



Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 3 (2): 152-176. Julio-Diciembre, 2012
http://www.rvcta.org
ISSN: 2218-4384 (versión en línea)
© Asociación RVCTA, 2012. RIF: J-29910863-4. Depósito Legal: ppi201002CA3536.

Artículo

Producción de primicia en invernadero de híbridos masculinos de espárrago (*Asparagus officinalis*) y procesado IV Gama para optimización del posicionamiento en el mercado

Premiere production in greenhouse of male hybrid asparagus (*Asparagus officinalis*) and its response to IV Gama to optimize its positioning in the market

Sofía Barreto¹, Ana M. Castagnino^{1,2*}, Karina E. Díaz², Agostino Falavigna³,
J. Marina², M. B. Rosini²

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA).
Calle Ramón Freire 183, Buenos Aires, Argentina.

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

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

*Autora para correspondencia: a_castagnino@hotmail.com

Aceptado 19-Julio-2012

Resumen

El espárrago es una hortaliza muy valorada por sus propiedades, que ha experimentado un notable incremento durante los últimos años a nivel global, contando con una creciente demanda por parte de mercados muy exigentes respecto a su presentación y cada vez mas enfocados a adquirir productos listos para consumir. Con el objetivo de estudiar la productividad total (PBT) y neta (PFN) (kg/ha) de espárrago verde bajo cubierta, el periodo de poscosecha (PPC) y la pérdida de peso fresco

diaria (PPFD) promedio de turiones acondicionados en bandejas con film (B) y atados sin film (A), se realizó un ensayo para comparar la producción de primicia en invernadero, de cuatro híbridos masculinos de espárrago verde, en la Facultad de Ciencias Agrarias de la UCA, en Buenos Aires, Argentina. La mayor producción neta (PFN) se obtuvo con el híbrido Italo: 8.925,00 kg/ha, seguido por Zeno: 5.558,68; UC-157: 5.267,02; Eros: 4.937,75 y Ercole: 3.099,02 kg/ha ($p < 0,05$). En general se observó una mayor precocidad en los híbridos de origen italiano respecto del UC-157, único de origen americano. El peso fresco de los turiones de espárrago verde, acondicionados en bandejas, se conservarían por más tiempo sin alterar su peso inicial significativamente respecto del uso de atados. Con el empleo de bandejas, el PPC resultó 22 días mayor (A: 13 y B: 35). La PPF promedio para ambas presentaciones, fue inferior en Italo y Zeno (1,35 y 1,50 % diaria), respecto de Ercole y Eros (1,99 y 2,04 %, respectivamente). La conservación del peso fresco (CPP) para los distintos híbridos, mediante A, a lo largo de los 13 días de poscosecha fue: Italo: 76,91 %; Zeno: 69,34 %; Ercole: 64,71 %; Eros: 61,51 %. En el caso de B, a lo largo de los 35 días fue de: Zeno: 77,63 %; Italo: 67,95 %; Eros: 61,15 %; Ercole: 55,38 %. Estos resultados demuestran la mayor productividad de primicia mediante el empleo de Italo, Zeno, UC-157, Eros y Ercole, y; en poscosecha, la conveniencia del empleo de la técnica IV Gama para la optimización de la calidad del producto final y la extensión del periodo de oferta, destacándose los híbridos Zeno e Italo.

Palabras claves: IV Gama, híbrido, primicia, rendimiento poscosecha, turión.

Abstract

Asparagus is a vegetable valued for its properties that has experienced a remarkable increase during the past few years at a global level, with an increasing demand by highly exacting markets with respect to its presentation and more focused on acquiring ready-to-eat products. With the objective to study the total and net productivity (PBT and PFN) (kg/ha) of green asparagus under cover, the post harvest period (PPC) and the daily average loss of fresh weight (PPFD) of turions packed in trays with film (B) and tied without film (A), a trial was carried out to compare the first crop production in conservatory of four masculine asparagus hybrids at the Faculty of Agrarian Sciences of the UCA, in Buenos Aires, Argentina. The greatest net production (PFN) was obtained with the Italo hybrid: 8,925.00 kg/ha, followed by Zeno 5,558.67; UC-157 5,267.02; Eros 4,937.75 and Ercole 3,099.02 kg/ha ($p < 0,05$). In general, a greater precociousness was observed in the hybrids of Italian origin with respect to the UC-157, only hybrid of American origin. The fresh weight of the turions of green asparagus packed in trays, would be retained for a longer time without significantly altering their initial weight with respect to that of tied bunches. With the use of trays, the PPC was 22 days greater (A: 13 and B: 35). Concerning average PPF for both presentations, the behavior of the different hybrids was superior in Italo and Zeno (1.35 and 1.50 % daily) with respect to Ercole and Eros (1.99 and 2.04 %, respectively). The conservation of the fresh weight (CPP) for the different hybrids, by means of A, throughout the 13 days of post-harvest was: Italo: 76.91 %; Zeno: 69.34 %; Ercole: 64.71 %; Eros: 61.51 %. In the case of B, throughout the 35 days the results were: Zeno: 77.63 %; Italo: 67.95 %; Eros: 61.15 %; Ercole: 55.38 %. These results demonstrate the greater productivity of first crop, by means of using Italo, Zeno, UC-157, Eros and Ercole, and, at post-harvest, the convenience of the using technique IV Gama for the optimization of the quality of the final product and the extension of the supply period, highlighting hybrids Zeno and Italo.

Keywords: IV Gama, first crop, hybrid, post-harvest yield, turion.

INTRODUCCIÓN

El espárrago (*Asparagus officinalis* var. *altilis* L.) es una hortaliza de la familia de las Liliáceas, con múltiples beneficios nutricionales y con un alto contenido de vitaminas A y C. Se cultiva en suelos franco arenosos entre los 1.000 y 3.000 msnm, siendo óptimo el suelo encontrado sobre los 1.000 m. En Colombia, a una altitud de 900 msnm y temperaturas entre 15 y 30 °C, se ha demostrado no ser apropiada para la producción del cultivo de espárrago, mientras que a una altitud de 1.400 msnm y con temperaturas entre 13 y 28 °C, se consideró óptima para la producción del cultivo. Es importante resaltar que este cultivo termina su ciclo de vida a los 15 años aproximadamente (Bedoya-Vidal *et al.*, 2007).

Esta hortaliza es una especie herbácea plurianual, cuyas plantas están formadas por un tallo principal único, subterráneo y modificado en un rizoma sobre el cual se forman las yemas que darán lugar a los turiones (que constituyen la parte comestible). Al conjunto formado por las raíces, tallo principal y yemas se la denomina “corona”, “araña” o “garra”. (Benages-Sanahuja, 1990). El espárrago tiene un periodo promedio de cosecha de 10 años y llega al máximo de producción a los cuatro o cinco años (Ellison, 1986 y Asprelli *et al.*, 2005). El rendimiento del cultivo es variable, y está condicionado por la edad de la plantación, la variedad cultivada, las condiciones climáticas, el manejo del lote y también el origen de la semilla empleada (Rivera y Rodríguez, 1999).

El crecimiento del espárrago es afectado por las temperaturas durante la cosecha, por lo que la altura sobre el nivel del mar es un factor determinante al momento de sembrar espárragos, ya que ésta influye en la temperatura. Falavigna (2004) en relación a las temperaturas medias que influyen las principales fases fisiológicas de las plantas, señala lo siguiente: la temperatura mínima a nivel de suelo para la emisión de turiones debe

ser de 12 °C por al menos 7 días; la temperatura del aire para el crecimiento de los turiones, mínima de 8 °C y óptima de 20 °C; mientras que la del aire para la síntesis y traslocación de fotosíntesis, mínima de 8 °C, óptima de 23 a 28 °C y máxima de 35 °C.

A nivel global, este cultivo ha cobrado gran relevancia. Estadísticas de la FAO para el año 2010, han reflejado una producción mundial de 7.832.359,1 t en una superficie cosechada de 1.294.816,5 ha, destacándose en orden de importancia en producción por continente: Asia 7.082.715,0 t; América 477.229,0 t; Europa 259.620,1 t; Oceanía 9.200,0 t y África 3.595,0 t, y por países: China 6.969.357,0 t; Perú 335.209,0 t; Alemania 92.404,0 t; Tailandia 63.108,0 t y Estados Unidos 36.240,0 t. En Sudamérica la producción fue de 360.106,0 t y los principales países productores (con áreas cosechadas): Perú, ya indicado (30.896,0 ha), Chile 13.200,0 t (2.758,5 ha), Argentina 8.900,0 t (2.300,0 ha), Colombia 1.647,0 t (217,0 ha) y Ecuador 1.150,0 t (410,0 ha) (FAOSTAT, 2012). El espárrago fue la hortaliza a nivel global que experimentó el mayor crecimiento en producción (en porcentaje anual) durante el período 2000 - 2005 (7,8 %), seguida de espinaca (6,5 %), ajo (5,5 %), hongos comestibles (5,2 %) y lechuga (4,1 %) (Ferratto y Mondino, 2008; Ferratto *et al.*, 2010).

La Fig. 1 muestra la evolución de la producción y el área cosechada, en Argentina, desde el año 2000 hasta el 2010, acorde a estadísticas de la FAO (metodología de imputación) (FAOSTAT, 2012), donde se aprecia que para el 2008 se superaron por primera vez las 8.000 t (8,293 t) de espárragos y las 2.000 ha de superficie cosechada (2.255 ha) para este rubro, cerrando el 2010 con un incremento a 8.900 t en un área cosechada de 2.300 ha, lo que correspondió a una productividad de 3,87 t/ha ese año.

Otros autores sostienen que la superficie cultivada con espárragos en Argentina sería inferior, como Laemers (2008) con 1.300 ha y Beafve (2010) con 1.200 ha.

