



Artículo

Impacto de técnicas innovadoras aplicadas a la cadena agroalimentaria espárrago (*Asparagus officinalis* L.) para optimizar el posicionamiento en diferentes mercados

Impact of innovative techniques applied to the asparagus (*Asparagus officinalis* L.) agri-food chain to optimize positioning in different markets

Andrea P. **Guisolis**^{1*}, Ana M. **Castagnino**², Karina **Díaz**², Patricia **Sastre Vázquez**²,
Javier A. **Marina**¹, Alicia **Zubiría**²

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

²Centro Regional de Estudio Sistémico de Cadenas Agroalimentarias (CRESCA), Facultad de Agronomía (UNCPBA). Avenida República de Italia, N° 780, C. P. 7300, Azul, Argentina.

*Autora para correspondencia: andreaguisolis@hotmail.com

Aceptado 27-October-2010

Resumen

El espárrago (*Asparagus officinalis* L.) es un producto delicado cuyo destino son segmentos de mercados muy exigentes en la presentación y cada vez más proclives a la adquisición de productos IV Gama, presentados en bandeja y listos para consumir. Actualmente, existen técnicas innovadoras de manejo productivo (empleo de plantines) y manejo poscosecha (empleo de bandejas). Con el objetivo de estudiar el impacto sobre el rendimiento de densidades (D1: 35.714; D2: 23.810 y D3: 17.857 pl/ha), tamaños de plantines PG:celda grande (70 cm³), PM:celda mediana (50 cm³) y PP:celda pequeña (20 cm³) y la pérdida de peso fresco durante la poscosecha de turiones de distintos calibres (Large L, Medium M y Small S) acondicionados en bandejas con (CF) y sin film (SF), se realizó un ensayo, en la Facultad de Agronomía, UNCPBA, en donde se evaluaron las variables: productividad neta comercial

(PNCH) (kg/ha); por cosecha (PNCC) (kg/cosecha); N° de turiones (NT) y peso promedio por turión (PPT). PNCH fue 1° año: 8012,6 kg/ha; 2° año: 4468,86 kg/ha ($p < 0,05$), mientras que PG:5.757, PM:6.213 y PP:6.688 kg/ha. El PPT de PG:10,46; PM:9,86 y PP:10,77 g/turión. D1 produjo 1069,14 kg/ha más y la mayor cantidad de turiones/ha (648,033). El peso fresco de los turiones acondicionados CF resultó estadísticamente superior ($p < 0,05$), obteniéndose en promedio 13,0 y para SF 10,45 g/turión. Respecto de los calibres los mayores perdieron menos peso (CF-L:5; CF-M:5; CF-S:9,1 %; SF-L:26; SF-M:35; SF-S: 36,36 %). Solo se conservaron características organolépticas en CF; L:50, M:28,57 y S:14,28 %. Por lo expuesto convendría utilizar D1 y el empleo de bandejas para su acondicionamiento.

Palabras claves: *Asparagus officinalis* L., calibres, densidad, IV Gama, poscosecha, tamaño de plantín.

Abstract

Asparagus (Asparagus officinalis L.) is a delicate product whose final destination are market segments which are highly demanding in the presentation, and more likely to purchase IV Gama ready to consume products in trays. At present, there are innovative production techniques (use of seedlings) and after harvest techniques (use of trays). In order to study the impact on yield of densities (D1: 35,714; D2: 23,810 and D3: 17,857 pl/ha), size of seedlings PG: large cell (70 cm³); PM: medium cell (50 cm³) and PP: small cell (20 cm³) and loss of fresh weight of different caliber turions (Large L; Medium M and Small S) processed in trays with (CF) and without (SF) film after harvest, a trial was carried out at UNCPBA. Net commercial productivity (PNCH) in kg/ha and per harvest (PNCC) in kg/harvest; N° of turions (NT) and average turion weight (PPT) were studied. The PNC was 1st year: 8,012.6 kg/ha; 2nd year: 4,468.86 kg/ha ($p < 0.05$), whereas PG:5,757; PM:6,213 and PP:6,688 kg/ha. The PPT of PG:10.46, PM:9.86 and PP:10.77 g/turion. D1 produced 1,069.14 kg/ha more and the greatest number of turions/ha (648,033). The fresh weight of processed turions CF resulted statistically higher ($p < 0,05$), with an average 13 and for SF 10.45 g/turion. Concerning caliber, the larger ones lost less weight (CF-L:5; CF-M:5; CF-S:9.1%; SF-L:26; SF-M:35; SF-S:36,36 %). Therefore, it would be advisable to use D1 and trays for the processing of asparagus.

Key words: after harvest, *Asparagus officinalis* L., caliber, densities, IV Gama, size of seedling.

INTRODUCCIÓN

El espárrago (*Asparagus officinalis* L.) es un producto delicado que tiene como destino segmentos de mercados muy exigentes en cuanto a la presentación del producto y cada vez más proclive a la adquisición de productos IV gama, presentados en bandeja y listos para consumir. Además, actualmente, esta especie cuenta con la posibilidad de utilización de

técnicas innovadoras de producción, que permiten ajustar el producto a los mercados de destino, por lo cual es necesario el estudio de su comportamiento en diferentes ambientes.

El éxito de los productos envasados y listos para consumir esta dado principalmente en mantener la calidad conservando las propiedades naturales y frescas del producto durante más tiempo, sin la necesidad de incorporar ningún tipo de aditivos o conservan-

tes.

En la actualidad las presentaciones tradicionales de atados de espárragos están siendo reemplazados por el uso de bolsas transparentes de polietileno y bandejas, que cubren totalmente los turiones comercializados, ya que reducen la tasa respiratoria con la consecuente disminución de las pérdidas de peso fresco (Moleyar y Narasimham, 1994; Fonseca *et al.*, 2000; Ramos-Ramírez *et al.*, 2009).

Argentina cuenta con diversas herramientas de diferenciación como son el Sello de Calidad de Alimentos Argentinos y el Protocolo de Calidad para Espárragos Frescos. En dicho protocolo se indica que para la producción de espárragos se define como atributo de calidad a la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas y de Buenas Prácticas de Manufactura, desde su producción hasta su comercialización. Por otro lado, las características de acondicionamiento, almacenamiento y transporte, deben ser respetadas para garantizar la funcionalidad en términos de vida útil del producto.

La tendencia en países del hemisferio sur es realizar plantaciones más densas buscando, por un lado, mayor rendimiento y, por otro, disminuir el calibre de los turiones (González-A y del Pozo-L, 2003), atendiendo a las demandas del mercado internacional (Paske, 1996), principalmente el de Estados Unidos, que prefiere este tipo de calibre. Sin embargo, la Unión Europea demanda turiones de gran calibre; por tal motivo, es necesario analizar como inciden los distintos marcos de plantación en la productividad lograda, para poder así, abastecer a los diferentes mercados.

El espárrago constituye en Argentina una alternativa productiva destinada, tanto al mercado externo como al interno. Es una hortaliza de consumo no tradicional altamente perecedera que requiere de la optimización del manejo, no solo en el eslabón productivo, sino en todos los eslabones de la cadena.

