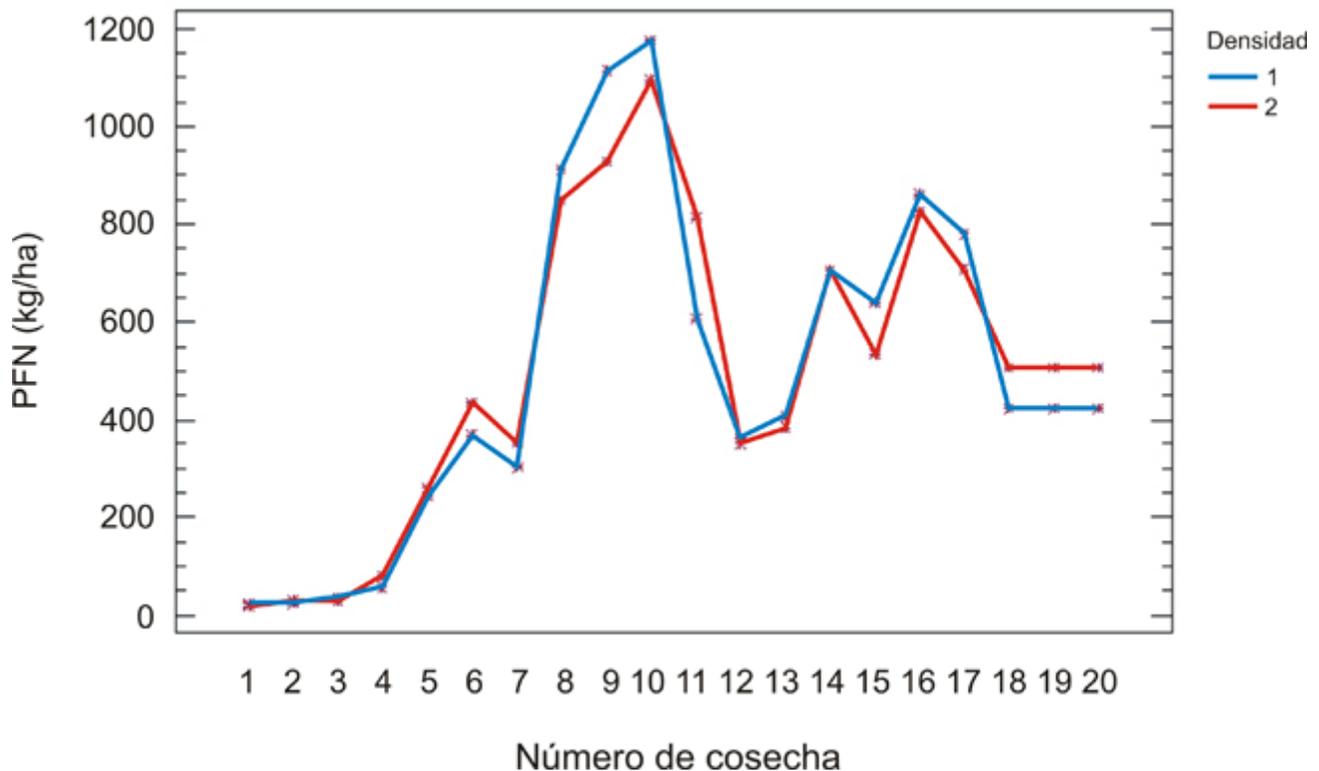
de evaluación, pudo observarse que los mayores valores se generaron a mitad de ciclo, entre las cosechas 8 y 11. En orden de importancia la cosecha 10 con promedio de 3.372 kg/ha, seguida de la 9 con 2.128, la 11 con 2.057 y la 8 con 1.743 kg/ha (4 grupos distintos); tal como se observa en la Fig. 4. Los resultados coinciden con los informados por González-A. (2001) quien indicó no haber encontrado diferencias en el rendimiento acumulado de tres temporadas de cosecha (tercera a quinta) al trabajar con 36.000, 40.000, 45.000 y 50.000 plantas/ha. Holliday (1960) encontró que la estabilización productiva generada con los años por el cultivo en estudio se lograría con

anterioridad empleando densidades mayores y observó un aumento del rendimiento total y del rendimiento comercial frente a incrementos en la población, hasta 44.444 plantas/ha, punto en el cual se estabilizaron ambos rendimientos en la tercera temporada de cosecha.