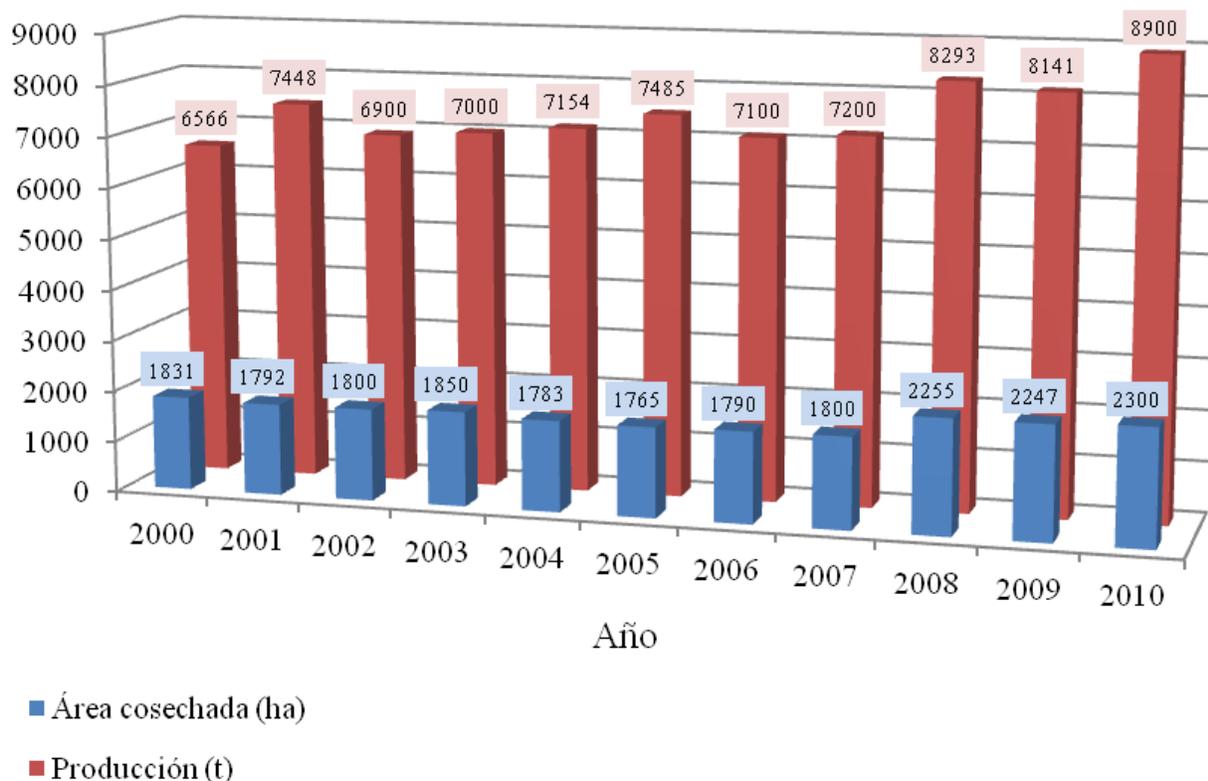


Figura 1.- Producción y área cosechada de espárragos en Argentina durante el periodo 2000-2010.

Entre las posibilidades actuales de extender el calendario de oferta se encuentra el empleo de invernaderos, que permitan anticipar en un mes la entrada en producción, propiciando un mejor posicionamiento en el mercado de las empresas productoras. Debido a que dicha técnica no se ha difundido para el cultivo de espárrago en el país, sería necesario contar con información fehaciente sobre el comportamiento del cultivo en semiforzado, como así también, la respuesta a dicha técnica de cada híbrido en particular.

El potencial productivo de esta hortaliza, como su calidad, dependen de la interacción del genotipo con el ambiente y del manejo recibido, por lo que es importante evaluar el comportamiento de los distintos híbridos en el mercado a las diversas condiciones de cultivo, a fin de efectuar una

adecuada elección del mismo y contribuir a la optimización del rendimiento logrado, tanto en número de turiones, el peso promedio de los mismos y en la distribución de calibres (Falavigna, 1995). Entre los híbridos más difundidos en Argentina se encuentra el híbrido heterocigota americano UC-157, el cual se utiliza en el presente trabajo como testigo, ya que se cultiva desde hace décadas en el país por sus características, rusticidad, productividad y calidad de turiones. A nivel global existen híbridos masculinos con reducida variabilidad genética, como es el caso de Ercole, que presenta la ventaja de brindar productos homogéneos, si bien el ambiente de cultivo puede modificar la expresión de algunos caracteres (Falavigna, 2006).

El espárrago presenta varias etapas productivas: una inicial de crecimiento expo-

nencial, seguida de otra de productividad estable y finalmente, una de decrecimiento productivo. Cada una de dichas etapas depende de las condiciones de cultivo, como por ejemplo, si es a campo o bajo cubierta, características del órgano de inicio, manejo del cultivo, extensión del periodo de cosecha, condiciones agroclimáticas, entre otras (Falavigna y Palumbo, 2001).

Una esparraguera en buenas condiciones produce por no menos de ocho años cerca de 10 t/ha en aproximadamente 60 a 70 días de cosecha, a partir del tercer año desde la plantación. En cada cosecha la cantidad de turiones obtenidos varía de 350 a 500 kg/ha, en función de la temperatura. Por lo tanto una planta produce de 350 a 500 g por año (Falavigna, 2004).

Con las sucesivas cosechas la concentración de las reservas radicales disminuye, y una vez concluida la etapa de recolección, se inicia la fase vegetativa, donde la planta sintetiza nuevas sustancias de reserva que son trasladadas y acumuladas en las raíces. Por tal motivo, el periodo de cosecha debe ser programado considerando la edad de la plantación y la cantidad de reservas acumuladas en las raíces en el año precedente, como así también, el daño de plagas, enfermedades y condiciones climáticas, entre otras (Hartmann *et al.*, 1990).

Hay dos sistemas posibles para iniciar un cultivo de espárrago: sistema tradicional de arañas o coronas (STA), que consiste en el empleo de raíces que requieren de un año de almácigo a campo, y que, luego de una temporada de crecimiento son retiradas en invierno, durante el periodo de receso, y transplantadas al lugar definitivo. El segundo sistema, también llamado sistema moderno de plantines (SMP), permite iniciar el cultivo definitivo en primavera, a los 70 a 100 días desde la siembra. La ventaja principal de este último sistema, radica en la optimización del costo de semilla, que en caso de utilizar híbridos, es un aspecto importante al momento

de decidirse por un sistema u otro dado el significativo valor económico de dicho insumo (Castagnino, 2004; Castagnino *et al.*, 2009).

Entre las ventajas del empleo de plántulas respecto de la siembra directa, se destacan además de las mencionadas, mayor uniformidad productiva, debido a la facilidad de elección de plantines homogéneos al momento del trasplante; mejor logro del cultivo, con la consiguiente anticipación de la operación de cosecha, que en algunos casos, puede iniciarse el año sucesivo a la plantación (Pimpini, 1986) y menor necesidad de semillas para iniciar el cultivo respecto de STA. Por tal motivo, en el caso de la producción de primicias en invernadero resulta conveniente utilizar SMP.

De las tres categorías de técnicas de protección: defensa, semiforzado y forzado, el espárrago admite el empleo de acolchado plástico para la producción de espárrago blanco, como técnica de defensa y la producción en túneles o invernaderos como técnica de semiforzado. (Castagnino, 2004). Ambas permiten la posibilidad de posicionarse antes en el mercado, propiciando el logro de mejores precios.

El forzado del espárrago tendiente a lograr producciones anticipadas es una técnica antigua aplicada desde fines del siglo XVIII. Es notable en efecto que la planta, en reposo durante el periodo invernal, reinicia la actividad vegetativa cuando la temperatura en proximidad de las coronas es de al menos 10 °C. El forzado del espárrago puede ser realizado con o sin aporte integrativo de calor del terreno (Falavigna y Palumbo, 2001).

Un aspecto fundamental de la producción bajo túnel está constituido por la elección del híbrido a cultivar, tema del que a la fecha no existen referencias bibliográficas en Argentina. El empleo de microtúneles de semiforzado no es conveniente por los mayores problemas de espigado, los que pueden llegar hasta al 100 %. (Romero-Martínez, 2005). Además, con el empleo de invernaderos, se logra un calentamiento gradual y menos cam-

bios bruscos, comunes al comienzo de campaña. Las altas temperaturas de los invernaderos pueden causar la apertura prematura de los extremos de los turiones, haciendo que se ramifiquen a baja altura, volviéndose no comercializables, por ello la precocidad es de gran importancia para el consumo en fresco. (Ellison, 1986)

Los aspectos de técnica cultural del forzado en invernadero no calefaccionado son sustancialmente idénticos a los de pleno campo, a excepción del periodo de cosecha que debe ser ponderada con mayor rigor. En efecto, las plantas forzadas a diferenciar turiones, a fin de no privarlas del todo de las reservas nutritivas, resulta aconsejable reducir el periodo de cosecha en aproximadamente 10 días (Falavigna y Palumbo, 2001).

La cosecha es la culminación de todo cultivo, y la producción lograda con todos sus atributos de calidad inherentes, puede perderse si no se le proporciona un adecuado manejo poscosecha que incluya acondicionamiento y almacenamiento. Un correcto manejo en poscosecha permite controlar los factores internos y externos que contribuyen a intensificar el proceso de respiración y por ende la maduración. Como consecuencia de la respiración y los procesos metabólicos involucrados, se pueden reconocer diferentes formas de cambios o pérdidas en los productos hortícolas almacenados. En espárrago, para poder utilizar al máximo el producto obtenido durante la poscosecha se ha demostrado que la utilización de film favorece las condiciones para poder extender la vida útil durante el almacenamiento y comercialización (Guisolis *et al.*, 2010).

Para la comercialización de los espárragos, ya sea en el mercado interno como en el externo, se busca obtener un producto de excelente calidad, por tipicidad, seguridad alimentaria y trazabilidad, y sobre una moderna organización comercial, según se indica en el Protocolo de Calidad para Espárrago Fresco de Argentina (SAGPyA, 2007).