Históricamente el país tiene una elevada estacionalidad en la comercialización, en correspondencia con el período de producción nacional. En las últimas dos décadas se han comercializado internamente 20.300 t, con un promedio anual de 1.000 t. Existen evidencias que en los últimos años se produjo un déficit del 30 % respecto de los valores históricos, lo que condujo a la necesidad de importar desde países como Perú y Chile (principales productores mundiales), para poder abastecer el mercado local. Esta situación muestra que existen grandes oportunidades para el reposicionamiento del cultivo tanto para el mercado interno, como para la exportación en fresco (Sastre-Vázquez *et al.*, 2010). En el mercado internacional existe una gran demanda de este producto, siendo Alemania, Estados Unidos, Japón, Francia y Suecia los principales países consumidores de espárragos tanto en fresco como procesados.

Dado que la adecuada selección del cultivar es uno de los factores principales para llegar al éxito de cualquier cultivo, en el presente trabajo se utilizó el híbrido UC 157 tradicionalmente cultivado en los países latinoamericanos por su adaptación a las condiciones climáticas. El rendimiento y calidad está determinado por un componente genético y un componente ambiental (Holliday, 1960). Esto es aún más significativo en especies como el espárrago, ya que, su vida productiva es normalmente superior a los diez años.

El ciclo vital de las plantas de espárrago verde se divide en cuatro fases: de crecimiento temprano, los primeros dos años desde la plantación, caracterizados por un fuerte desarrollo vegetativo; de productividad creciente (3° - 4° año) que corresponde a los dos 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). Eventuales errores pueden incidir sobre la producción y so-

bre la calidad de los turiones cosechados, a lo largo de su vida útil; es así que resulta fundamental contar con una adecuada planificación del cultivo, que incluya la elección del marco de plantación, tamaño de plantín, entre otras variables. 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.*, 2006).

Para esta especie es importante considerar no sólo el rendimiento total del cultivo, sino también la calidad de sus turiones producidos, ya que el porcentaje de desecho puede variar significativamente entre cultivares (González-A, 2001) y manejo del cultivo.

Si se opta por utilizar el sistema moderno de plantines, éste permite iniciar el cultivo definitivo a los setenta días de la siembra aproximadamente. El momento óptimo para el trasplante es una vez superado el período de riesgo de heladas tardías y cuando la temperatura del suelo no sea menor a los 15 °C, es decir, que los plantines pueden ser trasplantados en primavera o al comienzo del verano (Sportelli, 2002), lo que permite anticipar en prácticamente un año el inicio definitivo del cultivo. Esta alternativa productiva tiene la particularidad de requerir tecnologías específicas ya que es necesario el riego inmediato luego de plantarlos para asentar la tierra alrededor de éstos. La densidad de plantación recomendada es de 20.000 a 30.000 pl/ha con una distancia entre hileras de 1,40 m y 0,30 - 0,35 m entre plantas.

La ventaja principal de este sistema de inicio, radica en la optimización del costo de la semilla lo que para el caso de utilizar híbridos es un aspecto importante al momento de decidirse por este sistema o el tradicional por araña (Castagnino, 2004). Existen otras ventajas que presenta el empleo de plantines como el incremento de la densidad de cultivo, una mayor elasticidad en la programación de los trasplantes, elevada seguridad sanitaria, entrada

en producción al año de su implantación (a diferencia del sistema tradicional que demanda dos años) y costo de producción muy inferior. 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. Sin embargo, en las plantaciones iniciadas por plantines se reduce notablemente su producción (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, en la etapa de plantín, 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 la maduración del fruto antes y 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.

Debido a la característica plurianual del cultivo, el período de evaluación es prolongado, no obstante, Gatti *et al.* (2000) sostienen que la evaluación del rendimiento durante los primeros años de cosecha se correlaciona altamente con la productividad en períodos más prolongados, y por lo tanto, puede utilizarse como estimador del desempeño de las distintas situaciones.

La exportación de espárrago hacia los mercados internacionales debe resolver el problema de que es un producto con una vida poscosecha corta, por lo que una vez cosechado debe de enfriarse inmediatamente a una temperatura de 0 a 2 °C. Las condiciones comerciales recomendadas para el almacenamiento de espárrago fresco son temperaturas de 0 a 2 °C y humedad relativa del 95 al 99 %. Bajo estas condiciones se logra una vida de almacenamiento de 14 a 21 días. Sin

embargo, si la temperatura de almacenamiento se mantiene a 0 °C por un periodo mayor a 10 días, los turiones de espárrago desarrollan daño por frío (Sánchez-Estrada *et al.*, 2007).

Algunos autores (King *et al.*, 1990; Hennion *et al.*, 1992; Hernández-Rivera *et al.*, 1992; Hurst *et al.*, 1993; Bhowmik y Matsui, 2003) han encontrado que una demora de 4 horas en su enfriamiento puede provocar un aumento del 40 % en la firmeza del mismo, con lo cual pierde las características óptimas de comercialización. Por otro lado, aún cuando la humedad relativa elevada es esencial para prevenir la deshidratación y para mantener la frescura de los turiones de espárrago, estas condiciones deben aplicarse en combinación con temperaturas bajas, para evitar la proliferación de patógenos y el crecimiento del turión. Las bajas temperaturas de almacenamiento, retrasan la senescencia y la pérdida del sabor además de que reducen la producción de etileno. Esto último mejora el mantenimiento de la calidad del turión de espárrago ya que la exposición al etileno acelera su lignificación.

Los turiones del espárrago presentan una respiración extremadamente alta (mayor de 60 mg CO₂/kg/h a 5 °C) como consecuencia de una actividad metabólica muy intensa necesaria para mantener la división celular que se lleva a cabo en el meristemo apical, que es la región comprendida desde el ápice hasta los 15 mm. Este fenómeno es típico de tejidos que se encuentran en las etapas de división y diferenciación celular. Debido a esto, cualquier metodología que se desarrolle para mantener la calidad del espárrago en condiciones comercializables por un tiempo suficientemente largo, debe de ser optimizada considerando sus efectos en el control de la actividad metabólica del meristemo apical del espárrago (Gariépy *et al.*, 1991; Brash *et al.*, 1995).

Por tratarse de una especie con gran difusión a nivel mundial y con tendencia positiva en la demanda (SAGPyA, 2007), de la que los consumidores presentan cada vez mayo-

res exigencias no solo en la calidad intrínseca del producto ofrecido, sino también en presentaciones innovadoras, que hacen necesario el estudio del comportamiento del cultivo durante la etapa de campo y también durante el acondicionamiento. El objetivo de este trabajo fue determinar la incidencia de técnicas de manejo (en el eslabón productivo y en poscosecha) sobre la productividad comercial en la etapa adulta de una plantación de espárrago verde para diferentes mercados. A tal fin se estudió el impacto productivo de las siguientes técnicas:

- En el eslabón productivo: tres densidades, tres tamaños de órganos de inicio.
- En el eslabón poscosecha: diferentes presentaciones (tradicional en atados y IV Gama), distribución de calibres para diferentes mercados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ensayo a campo

Las pruebas se realizaron en la Chacra Experimental de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA) a los 36° 48' Latitud Sur y 59° 51' Longitud Occidental, sobre la Ruta Nacional N° 3, en Azul, Provincia de Buenos Aires.