En PFN también se destacaron, en promedio, las cosechas 10 (1.136,3 kg/ha) y 9 (1.019,5 kg/ha) conformando 2 grupos ( $p < 0,05$ ), seguidas de la 8 (880,0 kg/ha) y 16 (843,2 kg/ha) representando 1 grupo ( $p > 0,05$ ), como puede observarse en el Fig. 5. Dichas cosechas conformaron un pico productivo al cual le siguió otro correspondiente al grupo de cosechas de la 14 a la 17.



**Figura 4.-** Evolución de la productividad total (PFT) de una plantación de espárragos verdes iniciada con 2 densidades distintas.



**Figura 5.-** Evolución de la productividad comercial (PFN) de una plantación de espárragos verdes iniciada con 2 densidades distintas.

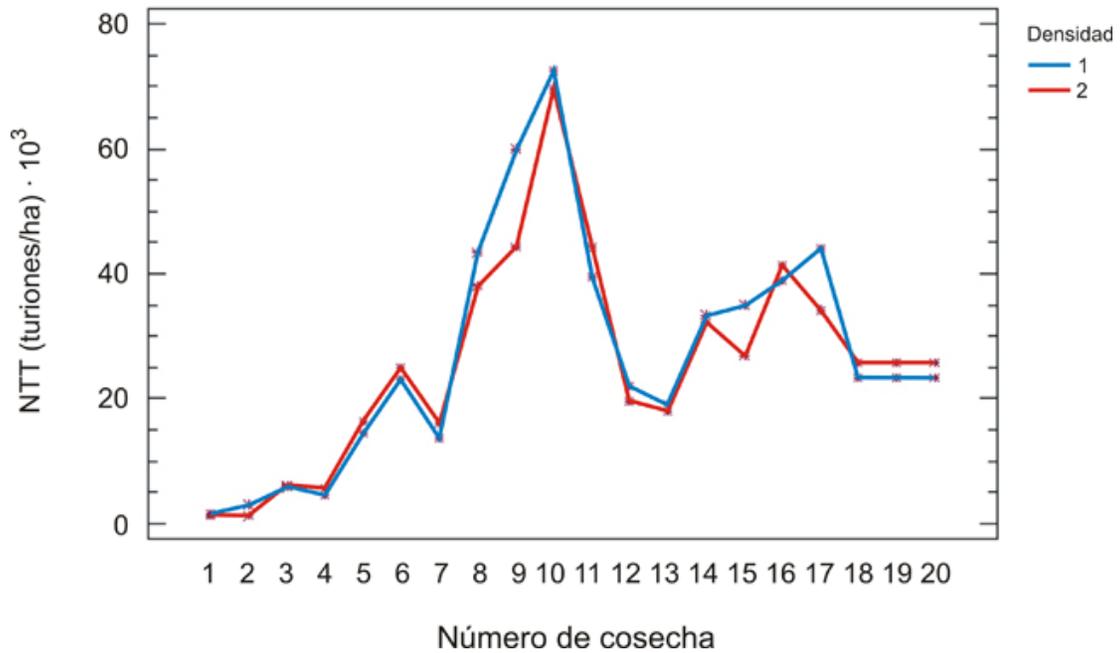
Analizando los turiones totales (NTT) producidos por cosecha, durante el ciclo productivo evaluado, se destacaron significativamente ( $p < 0,05$ ) las cosechas 10 con un promedio de 71.012 y la 9 con 52.117 turiones, seguidas de la 11, 8 y 16 con un promedio de 40.874 turiones, sin diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) para las dos densidades en estudio, como puede observarse en el Fig. 6. El promedio de turiones logrados por cosecha fue de 26.533, correspondiente a una productividad anual de 530.660 turiones.