El espárrago es una hortaliza delicada, que tiene como destino segmentos de mercados muy exigentes respecto a su presentación y cada vez más proclives a la adquisición de productos listos para consumir, cuyo éxito en el mercado está dado principalmente en mantener la calidad conservando las propiedades naturales y frescas del producto durante más tiempo, sin la necesidad de incorporar aditivos o conservantes.

El agua es el compuesto más abundante en los productos perecederos como el espárrago y es el que más rápido se pierde durante la respiración. La pérdida de clorofila y otros pigmentos es un problema en productos como los tallos (como el espárrago), frutos y hojas, cuyo color intenso y brillante es deseado; como también, cambios nutricionales como pérdida de vitaminas (como la vitamina C) si las condiciones de almacenamiento después de la cosecha no son adecuadas. La combinación de todas estas formas de pérdidas, inciden directamente en una reducción substancial de los atributos de calidad que caracterizan a todo producto y la vida útil en almacenamiento (Manrique-Klinge, 2001).

El espárrago constituye una alternativa productiva perenne que puede ser destinada tanto al mercado en fresco de I Gama, como a otros más innovadores como IV Gama, correspondientes a productos listos para consumir; también a conservas II Gama y surgelados o supercongelados de III Gama, entre otras, en correspondencia con las actuales tendencias de la demanda (Castagnino, 2004).

Los consumidores poseen preferencias de acuerdo al calibre de los espárragos, ya que en los países de Europa prefieren turiones de mayor calibre (L, XL y J) y en Estados Unidos prefieren turiones de menor calibre (S y M), además, las exigencias en calidad son, en general, cada vez mayores. Por este motivo resulta necesario estudiar la productividad y calidad de los distintos híbridos, no solo en los primeros años del cultivo, donde se obtiene un crecimiento exponencial, sino fundamentalmente en la etapa adulta.

La problemática del cultivo de espárrago bajo el enfoque de cadena ha sido afrontada por la Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA) y el Centro Regional de Estudio Sistémico de Cadenas Agroalimentarias (CRESCA) a través del Programa de Investigación y Transferencia Tecnológica (03 A/185) “Cadena espárrago bajo un enfoque sistémico”; y en parte, esto ha sido posible, gracias al apoyo de la Unidad de Investigación en Horticultura de Montanaso Lombardo (Lodi, Italia) perteneciente al CRA (Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura), quienes aportaron los híbridos italianos en estudio.

El objetivo general de este trabajo fue evaluar el comportamiento de los híbridos de espárrago verde de origen italiano: Italo, Zeno, Eros y Ercole, versus el testigo UC-157, mediante el empleo de técnicas innovadoras de producción. Los objetivos particulares fueron: 1) Analizar la productividad total y comercial de los híbridos italianos, producidos en invernadero como primicia y 2) Estudiar el comportamiento de dichos híbridos acondicionados como IV Gama.

MATERIALES Y MÉTODOS

Híbridos estudiados

Entre las características de los híbridos masculinos italianos en evaluación, informadas por Falavigna y Palumbo (2001) y Falavigna (2004, 2010), en su lugar de origen, se destacan:

Italo: primer híbrido íntegramente masculino producido en Italia adaptado a ambientes cálidos y áridos del Mediterráneo, de turiones muy homogéneos con cerrado óptimo de brácteas y que ha manifestado alto vigor en las plantas en terrenos infectados con *Fusarium*.

Zeno: híbrido masculino, con esfumaduras antociánicas de calibre medio, adaptado a la producción como verde y blanco, aunque mejor adaptado a blanco.

Eros: enteramente masculino, caracterizado por elevada productividad en su zona de origen (norte de Italia), de precocidad media, empleado tanto para la producción de turiones verdes como blancos. De peso promedio por turión 19,3 g. Presenta un elevado calibre, intensa coloración antociánica y elevada dimensión de las brácteas que permanecen adheridas a la punta del turión, aún cuando superan los 20 cm de altura. Parcialmente resistente a la roya y sensible a *Stemphylium*.

Ercole: caracterizado por su elevada productividad, aunque más precoz respecto de Eros, de color verde brillante.

Testigo UC-157: híbrido heterocigota, muy precoz, con turiones de calibre medio, con brácteas cerradas, aún en condiciones de cosecha con altas temperaturas (Falavigna, 2006), tradicionalmente cultivado en Argentina, Colombia, Perú, Ecuador y Chile. Ha demostrado gran adaptación, altos rendimientos y una producción temprana de turiones uniformes en color y tamaño (CCI, 2001).

Ensayo en invernadero

El ensayo se efectuó en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA), en la ciudad de Buenos Aires, en un invernadero semicircular de 20 m de largo por 8 m de ancho y 5 m de altura a la cumbre, provisto de ventilación frontal y lateral (Fig. 2).

La plantación se realizó el 15/11/2006 con plantines de 100 días con un marco de plantación de 0,30 x 1 m, a razón de 33,33 pl/ha. Se efectuó fertilización de fondo en banda con fosfato de amonio a razón de 200 kg/ha. Se realizó control químico de malezas en preemergencia de malezas y turiones con Linurón (C₉H₁₀Cl₂N₂O₂) a razón de 2,0 L/ha. Se complementó con labores mecánicas, con motocultivador en interfilas, y manuales en la hilera durante el periodo vegetativo. Se efectuó riego por surco. Al momento de la plantación se



Figura 2.- Vista frontal (A) y lateral (B) de invernadero semicircular.



Figura 3.- Híbridos de espárragos plantados.

colocó un abono orgánico (EcoMic®) en el fondo de cada hoyo a razón de 5 g/planta y GELFOREST® (Tetraquímica, S. A., Argentina) de grano fino, un gel que retiene humedad y la torna disponible más lentamente, a fin de garantizar una óptima disponibilidad hídrica para el cultivo en sus primeros estadios (Fig. 3).

En el primero y en el segundo año los surcos se mantuvieron el mayor tiempo posible abiertos, para evitar que las yemas de las coronas tuvieran carencia de oxígeno que motivara el ascenso de las coronas (Falavigna, 2006).

Los turiones se cosecharon con un largo mínimo de 23 cm y se procesaron en laboratorio, siguiendo las indicaciones del Protocolo de Calidad para Espárrago Fresco de

Argentina, ya mencionado. Fueron lavados y pesados para determinar el peso fresco total o peso bruto (PBT). Cortados a 22 cm y seleccionados en 1ª y 2ª calidad, para determinar el peso neto total de 1ª y 2ª. También se determinó el número de turiones totales (NTT) y comerciales (NTC), y se cuantificó el descarte (D). El descarte está comprendido por las bases de los turiones que exceden los 22 cm de largo comercial y todos los turiones que no cumplan con la exigencia de comercialización, es decir, quebrados, rotos, sin punta, fuera de calibre.

Se realizaron 27 cosechas en el periodo 18/09/2010 – 03/11/2010, con una frecuencia promedio de día por medio.

Los factores confrontados para la evaluación de la productividad del ensayo en

invernadero fueron los híbridos de origen italiano enteramente masculinos: Italo, Zeno, Eros y Ercole, versus el testigo heterocigota de origen americano UC-157. Se realizó un ensayo ubicado en el exterior del invernadero con el solo propósito de observar un comportamiento anticipado. Asimismo, los resultados se comparan con otros ensayos realizados a campo, anteriormente, en Azul, Buenos Aires, Argentina.

Se realizó el análisis de la varianza (ANOVA) para cada una de las variables en estudio. El software estadístico utilizado fue Statgraphics® Plus, versión 5.1 (Statistical Graphics Corporation, Warrenton, VA, USA).

La metodología consistió en la evaluación de indicadores de productividad con una frecuencia de día por medio. A tal fin, la secuencia de tareas para la determinación de la productividad fue:

- Cosecha a 23 - 24 cm.
- Lavado.
- Determinación de N° de turiones totales (NTT) y comerciales (NTC) producidos.
- Determinación de peso fresco total o peso bruto (PBT).
- Corte definitivo a 22 cm.
- Selección por calidad y determinación de los % de 1ª y 2ª calidad (mercado externo y mercado interno).

- Determinación de peso fresco neto para cada calidad (PFN).
- Determinación de N° tallos por calibre.
- Cálculo de peso promedio de los turiones cosechados (PPT).
- Calibrado (considerando el diámetro a 2 cm de la base): S (Small) 6-9 mm, M (Medium) 9-12 mm, L (Large) 12-16 mm, XL (Extra Large) 16-18 mm y J (Jumbo) >18 mm, en función del Protocolo de Calidad para Espárrago Fresco elaborado por la SAGPyA (2007) y Asp. (Asparagina), inferior a Small (Fig. 4).

Dicho protocolo define los atributos de calidad para espárragos, para aquellas empresas que aspiren a utilizar el sello “Alimentos Argentinos - Una Elección Natural” (‘Argentine Food – A Natural Choice’, versión en inglés). El empleo del mismo deja implícito el cumplimiento de las reglamentaciones vigentes sobre Buenas Prácticas de Manufactura para la sala de empaque, condiciones para las hortalizas frescas y para envases, entendiendo como tales a las descritas en el Código Alimentario Argentino (C.A.A.) (Capítulo I “Disposiciones generales”- Resolución GMC (Grupo Mercado Común) N° 080/96).



Figura 4.- Calibrado de turiones de espárrago.

Evaluación del comportamiento durante el periodo de poscosecha

La evaluación se realizó en un laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UCA, en Buenos Aires, Argentina.

A fin de evaluar la incidencia del envasado en la evolución del peso fresco de los cuatro híbridos masculinos de espárrago de origen italiano mencionados, se determinó la extensión del periodo de poscosecha (PPC) y se calcularon los porcentajes de conservación de peso durante el período de poscosecha (CPP), pérdida de peso en poscosecha (PPP) y pérdida de peso fresco diaria (PPFD) promedio para cada una de las presentaciones.