El terreno se presentó bien estructurado, con pH ligeramente ácido y buena dotación de fósforo. Antes de la plantación se realizó una fertilización de fondo con fosfato di amónico ((NH₄)₂HPO₄) y posteriormente, en cobertura, durante el verano se efectuaron aplicaciones parcializadas de urea en banda.

La profundidad de la plantación fue de 0,25 m y el marco utilizado de 1,4 m entre hileras y 0,20; 0,30 y 0,40 m entre plantas, correspondientes a tres densidades: D1: 35.714 pl/ha; D2: 23.810 pl/ha y D3: 17.857 pl/ha.

En el caso de tamaño de plantines se utilizaron plantines de 70 días, de tres tamaños

diferentes: PG: de celda grande (70 cm³), PM: de celda mediana (50 cm³) y PP: de celda pequeña (20 cm³).

Los períodos de cosecha evaluados correspondieron al cuarto y quinto año productivo (etapa adulta), y sexto y séptimo desde la plantación. Los mismos se realizaron desde el 01/10 al 30/11 de 2008 y del 18/09 al 30/10 de 2009, con una frecuencia de cosecha de día por medio.

El lote se mantuvo libre de malezas, desde la plantación, mediante labores mecánicas con motocultivador, manuales y químicos.

Los ensayos se ajustaron al diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, con un total de parcelas elementales de 18, constituida cada una por un promedio de 27 plantas.

Se utilizó riego por surco desde la plantación y hasta que las plantas lograran una profundidad tal que les permitió continuar el ciclo de vida sin el empleo de riego complementario.

En todos los casos se estudió:

- Número de turiones (NT) producidos por cosecha y por hectárea.
- El peso fresco en kg netos comerciales por hectárea (PNCH) y los obtenidos a lo largo del período de cosecha (PNCC).
- Peso promedio por turión (PPT).
- La distribución de calibres, acorde con el Protocolo de Calidad para Espárrago Verde de Argentina (SAGPyA, 2007), agrupados en categorías, según las posibilidades de mercados de destino: Grandes (Extra Large - XL y Large - L), Medianos (Medium - M) para la exportación y Pequeños (Small - S y Asparagina) para el mercado interno.

Con las variables mencionadas se realizó un análisis univariado de la varianza con un diseño de parcelas divididas en el tiempo donde los factores fueron: tamaño (tres niveles),

densidad (tres niveles) y la subparcela año (2 niveles). El software utilizado fue el SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), versión 15.0 para Windows (SPSS Inc. Chicago, IL, USA).

Ensayo de poscosecha

La evaluación se realizó en laboratorios de la Facultad de Agronomía de Azul, perteneciente a la UNCPBA.

Los turiones de espárragos fueron cosechados, lavados, cortados, pesados, seleccionados, calibrados y acondicionados en bandejas de 500 g con film (CF) y sin film (SF).

Para el calibrado se siguieron las recomendaciones del Protocolo de Calidad de Espárragos (SAGPyA, 2007) según el cual, el tamaño de los turiones (tomado a 2 cm desde la base) es determinado por la longitud y/o el diámetro ecuatorial del turión; esto permite la clasificación en diversos calibres entre los que se destacan: Small (6 - 9 mm), Medium (9 - 12 mm) y Large (12 - 16 mm), la tolerancia de calidad permitida es de un 10 % de la cantidad o peso del atado, siendo aceptada una diferencia máxima de 2 mm.

Las muestras fueron acondicionadas en la heladera a 4 ± 1 °C aproximadamente, con tres repeticiones por tratamiento. La variable analizada fue pérdida de peso fresco durante la conservación, con una frecuencia de toma de datos de día por medio.

Para todas las variables se realizó el análisis de la varianza (ANOVA) de tipo factorial a dos vías y a una vía. Las medias fueron separadas con el test de la mínima diferencia significativa (LSD) para $p < 0,05$. En esta caso se empleó el software Statgraphic® Plus, versión 5.1 (Statistical Graphics Corporation, Warrenton, VA, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La productividad promedio lograda a campo para las diferentes situaciones de estudio fue de 6.200 kg/ha correspondiente a 240 g/pl; mientras que en poscosecha se determinó la conveniencia del empleo de IV gama. El análisis de esta variable demostró diferencias significativas ($p < 0,05$) en el promedio de rendimiento en los dos años evaluados, destacándose el primer año del período evaluado, que correspondió al cuarto año productivo y sexto desde la plantación

Etapas 1: Estudio de dos años de productividad comercial para diferentes mercados

Los resultados logrados en el bienio evaluado, correspondientes a la etapa adulta de una plantación de espárrago verde iniciada por plantines (etapas vegetativas 2008/2009 y 2009/2010), resultaron alentadoras, si bien en el último año se logró una significativa disminución, lo que estaría indicando la finalización del ciclo productivo. No obstante en ambos años se superó la media nacional de 3,95 t/ha.

Del análisis de las variables estudiadas, surge que existió un efecto estadísticamente significativo para todos los factores considerados. Sin embargo, no se detectó ningún tipo de interacción, de segundo ni de tercer orden.

Efecto Año

Para todas las variables consideradas, en el primer año evaluado se obtuvieron mejores resultados productivos, a excepción de turiones/ha y por cosecha cuya diferencia no resultó significativa, tal como puede observarse en los Cuadros 1, 2 y 3. Posiblemente dichos resultados se deban a que el cultivo ha iniciado su etapa descendente de producción, por encontrarse en su séptimo año desde la planta-

ción y quinto productivo.

Los resultados productivos por unidad de superficie, considerando la cantidad de cosechas efectuadas, fueron en promedio de 6.240,73 kg/ha (6,2 t/ha) tal como se deriva del Cuadro 1.

La mayor cantidad de kg/cosecha lograda en el 2008 correspondió a los turiones de tamaño mediano, mientras que la menor cantidad de kg/cosecha correspondiente al segundo año de evaluación fue para los turiones de tamaño grande (Cuadro 1).

La producción de similar NT en ambos años en estudio (Cuadro 2), posiblemente estaría indicando que el cultivo ha llegado a su etapa adulta, caracterizada por una meseta productiva. No obstante, durante los tres años anteriores la plantación presentó resultados crecientes en NT, que se corresponden con lo indicado por Gatti *et al.* (2000) quienes demostraron que a igual período de cosecha el rendimiento aumenta progresivamente con la edad del cultivo (trabajando con los dos primeros años de evaluación), debido al incremento del número de turiones.

En cuanto al número de turiones producidos, en ambos años se lograron en promedio 612.621 correspondiente a aproximadamente 24 turiones por planta, lo cual indicaría que la cantidad de yemas productivas fue similar, aunque no ocurrió lo mismo con su vigor, lo cual se manifestó en el PPT logrado que fue de 12,62 g/turión en el 2008, mientras que en el 2009 fue significativamente inferior tal como puede observarse en el Cuadro 3.