En el caso del NTC producidos por cosecha, durante el ciclo productivo evaluado, se destacaron significativamente ( $p < 0,05$ ) las cosechas 10 con un promedio de 45.167, la 9

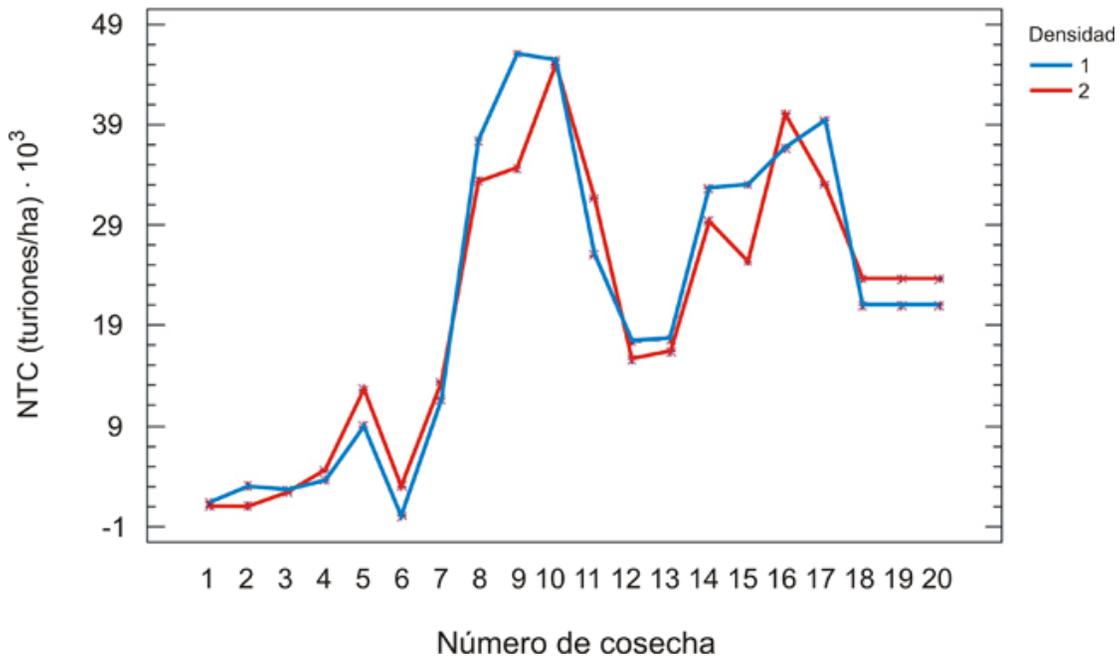
con 40.333 y la 16 con 38.333 turiones, seguidas de la 17 y la 8 con un promedio de 35.750 turiones, sin diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) para las dos densidades en estudio, como puede observarse en el Fig. 7.

#### **Distribución de calibres lograda para las distintas variables en estudio**

De los turiones producidos en promedio para cada cosecha, el 45,4 % correspondió a calibres grandes (J, XL y L); 52,6 % a calibres medianos y pequeños (M y S) y 2 % a Asparagina (no comercial para la mayoría de los países), como puede observarse en el Cuadro 1.



**Figura 6.-** Evolución de la productividad en número de turiones totales (NTT) de una plantación de espárragos verdes iniciada con 2 densidades distintas.



**Figura 7.-** Evolución de la productividad en números de turiones comerciales (NTC) de una plantación de espárragos verdes iniciada con 2 densidades distintas.