Los híbridos cuyo comportamiento fue evaluado fueron: Italo, Zeno, Eros y Ercole. Los turiones fueron cosechados, lavados, cortados, pesados, seleccionados, calibrados y envasados en bandeja con film (B), de PVC transparente (resinite AF 50), apto para alimentos de alta densidad ($1,36 \text{ g/cm}^3$), y en atados sin film (A). Para cada situación en estudio se tomaron 25 turiones al azar, de cada híbrido. Se efectuaron tres repeticiones de cada híbrido para cada una de las dos situaciones ($n = 216$).

Las determinaciones de peso fresco se efectuaron con una frecuencia de día por medio en el periodo 11/09/2010 - 04/10/2010. Los procesos de acondicionamiento antes mencionados, se realizaron en un periodo de tiempo no superior a las 24 h, dado que un tiempo más prolongado implicaba una acelerada pérdida de calidad del producto. Las condiciones de almacenamiento brindadas al producto durante la poscosecha fueron, humedad relativa 95 % y temperatura $4 \text{ }^\circ\text{C}$, tal como lo indica el mencionado Protocolo (SAGPyA, 2007). Para todas las variables se realizó el ANOVA de tipo factorial a dos vías y a una vía. Las medías fueron separadas con el test de la Mínima Diferencia Significativa (LSD, 'Least Significant Difference') para $p < 0,05$. Se utilizó el software Statgraphics® Plus,

versión 5.1 (Statistical Graphics Corporation).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El empleo de invernadero para la producción de primicia de espárrago verde permitió lograr un anticipo de un mes respecto de los mismos híbridos del ensayo comparativo ubicado en el exterior del invernadero. Dicho anticipo resulta muy importante para el posicionamiento de este producto en el mercado. En tal sentido, para el año de estudio, el precio promedio logrado en el mercado interno durante el primer mes del periodo de evaluación fue de $16,0 \text{ } \$/\text{kg}$ (equivalente a $4,0 \text{ US}\$/\text{kg}$) según el Mercado Central de Buenos Aires, mientras que en el segundo mes, el que se superpuso con la entrada en producción de los híbridos a campo fue de $9,0 \text{ } \$/\text{kg}$ (equivalente a $2,25 \text{ US}\$/\text{kg}$), lo que indica la conveniencia económica de anticipar la entrada en producción mediante invernaderos. En la Fig. 5, se muestran los híbridos de espárrago en producción bajo cubierta.

Etapa I : evaluación de la productividad lograda en invernadero

En general se logró una mayor productividad tanto total como comercial, mediante el empleo de los híbridos enteramente masculinos de origen italiano respecto del testigo americano, posiblemente debido a su mayor adaptación a la producción bajo cubierta, es decir con mayores temperaturas promedio.

La productividad total promedio del ensayo fue de $9.648,91 \text{ kg/ha}$, mientras que la productividad neta $5.557,49 \text{ kg/ha}$. La mayor producción total (PBT), se obtuvo con el híbrido Italo $15.019,73 \text{ kg/ha}$ ($p < 0,05$), seguido por Zeno $9.258,98$; UC-157 $8.780,85$; Eros $8.764,45$ (que conformaron un solo grupo) y por último Ercole $6.420,53 \text{ kg/ha}$ (Cuadro 1). Los valores difieren de la productividad total lograda a campo en el otro ensayo realizado en el mismo año en Azul, en el centro de la

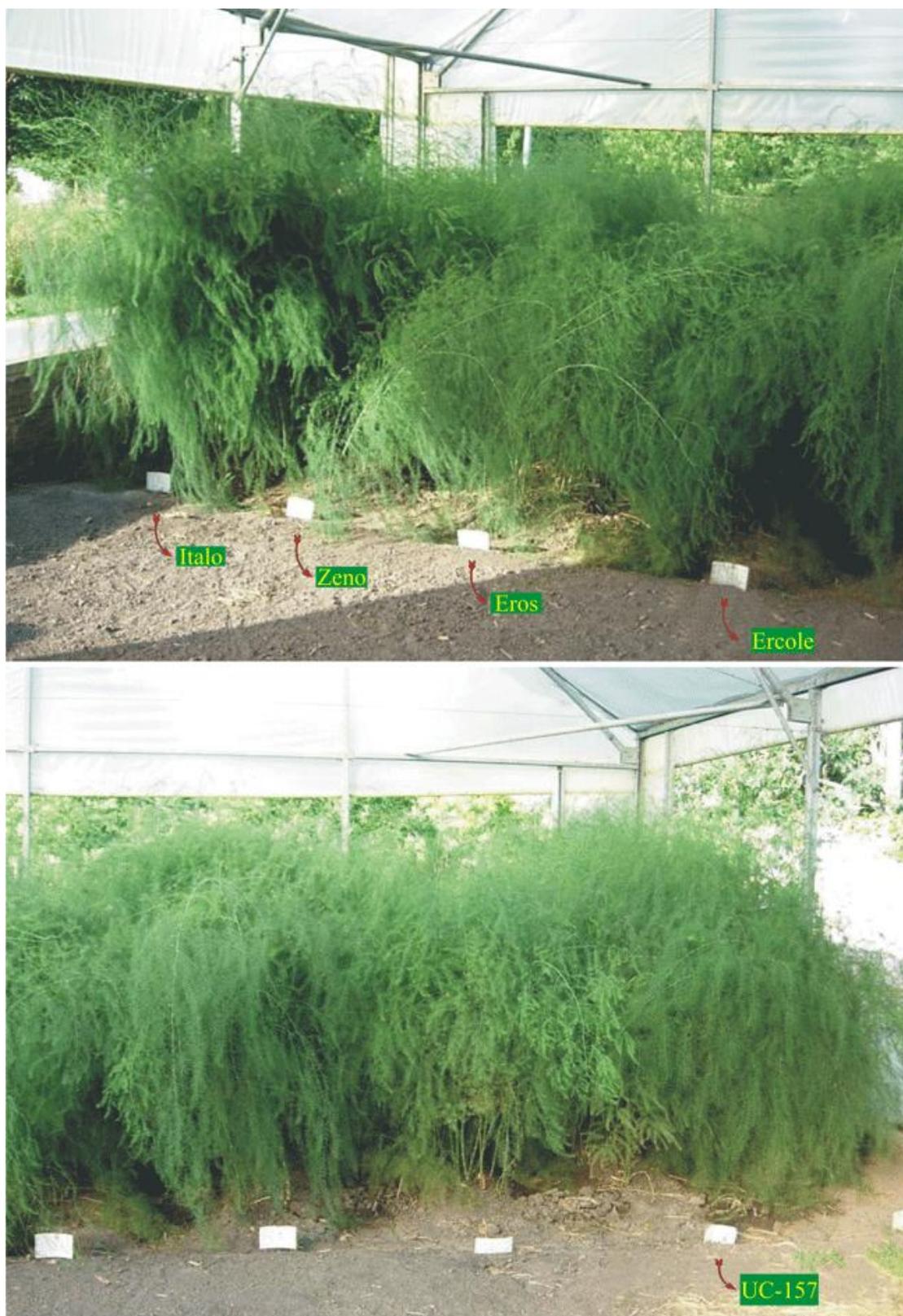


Figura 5.- Híbridos de espárrago en producción bajo cubierta.

Cuadro 1.- Evaluación de la productividad de híbridos de espárrago producidos bajo cubierta.

Híbrido	PBT (kg/ha)	PFN (kg/ha)	NTT (turiones/ha)	NTC (turiones/ha)	D (%)	
					de kg/ha	de turiones
Italo	15.019,73 ^a	8.925,00 ^a	478.400 ^a	423.800 ^a	40,6	11,4
Zeno	9.258,98 ^b	5.558,67 ^b	368.914 ^{ab}	273.130 ^{bc}	40,0	26,0
Eros	8.764,45 ^b	4.937,75 ^{bcd}	383.084 ^a	307.008 ^{ab}	43,7	19,9
Ercole	6.420,53 ^{bc}	3.099,02 ^{de}	371.124 ^{ab}	228.384 ^{bc}	51,7	38,5
UC-157	8.780,85 ^b	5.267,02 ^{bc}	425.256 ^a	335.192 ^{ab}	40,0	21,2
Promedio	9.648,91	5.557,49	405.355	313.502	43,2	23,4

PBT: peso fresco total o peso bruto. PFN: peso fresco neto para cada calidad. NTT: N° de turiones totales. NTC: N° de turiones comerciales. D: descarte.

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

Provincia de Buenos Aires, en que UC-157 rindió 14.760 kg/ha, seguido de Zeno 13.880; Eros 13.430 e Italo 12.020 kg/ha (Castagnino *et al.* 2011a). En la Fig. 6 se aprecian las diferencias.

Destacándose en orden de importancia, en PFN, Italo 8.925,00 kg/ha ($p < 0,05$), seguido por Zeno 5.558,68, el testigo UC-157 5.267,03, Eros 4.937,75 y Ercole 3.099,03 kg/ha (Cuadro 1). El buen comportamiento de Italo en invernadero, respecto de los restantes híbridos en estudio, estaría indicando su mejor adaptación a la producción de primicia, ya que el mismo difirió del mostrado por dicho genotipo en otros ensayos a campo realizados en el mismo año en Azul, centro de la Provincia de Buenos Aires, también en la tercera temporada de evaluación. La productividad neta lograda por dichos híbridos a campo, en el mencionado ensayo fue 7.758 kg/ha, destacándose en orden de importancia: UC 157: 8.650; Eros: 7.940; Ercole: 7.830; Zeno: 7.390 e Italo: 6.980 kg/ha (Castagnino *et al.*, 2011a). En la Fig. 7 se aprecian las diferencias.