Respecto de las posibilidades de acceder a los distintos mercados, durante el bienio en estudio se pudo comprobar que el 13,14 % (correspondiente a los calibres XL y L) de la producción comercial es factible de ser destinada al mercado de la Unión Europea, el 45,46 % (correspondiente al calibre M) al mercado de USA y eventualmente a la Unión Europea, mientras que el 41,40 % restante (correspondiente a los calibres S y Asparagina),

Cuadro 1.- Comparación de los promedios obtenidos de las variables de productividad observadas en ambos años de producción.*

Tamaño de turiones	Año	PNCC	PNCH
		kg/cosecha	kg/ha
Proporciones G, M y P	2008	400,63 ^a	8.012,60 ^a
	2009	248,27 ^b	4.468,86 ^b
Proporción G	2008	53,00 ^a	1.060,00 ^a
	2009	32,84 ^b	591,12 ^b
Proporción M	2008	176,40 ^a	3.528,00 ^a
	2009	109,32 ^b	1.967,76 ^b
Proporción P	2008	171,23 ^a	3.424,60 ^a
	2009	106,11 ^b	1.909,98 ^b

G: grande, M: mediano, P: pequeño, PNCC: productividad neta comercial por cosecha, PNCH: productividad neta comercial por hectárea.

* Letras distintas en superíndices en una misma columna para cada variable con doble fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Cuadro 2.- Comparación de los promedios obtenidos para el número de turiones (NT) en ambos años de producción.*

Año	Nº de turiones/cosecha	Nº de turiones/ha
2008	32.175 ^a	643.500 ^a
2009	32.319 ^a	581.742 ^a

* Letras iguales en superíndices de una misma columna indican que no difieren estadísticamente ($p > 0,05$).

Cuadro 3.- Comparación de los promedios obtenidos en peso de turión (PPT) en ambos años de producción.*

Variable	Año	g/turión
Peso promedio por turión	2008	12,62 ^a
	2009	7,98 ^b

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

dado el comportamiento estudiado en la segunda etapa del trabajo, no convendría destinarlo al mercado de exportación y si al mercado interno.

En la Figura 1 se muestra la distribución de la producción por categoría, en la que se observa que en el 2008 se logró 1.657,56 kg/ha más de producción exportable que en el 2009.

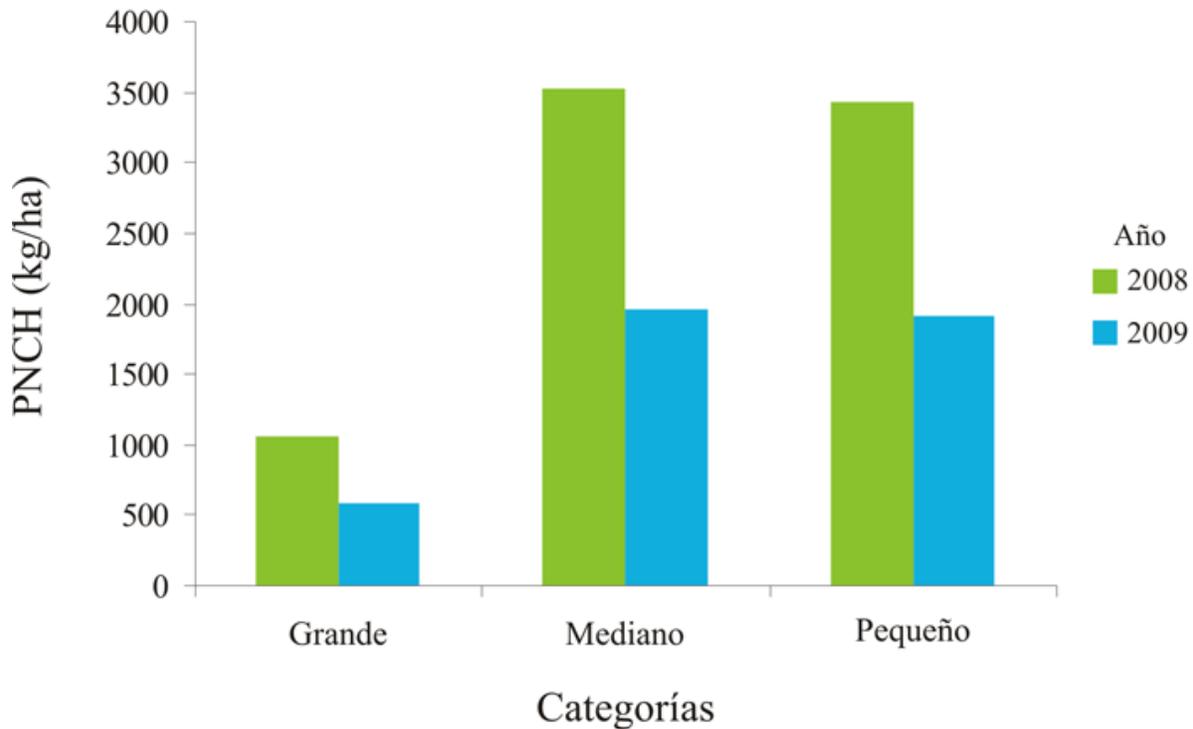


Figura 1.- Distribución de la producción neta comercial por hectárea (PNCH) por categorías evaluadas.

Efecto de la densidad

Las diferencias encontradas de peso fresco, para las tres densidades consideradas, resultaron ser estadísticamente significativas ($p < 0,05$), lográndose la mayor producción con D1, obteniéndose 1.069,14 kg/ha más que el promedio de las densidades y la menor con D3 habiéndose logrado 1.066,8 kg/ha menos que el promedio, tal como se observa en el Cuadro 4. Estos resultados se corresponden con lo indicado por Takatori *et al.* (1975) y Sanders *et al.* (1998), quienes encontraron que para rendimiento, en experimentos realizados con amplio intervalo en poblaciones, el aumento de las mismas genera diferencias significativas en el peso de los turiones cosechados.