**Cuadro 1.-** Distribución de calibres de los turiones producidos a campo, de los híbridos en estudio (turiones/ha).

Variables	Calibres										Productividad			
	J	%	XL	%	L	%	M	%	S	%	Asp.	%	turiones/ha/cosecha	turiones/ha
AG	500 <sup>a</sup>	2,4	2.380 <sup>a</sup>	11,4	6.230 <sup>b</sup>	29,7	8.880 <sup>ab</sup>	42,4	2.580 <sup>ab</sup>	12,3	380 <sup>a</sup>	1,8	20.950	419.000
AM	225 <sup>a</sup>	0,9	2.880 <sup>a</sup>	11,7	7.600 <sup>a</sup>	30,8	9.700 <sup>a</sup>	39,3	3.580 <sup>a</sup>	14,5	700 <sup>a</sup>	2,8	24.685	493.700
AP	200 <sup>a</sup>	1,0	2.480 <sup>a</sup>	12,7	7.000 <sup>ab</sup>	35,8	7.500 <sup>b</sup>	38,3	2.130 <sup>b</sup>	10,9	250 <sup>a</sup>	1,3	19.560	391.200
Promedio	308	1,4	2.580	11,9	6.943	32,1	8.693	40,0	2.763	12,6	443	2,0	21.731	434.633
D1	150 <sup>b</sup>	0,7	2.100 <sup>a</sup>	9,5	7.030 <sup>a</sup>	31,9	9.680 <sup>a</sup>	43,9	2.680 <sup>a</sup>	12,2	400 <sup>a</sup>	1,8	22.040	440.800
D2	470 <sup>a</sup>	2,2	3.050 <sup>a</sup>	14,3	6.850 <sup>a</sup>	32,0	7.700 <sup>b</sup>	36,0	2.830 <sup>a</sup>	13,2	480 <sup>a</sup>	2,2	21.380	427.600
Promedio	310	1,5	2.575	11,9	6.940	32,0	8.690	40,0	2.755	12,7	440	2,0	21.710	434.200

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

AG: "arañas" grandes ( $\geq 200$  g). AM: "arañas" medianas (100-200 g). AP: "arañas" pequeñas ( $< 100$  g).

D1: densidad de siembra de las "arañas" a 25.000 pl/ha. D2: densidad de siembra de las "arañas" a 17.857 pl/ha.

Los promedios en cada variable con letras en superíndices distintas indican diferencias significativas según la prueba de LSD ( $p < 0,05$ ).

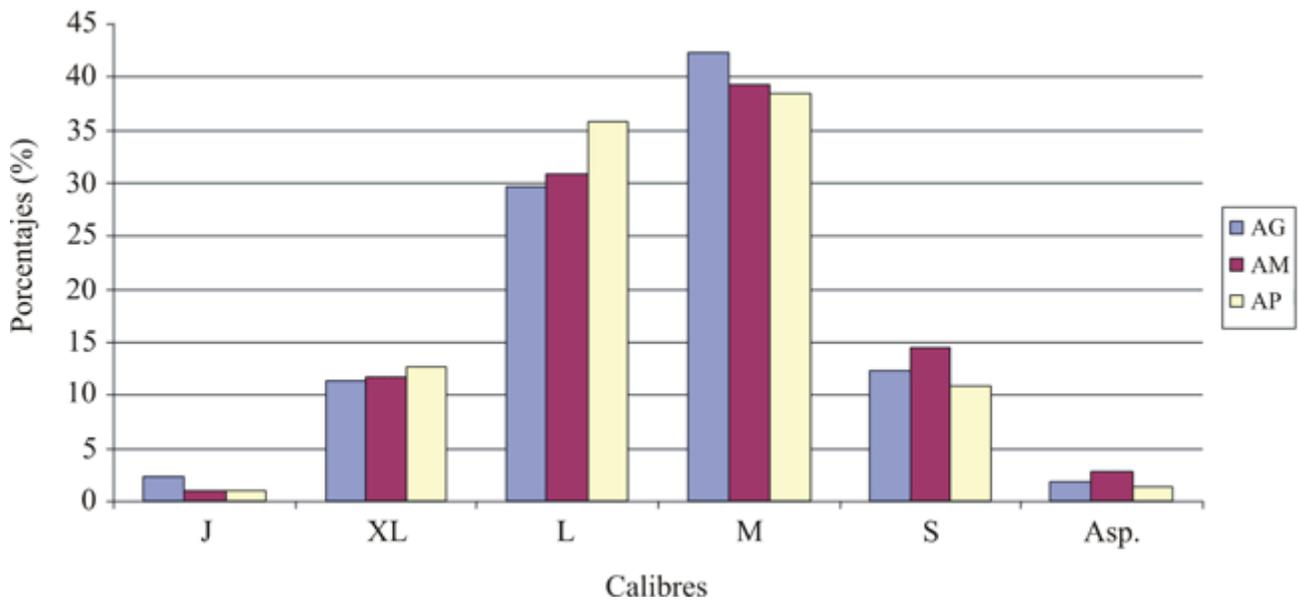
Más del 70 % de la producción total correspondió a los calibres M y L, tal como se observa en la Fig. 8. Dichos resultados difieren de los obtenidos en la primera temporada de evaluación en la que casi el 70 % correspondió a los calibres M y S (Castagnino *et al.*, 2006a).