Se registró la mayor producción promedio, correspondiente a las cosechas 12,

13 y 10 con 814,25; 698,15 y 627,00 kg/ha, respectivamente, representando cada cosecha un grupo homogéneo ($p < 0,05$). En general se observó una mayor precocidad en los híbridos de origen italiano respecto del UC-157, único de origen americano.

Respecto del NTT (Fig. 8 y Cuadro 1) se destacaron dos grupos ($p < 0,05$), el primero conformado por Italo 478.400 turiones totales/ha, UC-157 425.256 y Eros 383.084 turiones totales/ha, y el otro por Ercole 371.124 y Zeno 368.914 turiones totales/ha; mientras que en NTC (Fig. 9) se observaron tres grupos ($p < 0,05$), el primero solo con Italo 423.800 turiones comerciales/ha, seguido del segundo grupo UC-157 335.192 y Eros 307.008 turiones comerciales/ha, y finalmente el grupo tres integrado por Zeno 273.130 y Ercole 228.384 turiones comerciales/ha. Respecto de los turiones comerciales cosechados, en promedio se lograron 313.502 turiones/ha (Cuadro 1).

Respecto del peso promedio por turión (PPT) el valor determinado fue de 17 g, destacándose Italo 21 g/turión, seguido de Zeno con 20 g/turión. Los valores logrados con los restantes híbridos resultaron inferiores a la

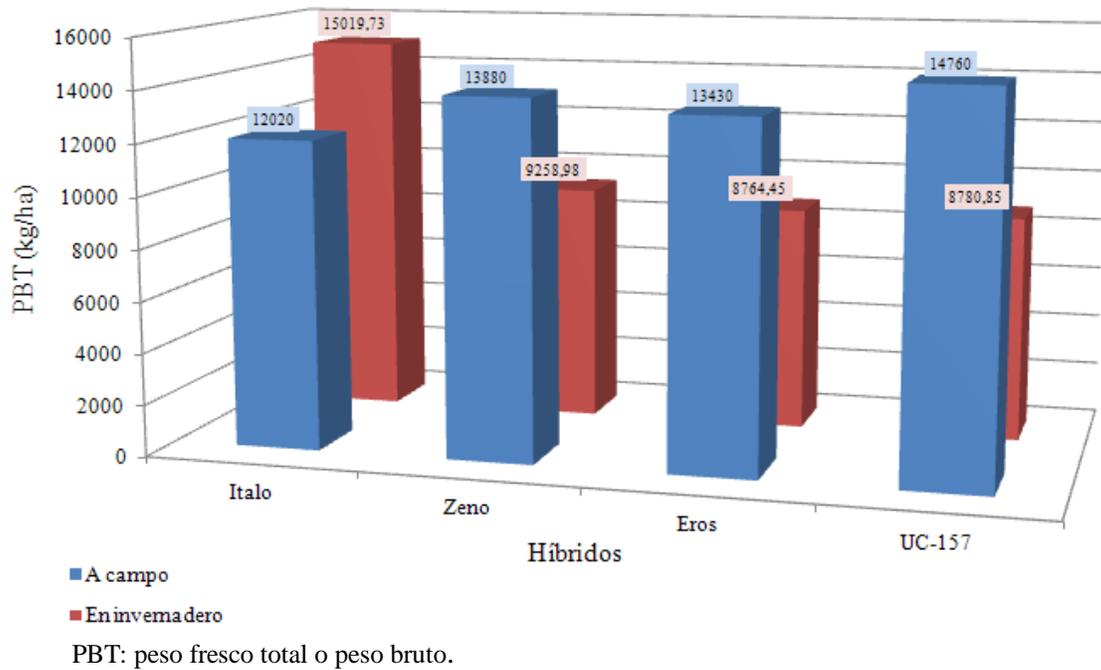


Figura 6.- Comparación de la productividad bruta total de los híbridos de espárrago en ensayos a campo y bajo cubierta.

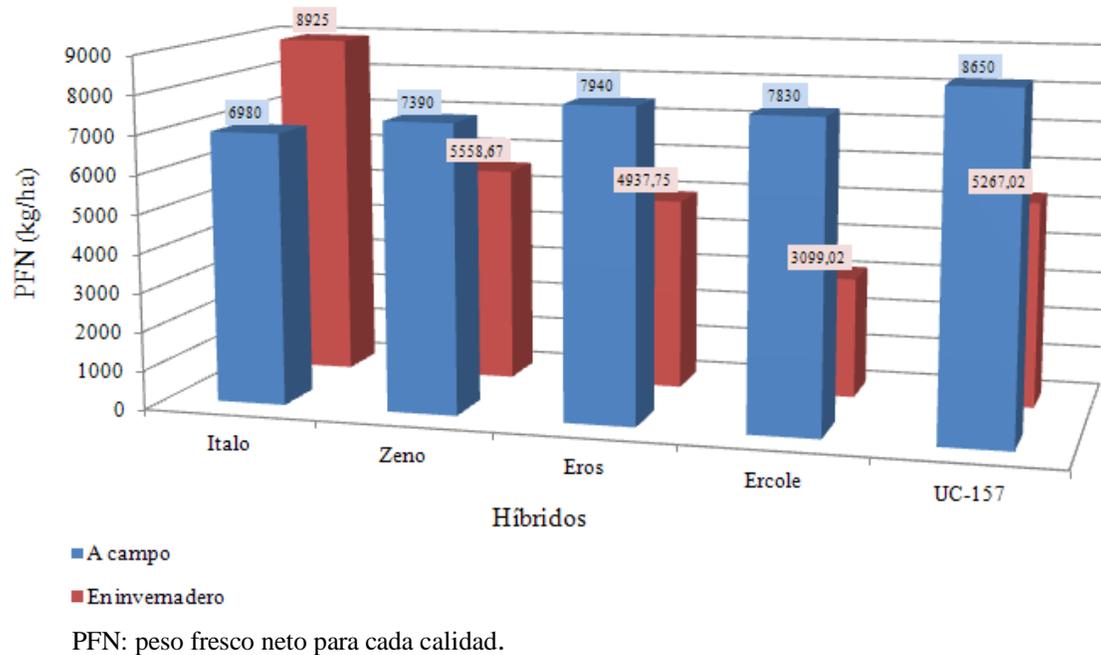
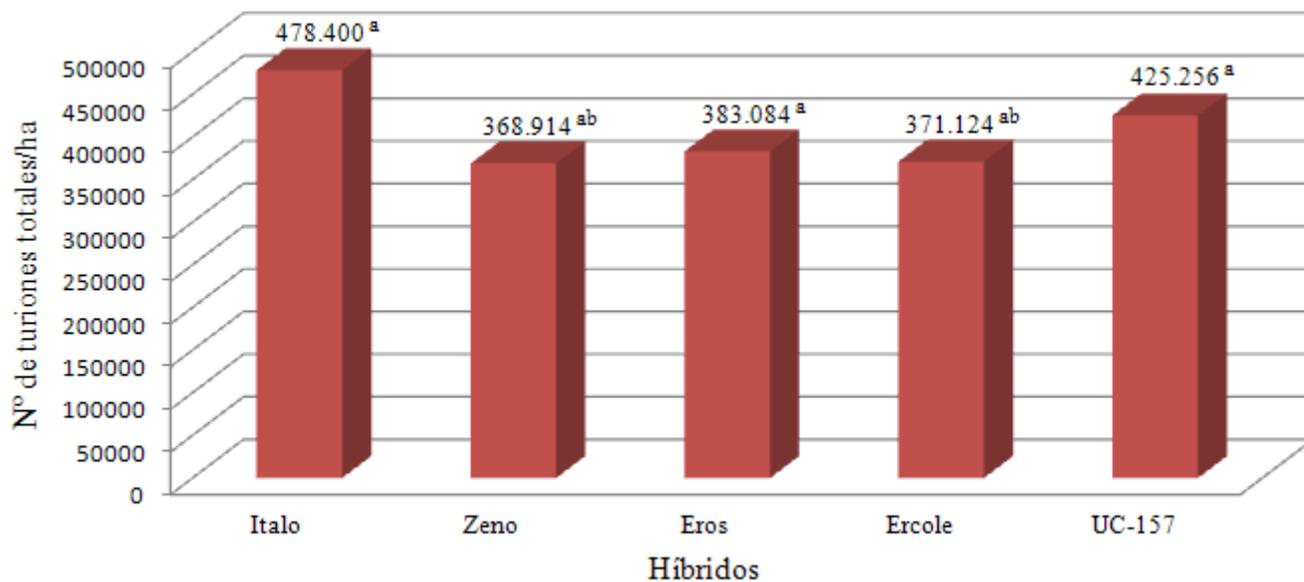
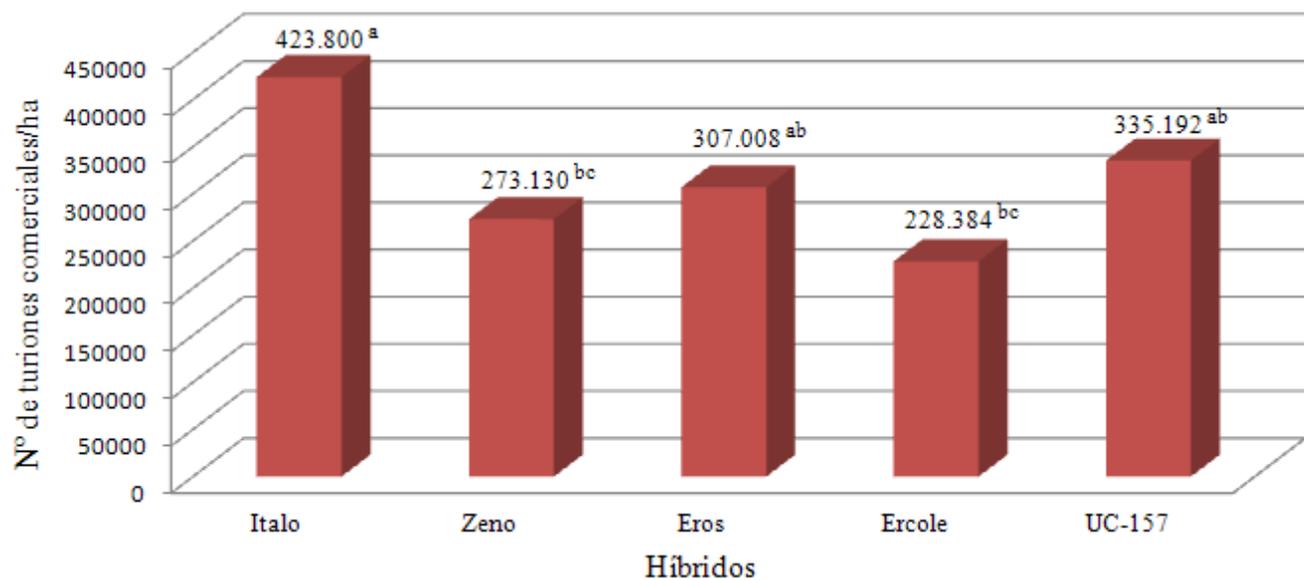


Figura 7.- Comparación de la productividad neta de los híbridos de espárrago en ensayos a campo y bajo cubierta.