En la Figura 2, se observan picos productivos, en correspondencia con las

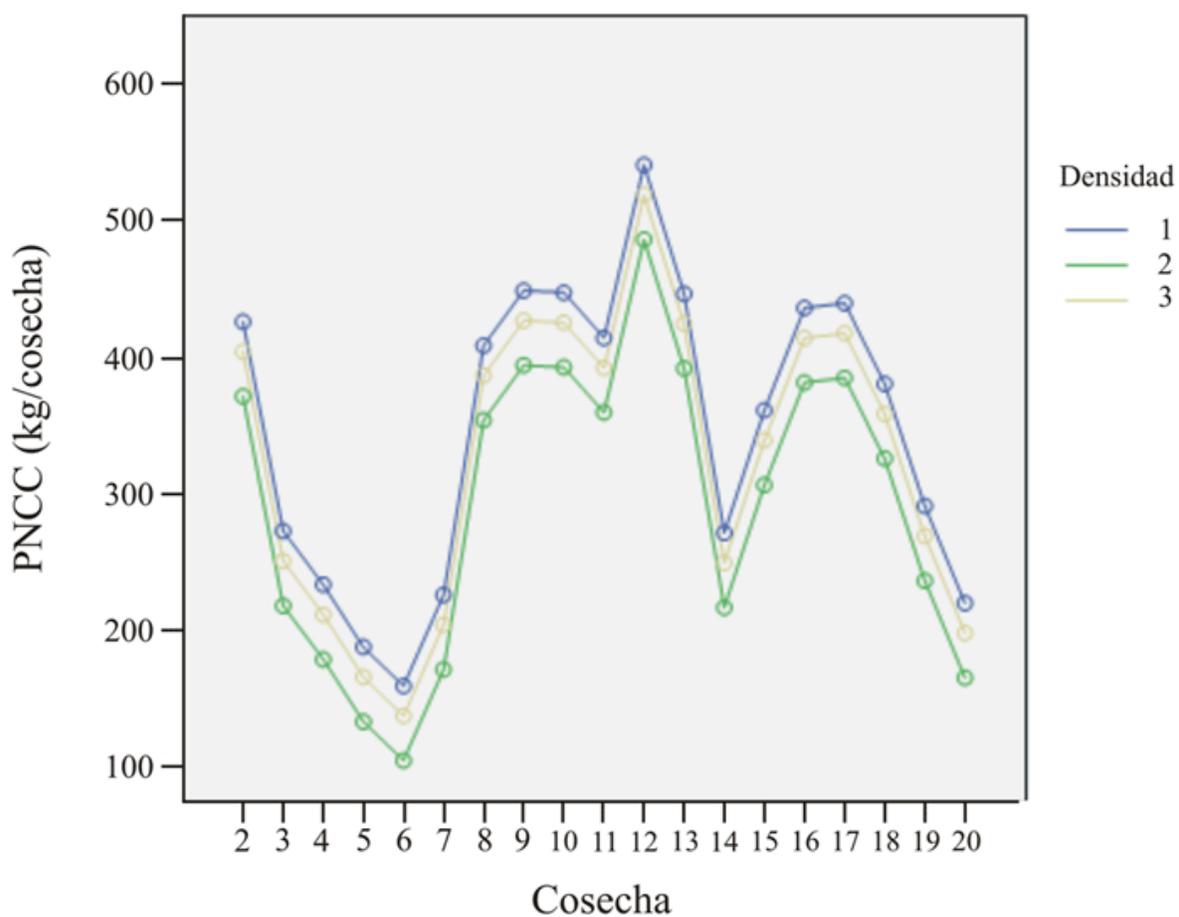
condiciones climáticas favorables. La máxima productividad en peso fresco (PNCC) para ambos años se obtuvo a inicios de la segunda mitad de campaña, aproximadamente en la cosecha 12 y 17, seguida de la 9. Sin embargo la diferencia de kg cosechados, resultó ser significativa entre un año y otro ($p < 0,05$), lográndose los mejores resultados promedio en el primer año en estudio, tal como se observa en la Figura 3.

Respecto de las tres densidades en estudio, D1 y D2 difirieron significativamente ($p < 0,05$), obteniéndose la mayor cantidad de turiones/ha con D1, mientras que con D3, se obtuvo un número de turiones que no varió significativamente de las dos anteriores (Cuadro 5). Estos resultados coinciden con lo expresado por Krarup-H (2005), que afirma que el número de turiones por planta tiene la tendencia a se-

Cuadro 4.- Comparación de medias de peso fresco para las tres densidades (D) de plantación estudiadas.*

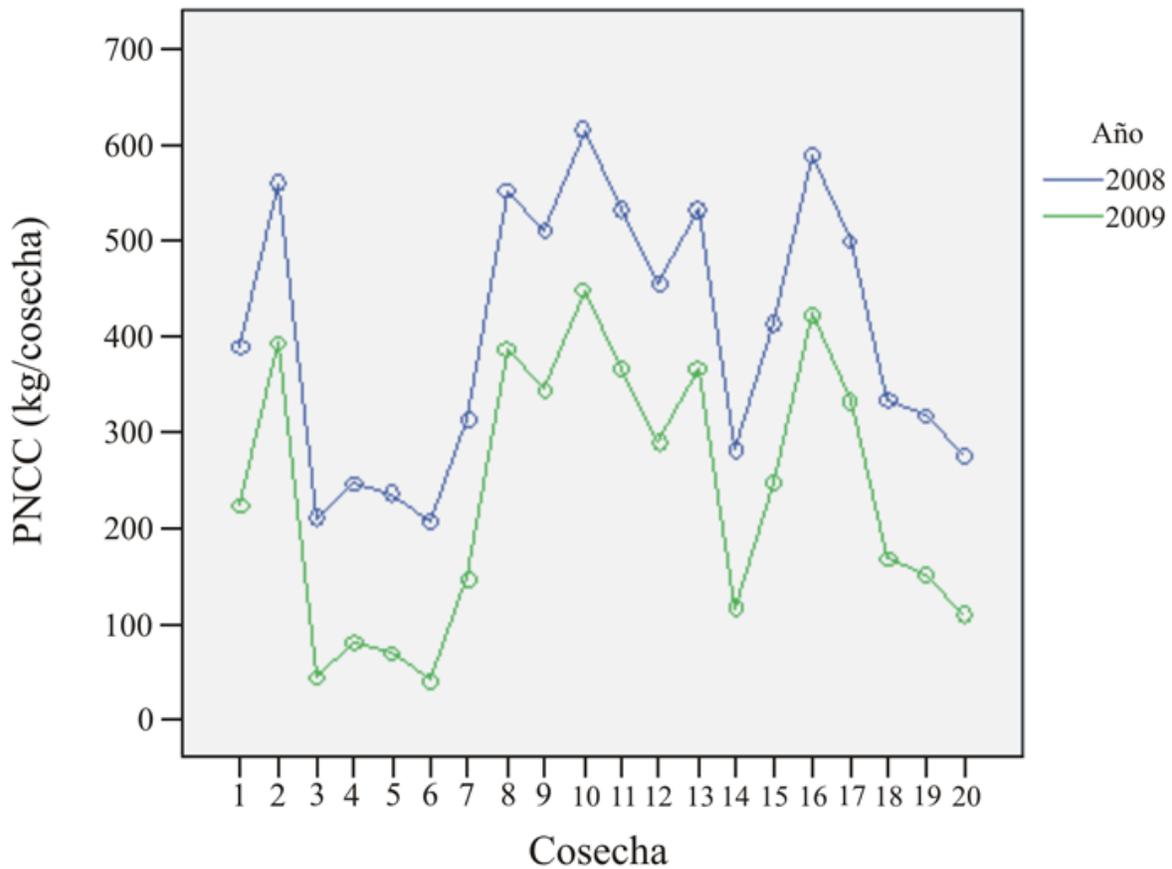
Tratamiento	Productividad		
	Densidad	kg/cosecha	kg/ha
1		369,13 ^a	7.013,39 ^a
2		312,73 ^b	5.941,93 ^b
3		256,71 ^c	4.877,44 ^c

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



PNCC: productividad neta comercial por cosecha

Figura 2.- Evolución productiva promedio a lo largo del período de cosecha, para las tres densidades consideradas.