Además de las exigencias de calidad, que cada vez son mayores, los consumidores establecen preferencias de acuerdo al calibre de los espárragos, ya que en los países de Europa optan por los turiones de mayor calibre (L, XL y J) y en Estados Unidos eligen turiones de menor calibre (S y M); por este motivo resulta necesario ajustar adecuadamente la densidad a utilizar para las nuevas plantaciones de acuerdo a los mercados potenciales de destino y estudiar como inciden los distintos marcos de plantación en la productividad alcanzada, no solo en los primeros años del cultivo, donde se obtiene un crecimiento exponencial, sino fundamentalmente en la etapa adulta.

Respecto de la incidencia del tamaño del órgano de inicio evaluado, solo se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para los calibres L, M y S (Fig. 8).

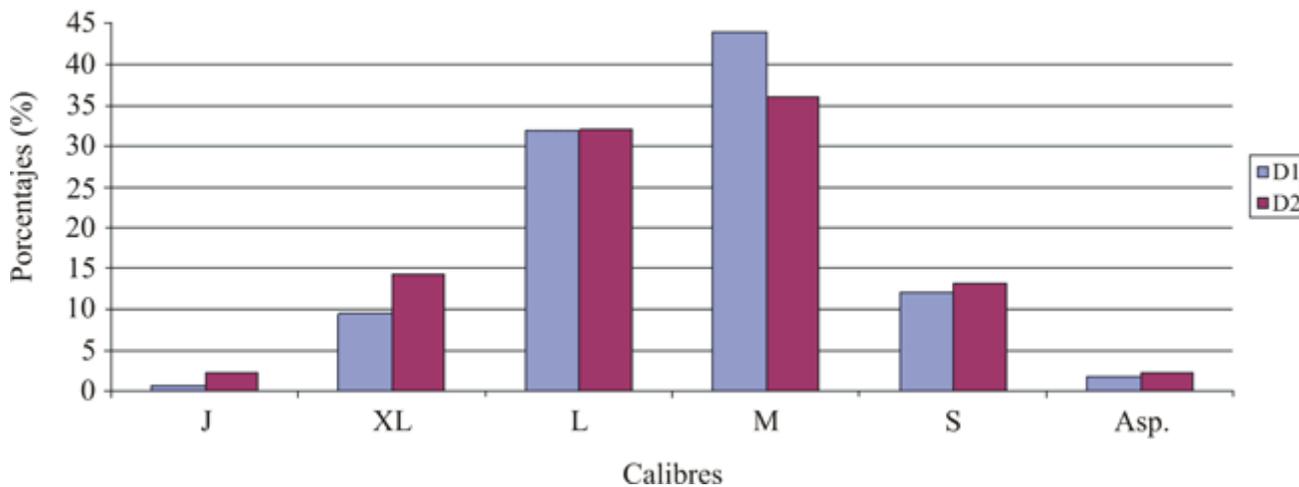
En el caso de la variable densidad, se obtuvieron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en los calibres J y M, destacándose D2 en J y D1 en M (Fig. 9). Para los demás calibres no hubo diferencias ( $p > 0,05$ ). Los escasos valores obtenidos en la producción de Asparagina, demostraron que no habría existido daño por sobre cosecha en la plantación para ninguna de las variables en estudio (Figs. 8 y 9).