Letras distintas en superíndices indican diferencias significativas según la prueba de LSD ($p < 0,05$).

Figura 8.- Número de turiones totales (NTT) cosechados por hectárea de híbridos bajo cubierta.



Letras distintas en superíndices indican diferencias significativas según la prueba de LSD ($p < 0,05$).

Figura 9.- Número de turiones comerciales (NTC) producidos por hectárea de híbridos bajo cubierta.

media. Desde el punto de vista productivo, este carácter es uno de los más importantes en el mejoramiento del espárrago junto con el número, ya que son las variables determinantes del rendimiento (Gatti *et al.*, 2000; Asprelli *et al.*, 2005). El mayor peso promedio por turión logrado con el híbrido Italo, que a su vez resultó el más productivo, se corresponde con lo indicado por Ellison (1986) quien trabajando con las mismas plantas durante tres años consecutivos, observó que los rendimientos máximos provinieron de plantas que tenían muchos turiones grandes, y que las plantas con muchos turiones pequeños o con pocos turiones grandes no tuvieron altos rendimientos.

El porcentaje de descarte promedio correspondiente a la diferencia entre el volumen total cosechado (PBT) y el comercial (PFN)

para los 5 híbridos fue de 43,2 %, posiblemente debido a la frecuencia de cosecha utilizada de día por medio (Cuadro 1). El porcentaje promedio de turiones desechados correspondiente a la diferencia entre el número de turiones totales (NTT) cosechados y los comerciales (NTC) fue de 23,4 %, correspondiendo al híbrido Italo el menor valor obtenido (11,4 %) (Cuadro 1), lo que estaría indicando la tendencia al mayor cierre de las brácteas, aún en condiciones de elevadas temperaturas. Las principales causas de descarte fueron los recortes de las bases de los turiones y el espigado, siendo Ercole y Zeno los híbridos que mostraron mayor tendencia a la apertura de brácteas. En la Fig. 10 se presenta la cantidad de turiones descartados.

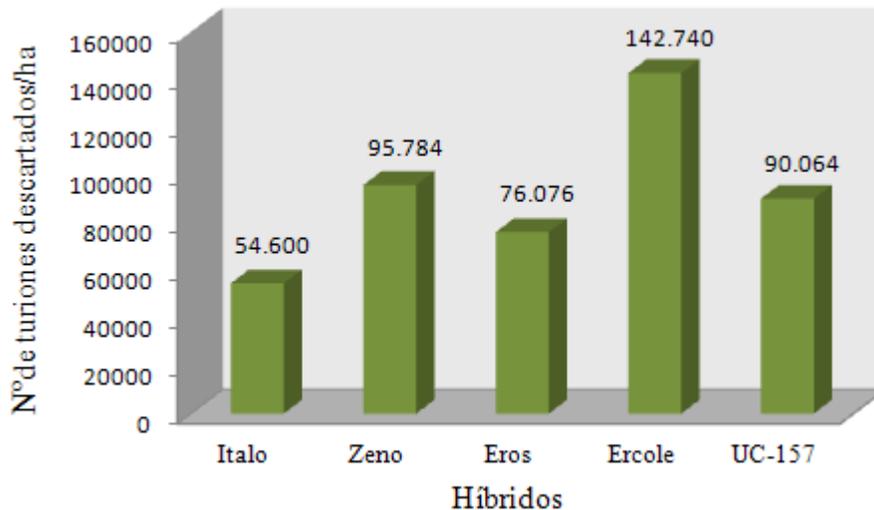


Figura 10.- Cantidad de turiones descartados (D) por hectárea de los híbridos de espárrago.

En cuanto a los calibres, definidos en función del N° de turiones/ha (Cuadro 2), comparando entre híbridos, el híbrido que se destacó por la producción de Jumbo fue Italo ($p < 0,05$); en XL, Italo seguido por Zeno y UC-157 ($p < 0,05$); en L, UC-157 ($p < 0,05$), destacando que los otros 4 híbridos

constituyeron un grupo homogéneo; en M, Eros seguido de Italo y UC-157 ($p < 0,05$); en S, Italo ($p < 0,05$) seguido de Eros, Ercole, UC-157 y Zeno, los cuales conformaron un solo grupo; y finalmente en Asparagina (calibre menor que S), Ercole ($p < 0,05$) seguido del grupo homogéneo Italo, UC-157 y Zeno. En el

Cuadro 2.- Distribución de calibres de los turiones producidos bajo cubierta, de los híbridos en estudio (turiones/ha).

Híbrido	Calibres*					
	J	XL	L	M	S	Asp.
Italo	46.800 ^{bA}	59.800 ^{bA}	44.200 ^{bB}	124.800 ^{aAB}	124.800 ^{aA}	26.000 ^{cAB}
Zeno	16.874 ^{cB}	36.582 ^{bAB}	47.866 ^{abB}	84.526 ^{aBC}	75.998 ^{aAB}	14.066 ^{cAB}
Eros	8.450 ^{cB}	5.616 ^{cC}	45.058 ^{bcB}	152.048 ^{aA}	98.566 ^{bAB}	2.808 ^{cB}
Ercole	-	-	28.548 ^{bB}	66.612 ^{abBC}	90.402 ^{aAB}	42.822 ^{bA}
UC-157	2.808 ^{cB}	14.066 ^{cBC}	104.260 ^{aA}	109.824 ^{aABC}	84.500 ^{aAB}	22.542 ^{cAB}

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

* Diferencias en la sumatoria para cada híbrido en una misma fila, con respecto al NTC del Cuadro 1, pueden deberse a errores en la cuantificación y en un caso puede haberse contemplado Asparagina o turiones de segunda calidad (que no son comerciales) mientras que en otros no.

Los promedios en cada variable con letras minúsculas en superíndices comparan en una misma fila (entre calibres) y las mayúsculas comparan en una misma columna (entre híbridos). Letras diferentes difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

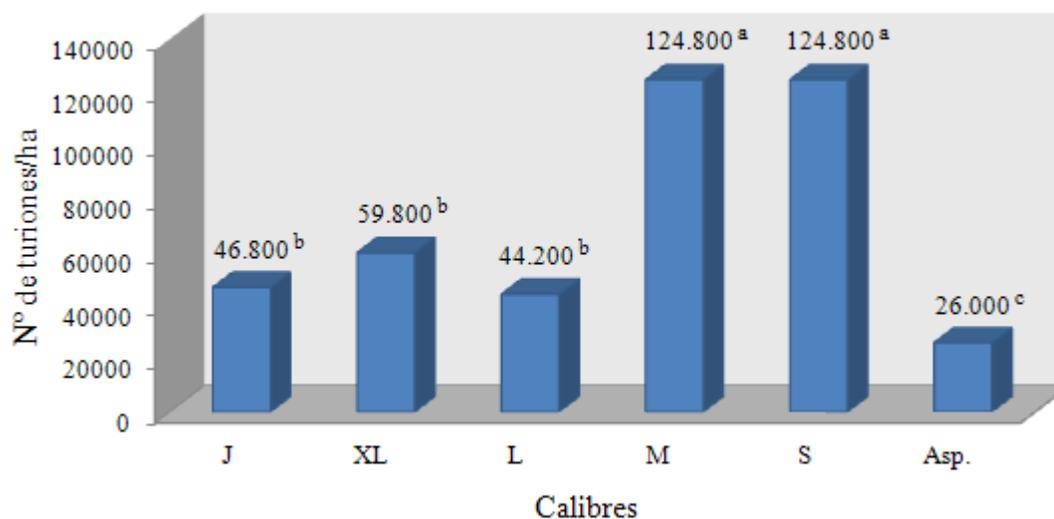
calibre L, se destacó el híbrido UC-157 posiblemente debido a que las plantas femeninas que en este híbrido representan el 50 % del stock total de plantas, tienen la tendencia a producir turiones de mayor calibre aunque en menor cantidad. Ercole se destacó por presentar la mayor proporción de calibre Asparagina, comparado con el resto de los híbridos. Esta categoría de turiones corresponden a los calibres muy finos utilizados para la industria de II Gama y de III Gamma.

En las Figs. 11, 12, 13, 14 y 15 se aprecian las comparaciones entre los distintos calibres en función del N° de turiones/ha para los híbridos Italo, Zeno, Eros, Ercole y UC-157, respectivamente.