PNCC: productividad neta comercial por cosecha

Figura 3.- Evolución productiva promedio anual a lo largo del período de cosecha.

Cuadro 5.- Cantidad de turiones obtenidos para cada densidad (D) de plantación.*

Densidad	Turiones/cosecha	Turiones/ha
1	34.107 ^a	648.033 ^a
2	30.477 ^b	579.063 ^b
3	32.867 ^{ab}	624.473 ^{ab}

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

guir 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, lo que parece lógico. Reflejo de lo anterior es que los rendimientos totales y comerciales en la tercera temporada de cosecha fueron superiores con la alta densidad de plantas, pero iguales a las de la baja densidad en la cuarta temporada y que, aparentemente, la tendencia sería a seguir creciendo en número de turiones y rendimiento por planta con la baja densidad, sin embargo, para la alta densidad poblacional no existe claridad de lo que pudiera ocurrir en temporadas posteriores.

Similar a lo encontrado por Farías *et al.* (2004), el PPT obtenido para D1 y D2 no difirió significativamente ($p > 0,05$), superando ambos el promedio que fue de 9,86 g/turión (Cuadro 6). La D3 en cambio, logró un 19,57 % menos de peso por turión que el promedio obtenido. Este resultado también concuerda con lo observado en otros experimentos en el que variaron las poblaciones en estrechos intervalos, de dos a tres veces, en las cuales el peso de turiones disminuyó en alrededor de 10 % (McCormick y Thomsen, 1990; González y del Pozo, 2002), ratificando que la disminución en peso de los espárragos es sólo marginal con incrementos moderados de la población (Sanders *et al.*, 1998).

Efecto tamaño de plantines

Los resultados obtenidos, permitieron comprobar que el tamaño de plantines utilizado para la plantación no resultó indiferente para las variables en estudio. Para la variable PNCH de todo el ensayo, se obtuvo, en promedio, mayores valores en PP (superior en 0,931 t/ha respecto PG), seguido de PM. PG fue el que menos kg/ha produjo (13,92 % menos que PP),

tal como se observa en Cuadro 7. Estos resultados posiblemente se deban a que en el caso de PG se generó competencia intraespecífica años anteriores, mientras que los plantines pequeños tuvieron la oportunidad de seguir incrementando el tamaño de sus coronas, lo que se tradujo en mejores resultados en la etapa adulta de plantación.

Cuadro 6.- Peso promedio por turión (PPT) a diferentes densidades (D).*

Tratamiento	Productividad
Densidad	g/turión
1	11,10 ^a
2	10,55 ^a
3	7,93 ^b

* Letras iguales en superíndices de una misma columna indican que no difieren estadísticamente ($p > 0,05$).

Cuadro 7.- Productividad total por cosecha (PNCC) y por hectárea (PNCH) para tres tamaños de plantines.*

Tamaño de plantín	PNCC	PNCH
	kg/cosecha	kg/ha
PG	303 ^c	5.757 ^c
PM	327 ^b	6.213 ^b
PP	352 ^a	6.688 ^a

PG:celda grande, PM:celda mediana, PP:celda pequeña.

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

De esto se desprende que, para lograr rendimientos significativos en la etapa adulta, sería conveniente utilizar un tamaño pequeño de plantines, ya que son estos precisamente, los que mayores kg/ha dan luego de 5 años de producción. Por el contrario, en evaluaciones

correspondientes a la etapa de crecimiento temprano, se comportaron mejor los plantines grandes y medianos respecto de los pequeños.

La mayor cantidad de turiones se obtuvieron para los tamaños de celda mediano y pequeño, en los cuales no hubo diferencias significativas. El tamaño de celda grande produjo aproximadamente un 15 % menos de turiones/cosecha/ha que resultó estadísticamente significativa respecto de las anteriores (Cuadro 8).

Cuadro 8.- Cantidad de turiones obtenida para cada tamaño de plantín.*

Tamaño de plantín	Turiones/cosecha	Turiones/ha
PG	29.041,13 ^b	551.781,47 ^b
PM	34.064,45 ^a	647.224,55 ^a
PP	34.093,98 ^a	647.785,62 ^a

PG:celda grande, PM:celda mediana, PP:celda pequeña.

* Letras iguales en superíndices de una misma columna indican que no difieren estadísticamente ($p > 0,05$).

Al igual que lo encontrado por Ruff *et al.* (1987), el empleo de PM y PP, permitió lograr mayor cantidad de turiones por planta, 25 respecto a PG: 21 turiones/pl.

El PPT logrado fue de 10 g aproximadamente. El mayor peso de turión fue obtenido con los tamaños PP y PG cuyo número no varió significativamente entre sí, obteniéndose un 3,92 y 0,93 % más que el promedio, respectivamente. El menor peso de turiones se obtuvo con el tamaño mediano que difirió significativamente de los dos anteriores (Cuadro 9).

Al analizar la cantidad de kg/ha cosechados de turiones, factibles de ser destinados a los distintos mercados potenciales, se detectaron diferencias estadísticamente signifi-

ficativas para todos los efectos considerados (Cuadros 10, 11 y 12).

Cuadro 9.- Peso promedio por turión (PPT) obtenido de acuerdo al tamaño de plantín.*

Tamaño de plantín	g/turión
PG	10,46 ^a
PM	9,86 ^b
PP	10,77 ^a

PG:celda grande, PM:celda mediana, PP:celda pequeña.

* Letras iguales en superíndices de una misma columna indican que no difieren estadísticamente ($p > 0,05$).

Respecto a la proporción de turiones grandes, se logró un promedio 823,71 kg/ha, destacándose el tamaño PP (Cuadro 10).

Cuadro 10.- Proporción de calibres grandes según tamaño de plantines.*

Tamaño de plantín	kg/cosecha	kg/ha
PG	40,18 ^b	763,42 ^b
PM	43,30 ^{ab}	822,70 ^{ab}
PP	46,58 ^a	885,02 ^a

PG:celda grande, PM:celda mediana, PP:celda pequeña.

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

En la proporción de turiones medianos, se destacó el tamaño PP, tal como se observa en Cuadro 11, lográndose un promedio de 2.741,76 kg/ha.

De la proporción de turiones pequeños se logró un promedio de 2.661,39 kg/ha, en donde el tamaño PP fue quien obtuvo la mayor diferencia porcentual respecto el promedio obtenido (7,43 % más) tal como se observa en el Cuadro 12.

Cuadro 11.- Proporción de calibres medianos según tamaño de plantines.*

Tamaño de plantín	kg/cosecha	kg/ha
PG	133,74 ^b	2.541,06 ^b
PM	144,14 ^{ab}	2.738,66 ^{ab}
PP	155,03 ^a	2.945,57 ^a

PG:celda grande, PM:celda mediana, PP:celda pequeña.