Respecto de la cantidad de turiones producidos por planta a lo largo de las 20 cosechas efectuadas, con el empleo de "arañas" grandes (AG) se produjeron 20 turiones, con el tamaño mediano (AM) 23, mientras que con las arañas pequeñas (AP) 18. En el caso del empleo de la mayor densidad (D1) se obtuvieron 18 turiones por planta, mientras que con la menor densidad (D2) 24, lo que estaría motivado por la competencia intraespecífica mencionada, en el caso de la mayor densidad utilizada.



J: Jumbo. XL: Extra Large. L: Large. M: Medium. S: Small. Asp.: Asparagina.  
 AG: "arañas" grandes (> 200 g). AM: "arañas" medianas (100-200 g). AP: "arañas" pequeñas (< 100 g).

**Figura 8.-** Incidencia del tamaño del órgano de inicio ("arañas") en la distribución porcentual de calibres logrados.



J: Jumbo. XL: Extra Large. L: Large. M: Medium. S: Small. Asp.: Asparagina.  
 D1: densidad de siembra de las "arañas" a 25.000 pl/ha. D2: densidad de siembra de las "arañas" a 17.857 pl/ha.

**Figura 9.-** Influencia de la densidad en la distribución porcentual de calibres logrados.

Estos resultados demuestran que se habría superado el punto de estabilización, que fue así denominado por Kaufman y Orth (1990) trabajando con 45.000 plantas/ha para una línea macho y 30.000 plantas/ha para el cultivar Helios. McCormick y Thomsen (1990) observaron que en plantaciones jóvenes al aumentar la población de 19.000 a 44.000 plantas/ha, se incrementa el rendimiento total sin disminuir la calidad en forma importante. Estos resultados concuerdan con las consideraciones de Krarup-H. (2005) quien expresó que, el número de turiones por planta tiene tendencia a seguir aumentando a medida que se avanza en temporadas de cosecha en el caso de la menor densidad poblacional, pero a disminuir a partir de la tercera temporada en el caso de la mayor, al igual que el rendimiento por planta. Es decir, a densidades poblacionales mayores se empezarían a producir competencias entre plantas antes que a menores; consideraciones lógicas.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

- El empleo del sistema tradicional de “arañas” para el inicio de una plantación de espárrago verde permitió lograr un volumen productivo total de 20 t y comercial de 10 t, con una producción de turiones de buen calibre, demostrando una gradualidad productiva al menos hasta el sexto año al que correspondió la presente evaluación.
- El tamaño del órgano de inicio utilizado (“arañas”), al llegar a la etapa adulta, no incide en el rendimiento productivo, por efecto de la competencia intraespecífica; a diferencia de lo ocurrido en la etapa de productividad creciente.
- Por lo expuesto puede decirse que tanto el tamaño de órgano de inicio como la densidad, dejan de ser variables que inciden de manera significativa en el

resultado productivo final, en la etapa adulta de las plantaciones de espárrago verde.