Las preferencias de calibres por parte de los consumidores es un aspecto importante dadas las diferencias en la demanda en los mercados de destino. En tal sentido, en estudios realizados en Argentina por Castagnino *et al.*

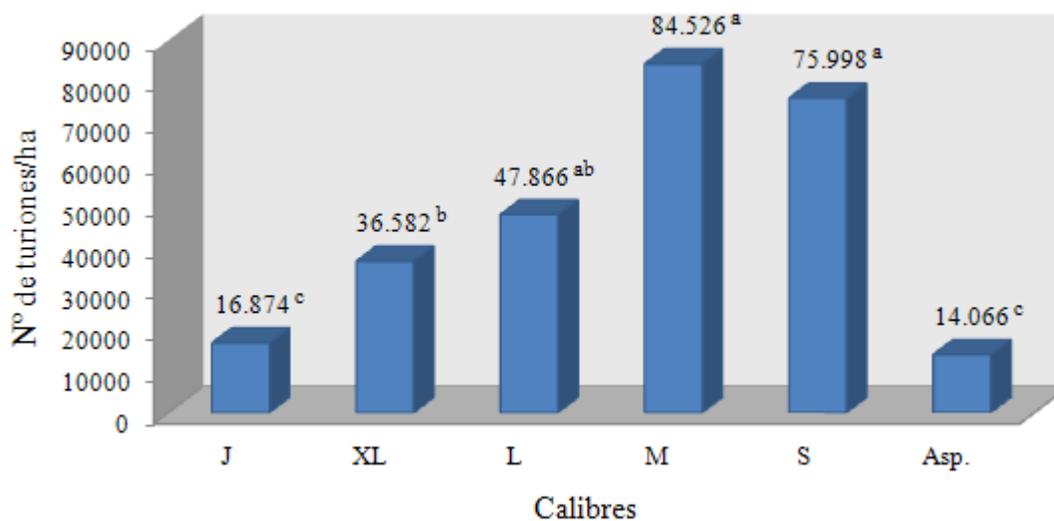
(2011b), el 60 % de los consumidores prefirió el calibre mediano, seguido por los pequeños y luego los grandes, sumando estos últimos entre ambos menos del 20 %. Por el contrario los consumidores europeos optan por los turiones de mayor calibre (L, XL y J) y en Estados Unidos eligen turiones de menor calibre (S y M) (Marina *et al.*, 2010).

Estos resultados indican la conveniencia del cultivo de Italo, cuando el mercado de destino del producto final es la Unión Europea, debido a su mayor producción de turiones de calibre Jumbo ($p < 0,05$). Por el contrario cuando el objetivo es exportar a mercados con baja exigencia de calibres como Estados Unidos convendría el cultivo de los restantes híbridos por los resultados logrados: en L, UC-157 ($p < 0,05$); en M, Eros seguido de Italo y UC-157 ($p < 0,05$); en S, Italo ($p < 0,05$) seguido de Eros, Ercole, UC-157 y Zeno.



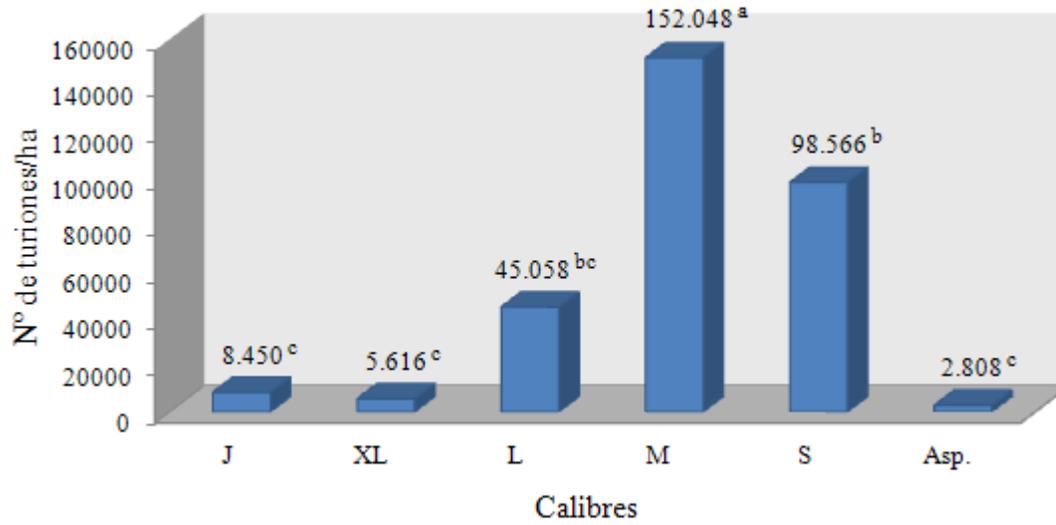
Letras distintas en superíndices indican diferencias significativas según la prueba de LSD ($p < 0,05$).

Figura 11.- Distribución de calibres en el híbrido Italo.



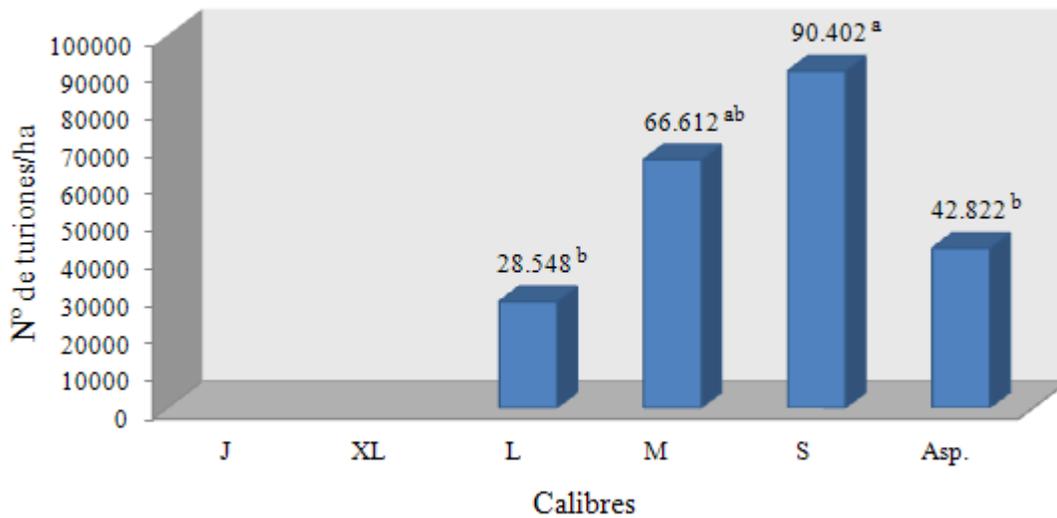
Letras distintas en superíndices indican diferencias significativas según la prueba de LSD ($p < 0,05$).

Figura 12.- Distribución de calibres en el híbrido Zeno.



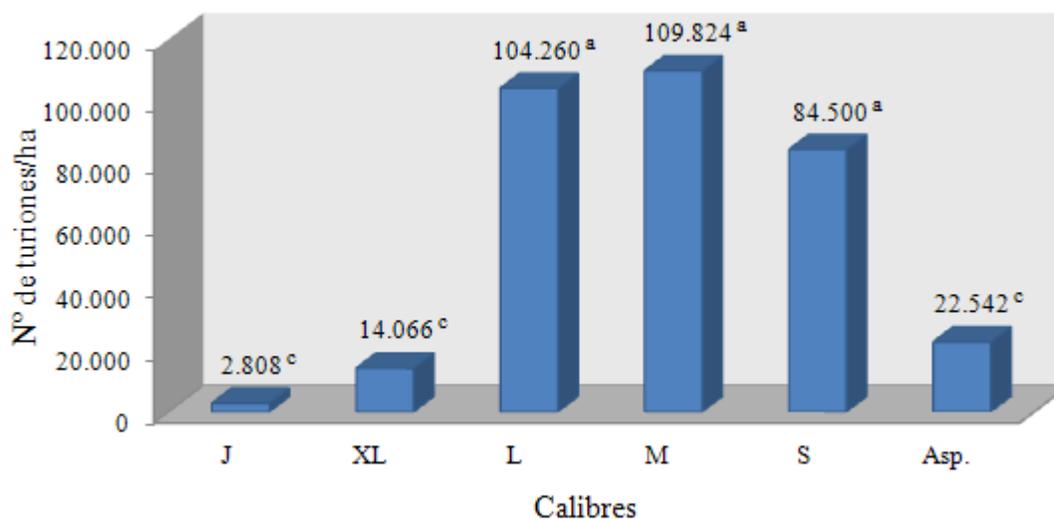
Letras distintas en superíndices indican diferencias significativas según la prueba de LSD ($p < 0,05$).

Figura 13.- Distribución de calibres en el híbrido Eros.



Letras distintas en superíndices indican diferencias significativas según la prueba de LSD ($p < 0,05$).

Figura 14.- Distribución de calibres en el híbrido Ercole.



Letras distintas en superíndices indican diferencias significativas según la prueba de LSD ($p < 0,05$).

Figura 15.- Distribución de calibres en el híbrido UC-157.

Etapa II : evaluación del comportamiento de los híbridos acondicionados en IV Gama

Los resultados logrados en la etapa de poscosecha, demostraron que el empleo de bandejas con film (B) permitiría extender la vida útil de los turiones de espárragos verdes frescos, ya que se conservarían por más tiempo sin alterar su peso inicial (en g) significativamente, respecto del uso de atados sin film (A), pudiéndose comprobar también que, mediante el uso de B, la pérdida de peso fresco en el periodo de referencia fue más gradual, no ocurriendo lo mismo con A, que fue menos gradual.

Con el empleo de B, el PPC (periodo de poscosecha) resultó 22 días mayor, lográndose en A, 13 días de duración del periodo de poscosecha, y en B, 35 días. Guisolis *et al.* (2010), trabajando con la misma especie, pudo comprobar mediante un ensayo de poscosecha, la significativa conveniencia del empleo de film para el envasado de espárrago verde, a fin de propiciar la máxima extensión posible del periodo de almacenamiento y comercialización.

Esto fue demostrado por una diferencia promedio general de deshidratación, durante el periodo de evaluación, de 26 % menos mediante el empleo de film.