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

Cuadro 12.- Proporción de calibres pequeños según tamaño de plantines.*

Tamaño de plantín	kg/cosecha	kg/ha
PG	129,82 ^b	2.466,58 ^b
PM	139,92 ^{ab}	2.658,48 ^{ab}
PP	150,48 ^a	2.859,12 ^a

PG:celda grande, PM:celda mediana, PP:celda pequeña.

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

El motivo por el cual se destacó PP en las tres proporciones analizadas, posiblemente se debió a las razones previamente expresadas de que, al llegar a la etapa adulta, la distribución espacial de las plantas condiciona de manera diferente la productividad comercial lograda, destacándose aquellos casos en los que los plantines aún disponen de espacio comparativo para brindar a sus yemas mejores condiciones de adquirir mayor diámetro.

Etapas 2: Estudio del comportamiento en poscosecha de las proporciones estudiadas

Mediante el ensayo de poscosecha, se pudo comprobar la significativa conveniencia

del empleo de film para el envasado de espárrago verde, a fin de propiciar la máxima extensión posible del período de almacenamiento y comercialización. Esto fue demostrado por una diferencia promedio general de deshidratación, durante el período de evaluación, del 26 % menos mediante el empleo de film. Al igual que lo encontrado por Rotondo *et al.* (2008), el empleo de bandejas con film como envase permitió evitar pérdidas de humedad, propiciando otras ventajas adicionales como la reducción del espacio durante el almacenamiento y transporte, menor tiempo de preparación de las comidas, calidad uniforme y constante de los productos durante todo el año, posibilidad de inspeccionar la calidad del producto antes del uso y a menudo son más económicos para el usuario debido a la reducción de desperdicios.

Esta tendencia en los resultados obtenidos, permitiría afirmar que la técnica de envasado, utilizando film, se podría utilizar para extender la vida útil de los espárragos y poder optimizar oportunidades de comercio con países como los de la Unión Europea, Asia y Estados Unidos, ya que un producto bien conservado es apto para logísticas de distribución extensa, por tal motivo es necesario determinar las posibilidades comerciales de los distintos calibres logrados.

En general, se pudo comprobar que la presentación de los espárragos con film resultó favorable en forma estadísticamente significativa ($p < 0,05$) obteniéndose como promedio (peso fresco) del ensayo para CF 13 g/turión y para SF 10,45 g/turión; mientras que respecto de los calibres, los resultados estadísticos ($p < 0,05$) logrados fueron: L 18,41 g/turión; M 11,06 g/turión y S 5,68 g/turión (siendo tres grupos homogéneos).

Respetando la normativa vigente para envases en general, en el caso particular de turiones de espárragos, se consideran las características que aseguren la integridad y las condiciones de humedad del producto necesarias para su óptima conservación. Se re-

comienda que los procesos de acondicionamiento, se realicen en un período de tiempo que no supere las 24 h, dado que implicaría una acelerada pérdida de calidad del producto. Para poder obtener un producto de alta calidad el Protocolo de Calidad para Espárrago Fresco recomienda mantener el producto con una humedad relativa mayor al 95 % y a una temperatura que oscile entre 2 y 4 °C. Cumplido este proceso y sus condiciones, se garantiza una vida útil del producto de 10 a 15 días (cosecha-consumo).

A continuación se detallan los resultados logrados a lo largo del ensayo.

Evolución de la pérdida de peso fresco para diferentes presentaciones (con y sin film) en los tres calibres considerados

Con relación al grado de deshidratación logrado durante el período de estudio, por los tres calibres analizados, se pudo comprobar que todos los calibres mantuvieron el mismo comportamiento (Cuadro 13).

Respecto de los SF, si bien al finalizar el período de conservación, todos los turiones presentaron parámetros organolépticos no aptos para ser comercializados; aquellos de calibre Large y Medium perdieron un 10,36 % y 1,36 % respectivamente, menos de peso que los de calibre Small, por lo que se podría decir que a mayor calibre mejor posibilidad de conservación.

La misma tendencia se encontró en los turiones envasados CF de calibre Large y Medium, teniendo ambos solo una diferencia del 4,1 % aproximadamente respecto a los de calibre Small. Por lo tanto, a mayor calibre existiría la posibilidad de extender el período de conservación tanto CF como SF. Esto indicaría que dependiendo del calibre considerado serán las posibilidades de acceder a mercados distantes y que demandan varios días para llegar a destino.

Proporción de turiones que mantuvieron sus características organolépticas a lo largo del período de estudio en las dos situaciones analizadas

De acuerdo a los resultados obtenidos en el período de evaluación, el principal mercado de destino para la exportación debería ser el de Estados Unidos, ya que la mayor parte de la producción obtenida corresponde a los calibres pequeños y medianos. Sin embargo, según lo logrado en el ensayo poscosecha, los turiones de calibre Small, son los que mayores pérdidas por deshidratación sufrieron, dejando las posibilidades de exportación a dicho mercado, reducidas a la mitad, debido a la distancia entre Argentina y Estados Unidos, que es limitante de la llegada del producto o no llegaría a tiempo y en óptimas condiciones, respetando, de este modo, la calidad exigida por el consumidor norteamericano.

En lo que respecta a las características organolépticas los turiones de espárrago verde evaluados con envases SF no conservaron las condiciones comerciales óptimas. En el caso de los CF una proporción mantuvieron sus características a lo largo del período de estudio. Asimismo, se pudo comprobar que existió una relación directa entre el calibre y la proporción de turiones que conservaron sus características organolépticas durante el período de poscosecha, para el caso de los CF. Este aspecto estuvo vinculado al calibre, para el caso del calibre Large el 50 % de los turiones se mantuvieron en condiciones comerciales, mientras que en Medium el 28,57 % y en Small el 14,28 %. Finalmente, se pudo comprobar que los espárragos continúan creciendo después de la cosecha, en correspondencia con lo informado por Hurst *et al.* (1993), King *et al.* (1990) y Bhowmik y Matsui (2003) quienes destacan que la zona apical del turión de espárrago es muy importante en la regulación de los cambios fisiológicos poscosecha del turión y por lo tanto en los cambios en calidad durante la vida poscosecha.

Cuadro 13.- Tabla comparativa de deshidratación a lo largo del periodo de poscosecha para tres calibres diferentes.

Calibre	Deshidratación CF (%)	Deshidratación SF (%)	Diferencia (%)
Large	5,0	26,00	21,00
Medium	5,0	35,00	30,00
Small	9,1	36,36	27,26

CF: con film, SF: sin film.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El potencial productivo logrado de una plantación adulta mediante el empleo de plantines, resultó alentador ya que supero ampliamente al histórico nacional, lo que indicaría que resulta beneficioso el empleo de nuevas tecnologías de producción. Las diferencias logradas en el bienio de estudio de 43 % inferior en el 2009 indicarían que, para el tipo de manejo brindado en la etapa adulta (de secano), ya la plantación habría iniciado su etapa productiva descendente. En esta etapa quedó demostrado, que para poder obtener los mejores resultados productivos, es conveniente utilizar la mayor densidad recomendada (35.714 pl/ha) y que el tamaño de plantín no influiría en los parámetros productivos. La distribución de calibres obtenidos, respondió mejor a las exigencias de mercados como el de Estados Unidos. Para poder utilizar al máximo el producto obtenido durante la poscosecha quedó demostrado que la utilización de film favorecería las condiciones para poder extender la vida útil durante el almacenamiento y comercialización.