- En la esparraguera adulta (evaluada) el 45,4 % de los turiones correspondió a calibres grandes (J, XL y L) y el tamaño mediano de órgano de inicio (AM) destacó por superior productividad de turiones de calibres M.
- Si bien ya no se detectan diferencias en la mayoría de las variables en estudio, sería conveniente continuar evaluando dicho ensayo, a fin de determinar si la productividad global del cultivo de espárrago verde iniciado por el sistema tradicional y manejado de secano, se mantiene, aumenta o decrece.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asprelli, Pablo Diego; López-Anido, Fernando Sebastián y COUNTRY, Enrique Luis. 2005. Caracteres agronómicos en el cultivo de espárrago de diferentes edades y manejos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 40(1):47-52.
- Bukhsh, M. Ahmad Alias Haji A.; Ahmad, Riaz; Ishaque, M. and Malik, Asmat Ullah. 2011. Why do maize hybrids respond differently to variations in plant density?. *Crop & Environment*. 2(1):52-60.
- 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-Vásquez, 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.
- CCE. 1999. Comisión de las Comunidades Europeas. Reglamento (CE) n° 2377/1999 de la Comisión, de 9 de noviembre de

- 1999, por el que se establecen las normas de comercialización de los espárragos. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 42(L 287):6-11.
- Cointry, Enrique Luis; López-Anido; Fernando Sebastián; Gatti, Ileana; Cravero, Vanina Pamela; Firpo, Inés Teresa and García, Stella Maris. 2000. Early selection of elite plants in asparagus. *Bragantia*. 59(1):21-26.
- Cueto, G.G. and Lesnick, D.J. 1999. Yield performance of new asparagus cultivars at dole tropifresh, Polomolok, Philippines. *Acta Horticulturae*. 479:163-168.
- Díaz-T., Ramón; Baldoni, Tullio y León, Bernaldo. 1992. Notas sobre el cultivo de espárragos. *Fonaiap Divulga*. N° 40. [http://sian.inia.gov.ve/repositorio/revistas\\_tec/FonaiapDivulga/fd40/texto/notas.htm](http://sian.inia.gov.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd40/texto/notas.htm)
- Drost, D.T. 1997. Asparagus. In *The physiology of vegetable crops*. (pp. 621-649). Cambridge, UK: CABI Publishing.
- Ellison, J. Howard. 1986. Asparagus breeding. In *Breeding vegetables crops*. (pp. 521-569). Westport, Connecticut, USA: AVI Publishing Company, Inc.
- Falavigna, A. e Porcelli, S. 1986. Asparago: nuove tecniche e varietà adatte per risalire la china. *Giornale de Agricoltora*. XCVI(39):41-45.
- Falavigna, Agostino e Palumbo, A. Domenico. 2001. La coltura dell' asparago. Bologna, Milano, Roma: Calderini Edagricole. pp. 52, 130.
- Falavigna, A. 2004. Strategie per la ottimizzazione e valorizzazione della produzione di asparago in Sicilia. Spadafora, Mesina, Italia: Editorial Grillo e Famá. pp. 39-40.
- Falavigna, A. 2006. I punti critici dell' asparago in campo e nel post-raccolta. *L'Informatore Agrario*. 62(1):52-56.
- Fariás, V; Krarup, C. y Contreras, S. 2004. Efectos de población sobre rendimiento y calidad de turiones de cuatro cultivares de espárrago. *Ciencia e Investigación Agraria*. 31(2):119-127.
- Giacconi-M., Vicente y Escaff-G. Moisés. 1995. Cultivo de hortalizas. Santiago de Chile, Chile: Editorial Universitaria, S. A.
- 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 Orth, W.D. 1990. Principles of plant density for green asparagus harvested by different methods. *Acta Horticulturae*. 271:227-234.
- Keuls, M. en Post, J.J. 1957. Invloed van de temperatuur op de groei van asperges. Wageningen, Nederland: Mededeling/Instituut voor de Veredeling van Tuinbouwgewassen (IVT). Mededelingen Directeur van de Tuinbouw. 19:827-845.
- Krarup-H., Aage. 2005. Efecto de niveles de nitrógeno y densidades de población en los rendimientos de los primeros años de una esparraguera. *Agro Sur*. 33(1):20-28.
- Krarup-H., Aage y Krarup-L., June P. 1987. Rendimiento de espárragos verdes y blancos bajo dos modalidades de cosecha. *Agro Sur*. 15(2):47-53.
- Krarup-H., Christian y Contreras-E., Samuel. 2002. Elongación y ramificación de turiones de espárrago durante una cosecha primaveral. *Agricultura Técnica*. 62(2):191-200.