Estos resultados indican que nuestro país presenta un elevado potencial productivo, siempre y cuando se tomen las decisiones adecuadas respecto al órgano de inicio, su tamaño y densidad de plantación óptima. A su vez, es imprescindible para llegar al éxito, con este producto, que a todas estas decisiones se incorpore un óptimo tratamiento poscosecha, con el objetivo de extender la vida útil del producto y se empleen envases que permitan brindar una presentación acorde a las

exigencias del mercado de destino. Además, cumpliendo con las normativas de calidad vigentes tanto para el mercado interno, como así también para mercados externos, contribuiría a la posibilidad de expandir el cultivo de esta especie en el país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bhowmik, Pankaj Kumar and Matsui, Toshiyuki. 2003. Postharvest physiology, storage and keeping quality of green asparagus: a review. *Asian Journal of Plant Science*. 2(12):941-943.
- Brash, Don W.; Charles, Chris M.; Wright, Sandy and Bycroft, Bruce L. 1995. Shelf-life of stored asparagus is strongly related to postharvest respiratory activity. *Postharvest Biology and Technology*. 5(1-2):77-81.
- 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-Vázquez, Patricia y Menest, Atoine. 2006. Comportamiento del cultivo de espárrago verde a diferentes densidades iniciado mediante el sistema tradicional de arañas. *Agronomía Tropical*. 56(1):111-127.
- Falavigna, Agostino e Palumbo, A. Domenico. 2001. La coltura dell' asparago. Bologna, Milano, Roma: Calderini Edagricole. pp. 52 y 130.
- Farías, 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.
- Fonseca, S.; Olivereira, F.; Lino, I.; Brecht, J. and Chau, K. (2000). Modelling O₂ and CO₂ exchange for development of perforation mediated modified atmosphere packaging. *Journal of Food Engineering*. 43:9-15.
- Gatti, Ileana; Cravero, Vanina Pamela; López-Anido, Fernando Sebastián; Cointry, Enrique Luis. 2000. Evaluación de siete poblaciones de espárrago (*Asparagus officinalis* L.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 35(6):1151-1157.
- Gariépy, Y.; Raghavan, G.S.V.; Castaigne, F.; Arul, J. and Willemot, C. 1991. Precooling and modified atmosphere storage of green asparagus. *Journal of Food Processing and Preservation*. 15(3):215-224.
- González, M.I. and del Pozo, A. 2002. Influence of planting depth and plant population on yield and quality of green asparagus. *Acta Horticulturae*. 589:123-127.
- González-A, María Inés. 2001. Espárrago verde. Variedad, distancias y profundidad de plantación. *Revista Tierra Adentro*. 39:27-29.
- González-A, María Inés y del Pozo-L, Alejandro. 2003. Efectos de la profundidad de plantación y población de plantas en la calidad y rendimiento del espárrago verde. *Agricultura Técnica*. 63(3):223-230.
- Hennion, Stéphane; Little, C.H. Anthony and Hartmann, Claude. 1992. Activities of enzymes involved in lignification during the postharvest storage of etiolated asparagus spears. *Physiologia Plantarum*. 86(3):474-478.
- Hernández-Rivera, Luis; Mullen, Robert and Cantwell, Marita. 1992. Textural changes of asparagus in relation to delays in cooling and storage conditions. *HortTechnology*. 2(3):378-381.
- Holliday, R. 1960. Plant population and crop yield. *Nature*. 186(4718):22-24.
- Hurst, Paul L.; King, Graeme A. and Borst, Wilhelmina M. 1993. Postharvest inhibition of glutamine synthetase activity with phosphinothricin reduces the shelf-life of asparagus. *Postharvest Biology and Technology*. 3(4):327-334.
- King, Graeme A.; Woollard, David C.; Irving, Donald E. and Borst, Wilhelmina M. 1990. Physiological changes in asparagus spear tips after harvest. *Physiologia Plantarum*. 80(3):393-400.
- 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.
- 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.
- Moleyar, V. and Narasimham, P. 1994. Modified atmosphere packaging of vegetables, an appraisal. *Journal of Food Science and Technology*. 31:267-278.
- Paske, M.R.A. 1996. Importing fresh asparagus - A personal viewpoint. *Acta Horticulturae*. 415:19-24.
- 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.

- Ramos-Ramírez, F.X.; Alia-Tejacal, I.; López-Martínez, V.; Colinas-León, M.T.; Acosta-Durán, C.M.; Tapia-Delgado, A. y Villegas-Torres, O. (2009). Almacenamiento de frutos de Zapote Mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E Moore & Stearn] en atmósfera modificada. *Revista Chapingo serie horticultura*. 15(1):17-23.
- Rotondo, Rosana; Ferratto, Jorge Adrián y Firpo, Inés Teresa. 2008. Alimentos y salud. Hortalizas mínimamente procesadas o de IV Gama. *Revista Agromensajes*. 26. <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/26/3AM26.htm>
- 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 2007. Protocolo de calidad para espárrago fresco. Resolución SAGPyA N° 249/2007. http://www.alimentosargentinos.gov.ar/programa_calidad/diferenciacion/sello/SAA010_Esparrago_v08.pdf
- San Martín-Izcue, C. 1988. El riego del espárrago. *Agrícola Vergel*. 83:623-626.
- Sánchez-Estrada, A.; Orozco-Avitia, J.A.; Troncoso-Rojas, R.; Ojeda-Contreras, A.J.; Mercado-Ruiz, J.N.; Gardea-Béjar, A.; Tiznado-Hernández, M.E. y Meléndrez-Amavizca, R. 2007. Efecto de la radiación gama en la actividad metabólica del meristemo apical de espárrago (*Asparagus officinalis*). En *Memorias del Congreso Internacional Conjunto (Simposio LAS/ANS-XVIII Congreso Anual de la SNM-XXV Reunión Anual de la SMSR)*. 01-05 Marzo. (pp. 641-652). Cancún, Quintana Roo, México.
- Sanders, D.C; Cure, J.D.; Sperry, W.J.; Gilsanz, J.C.; Prince, C.A. and Bandele, O. 1998. Long-term effects of rows per bed and in-row spacing on yield and spear size of asparagus. *HortScience*. 33(4):652-654.
- Sastre-Vázquez, P.; Zubiría, A.; Castagnino, A. y Liverotti, O. 2010. Dos décadas de evolución de la comercialización de espárrago en Argentina. En *XXXIII Congreso Nacional de Horticultura*. 28 Septiembre-01 Octubre. Asociación Argentina de Horticultura (ASAHO), Rosario, Santa Fe, Argentina.
- Sportelli, G.F. 2002. L'asparago può sfondare anche nel Mezzogiorno. *Colture Protette*: 2:23-27.
- Takatori, F.H.; Souther, F. and Stillman, J. 1975. Influence of high density planting on yield and quality of green asparagus. *California Agriculture*. 29(6):10-11.