- Krarup-H., Christian y Krarup-H, Aage. 2002. Potencialidad productiva del espárrago en Chile. *Agronomía y Forestal UC*. 14:9-14.
- Krarup-Hjort, Christian. 1998. Espárragos congelados: requerimientos para la agroindustria y variedades. *Agroeconómico* 45:28-33.
- Marina, Javier Alejandro; Castagnino, Ana María; Sastre-V. Patricia; Díaz, Karina y Guisolis, Andrea Paola. 2010. Alternativas para optimizar la productividad y asegurar una mejor calidad del espárrago (*Asparagus officinalis* var. *altilis* L.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 4(1):55-66.
- McCormick, S.J. and Thomsen, D.L. 1990. Management of spear number, size, quality and yield in green asparagus through crown depth and population. *Acta Horticulturae*. 271:151-158.
- Paske, M.R.A. 1996. Importing fresh asparagus - A personal viewpoint. *Acta Horticulturae* 415:19-24.
- Paz-Pellat, Fernando; Odi-Lara, Magali; Cano-González, Alejandro; Bolaños-González, Martín A. y Zarco-Hidalgo, Alfonso. 2009. Equivalencia ambiental en la productividad de la vegetación. *Agrociencia*. 43(6):635-648.
- Peterson, Todd Alan, Reinsel; Michael D. and Krizek, Donald T. 1991a. Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill., cv. 'Better Bush') Plant response to root restriction. 1. Alteration of plant morphology. *Journal of Experimental Botany*. 42(10):1233-1240.
- Peterson, Todd Alan, Reinsel; Michael D. and Krizek, Donald T. 1991b. Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill., cv. 'Better Bush') Plant response to root restriction. 2. Root respiration and ethylene generation. *Journal of Experimental Botany*. 42(10):1241-1249.
- Rivera, Inés y Rodríguez, José Pablo. 1999. Perfil de mercado: espárrago. Documento de trabajo N° 5. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 36 p. ISSN: 1514-0555. [http://inta.gob.ar/documentos/perfil-de-mercado-esparrago/at\\_multi\\_download/file?name=DT\\_05.pdf](http://inta.gob.ar/documentos/perfil-de-mercado-esparrago/at_multi_download/file?name=DT_05.pdf)
- Rodkiewicz, T. 2008. Vitamin C changes and total antioxidant activity of fresh and stored green asparagus spears. *Acta Horticulturae*. 776:235-238.
- Rodkiewicz, Teresa. 2011. Yielding of green asparagus cultivated on a medium heavy soil. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*. 10(3):175-186.
- 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/SAA010\\_Esparrago\\_v08.pdf](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sello/sistema_protocolos/SAA010_Esparrago_v08.pdf)
- San Martín-Izcue, C. 1988. El riego del espárrago. *Agrícola Vergel*. 83:623-626.
- 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/análisis-económico-empleo-dos-hibridos.pdf>
- Sarlangue, Tomás; Andrade, Fernando H.; Calviño, Pablo A and Purcell, Larry C. 2007. Why do maize hybrids respond differently to variations in plant density?. *Agronomy Journal*. 99(4):984-991.
- Sportelli, G.F. 2002. L'asparago può sfondare anche nel Mezzogiorno. *Colture Protette*. 2:23-27.