Respecto de la conservación del peso fresco (CPP) de los cuatro híbridos masculinos en estudio, mediante A, a lo largo de los 13 días de poscosecha el orden fue: Italo, Zeno, Ercole y Eros, y en el caso de B, a lo largo de los 35 días fue Zeno, Italo, Eros y Ercole. CPP en promedio resultó de 68,12 % en A y 65,53 % en B, correspondiendo a una pérdida de peso fresco diaria (PPFD) de 2,45 % en A y 0,98 % en B. En relación a la pérdida de peso (PPP) de los distintos híbridos, en A perdieron 31,88 % durante los 13 días de poscosecha para dicha presentación, mostrando un mejor comportamiento los híbridos Italo (23,09 % total de PPP) seguido de Zeno (30,66 % total de PPP). En cuanto a la presentación B en promedio perdieron 34,47 % durante los 35 días de poscosecha para dicha presentación, mostrando un mejor comportamiento los mismos híbridos Zeno (22,37 % total de PPP) seguido de Italo (32,05 % total de PPP), tal como se observa en el Cuadro 3.

Cuadro 3.- Conservación del peso fresco de híbridos de espárrago verde, mediante el empleo de diferentes tipos de envases a lo largo del periodo de poscosecha. 13 días en A (atados sin film) y 35 días en B (en bandejas con film).

Híbrido	A			B		
	CPP (%)	PPP (%)	PPFD (%)	CPP (%)	PPP (%)	PPFD (%)
Italo	76,91	23,09	1,78	67,95	32,05	0,92
Zeno	69,34	30,66	2,36	77,63	22,37	0,64
Eros	61,51	38,49	2,96	61,15	38,85	1,11
Ercole	64,71	35,29	2,71	55,38	44,62	1,27
Promedio	68,12	31,88	2,45	65,53	34,47	0,98

A: atados sin film. B: bandejas con film. CPP: conservación de peso durante el período de poscosecha. PPP: pérdida de peso en poscosecha. PPFD: pérdida de peso fresco diaria.

La presentación en bandejas IV Gamma resultó mejor al empleo de atados, ya que, durante el período de poscosecha, la pérdida de peso fresco fue de 31,88 % en el caso de A (a lo largo de los 13 días de poscosecha) y de 34,47 % en el caso de B (a lo largo de los 35 días del período de poscosecha), en promedio de las tres repeticiones realizadas.

Respecto de la conservación del peso fresco a lo largo del periodo de poscosecha, en la presentación que demostró ser mejor (en bandejas), puede observarse en la Fig. 16 que, luego del día 19 todos los híbridos mostraron la misma tendencia de pérdida de peso.

Dichos resultados se corresponden con lo expresado por Guisolis *et al.* (2010) quienes señalaron que 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 conservantes.

El beneficio comprobado del empleo de bandejas resulta alentador ante la actual

tendencia global, para esta hortaliza, del uso de bandejas, en detrimento de la tradicional presentación de atados.

Algunos autores como Moleyar y Narasimham (1994), Fonseca *et al.* (2000) y Ramos-Ramírez *et al.* (2009) han expresado que, las presentaciones tradicionales de atados de espárragos están siendo reemplazadas 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.

Analizando las tendencias en la evolución del peso fresco de 25 turiones al azar de cada híbrido (en bandejas con film) (Fig. 16) se pudo observar que Ercole y Eros fueron los que mantuvieron un comportamiento más constante a lo largo del periodo de estudio, respecto de Italo y Zeno. Posiblemente esto se deba a las características genéticas distintivas de cada híbrido, oportunamente mencionadas en la sección de Materiales y Métodos (Falavigna y Palumbo, 2001; Falavigna, 2010).

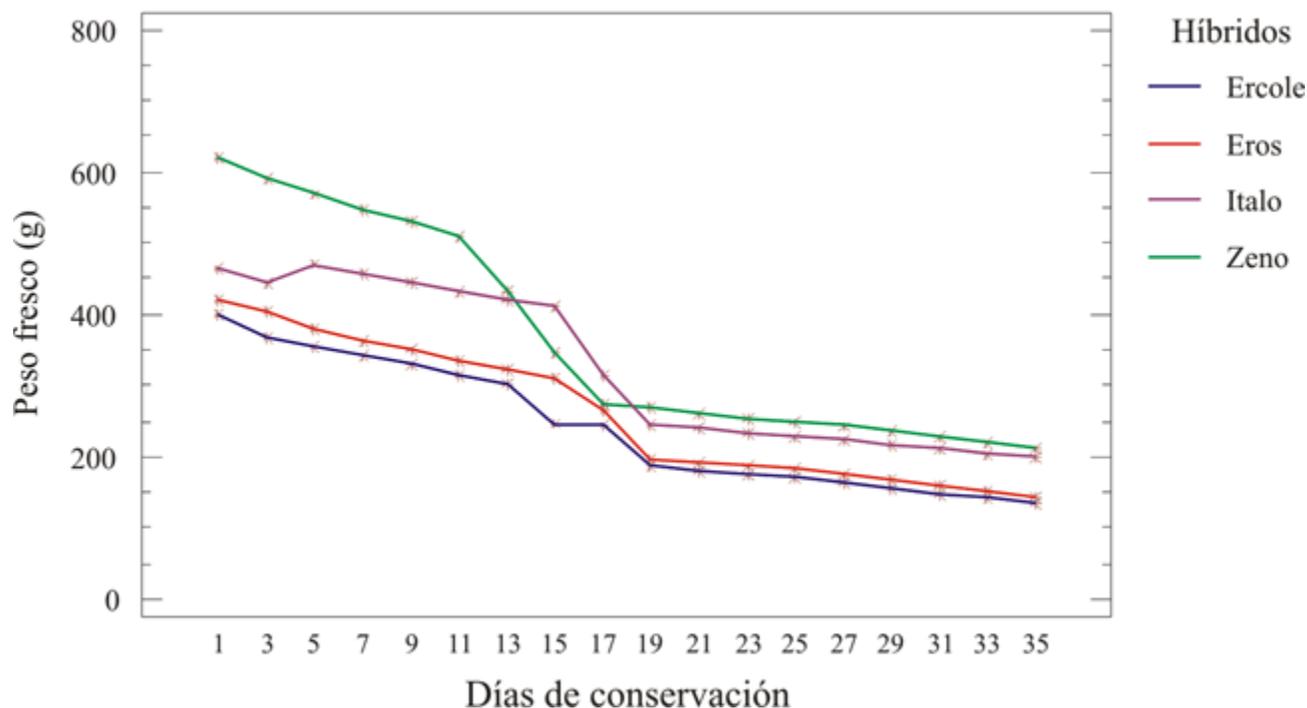


Figura 16.- Evolución del peso fresco de los híbridos de espárrago (en bandejas con film) durante el periodo de poscosecha.

CONCLUSIONES

Mediante la modalidad productiva de empleo de invernaderos, no tradicional en Latinoamérica para este cultivo, se logró una mayor productividad en el caso de los híbridos masculinos en estudio, destacándose el híbrido Italo, no solo por su productividad sino por su elevado calibre. El empleo de bandejas de IV Gama permitió optimizar la calidad del producto final, contribuyendo a extender el periodo de oferta; destacándose los híbridos Italo y Zeno, por su mejor conservación del peso fresco, durante el periodo de poscosecha.

Por todo lo expuesto, puede decirse que el espárrago es una hortaliza que brinda muchas posibilidades a los emprendedores ya que es posible ampliar el periodo de oferta a través del anticipo de un mes mediante el empleo de invernaderos, existiendo híbridos actualmente

en mercado, con un mayor potencial productivo y con características acordes a los requerimientos de los consumidores de los distintos países de destino, en los que es posible utilizar técnicas innovadoras de poscosecha que extiendan la vida útil del producto final.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asprelli, Pablo Diego; López-Anido, Fernando Sebastián y Cointry, Enrique Luis. 2005. Caracteres agronómicos en el cultivo de espárrago de diferentes edades y manejos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 40(1):47-52.
- Beafve, C. 2010. Cadena del espárrago, un enfoque sistémico. En *Primer Curso Internacional de la Cadena Agroalimentaria de Espárrago en el marco del XXXIII Congreso Argentino de*

- Horticultura. Capítulo sobre Diagnóstico, panorama mundial, latinoamericano y nacional del cultivo de espárrago. 28 Septiembre-01 Octubre. Rosario, Santa Fe, Argentina. ISBN 978-987-97812-7-2.
- Bedoya-Vidal, Paulo Andrés; Lavado-López, Andrés Mauricio; Baeza-Aragón, Carlos Arturo y Chavarriga-Montoya, William. 2007. Efecto de la altura sobre el nivel del mar y el tipo de fertilización en la producción y calidad del cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis*). Agronomía (Universidad de Caldas, Colombia). 15(1):7-25.
- Benages-Sanahuja, Salvador. 1990. El espárrago. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Castagnino, A.M.; Díaz, K.E.; Rosini, M.B.; Falavigna, A.; Marina, J. y Guisolis, A. 2011a. Productividad de ocho híbridos de espárrago en su quinto año desde la plantación en el centro de la provincia de Buenos Aires. En XXXIV Congreso Argentino de Horticultura. 27-30 Septiembre. Asociación Argentina de Horticultura (ASAHO), Buenos Aires, Argentina.
- Castagnino, A.M.; Díaz, K.E. Rosini, M.B.; Pane, J.P.; Brandam, E.; Nungesser, L.; Sasale, S. y Davhi, J. 2009. Manual de cultivos hortícolas innovadores. Buenos Aires, Argentina: Editorial Hemisferio Sur, S. A. 356 p. ISBN 978-950-504-606-5.
- Castagnino, Ana M.; Díaz, Karina E.; Rosini, María B.; Guisolis, Andrea y Marina, Javier. 2011b. Estrategias de presentación de espárragos (*Asparagus officinalis* L.): preferencias de los consumidores. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 2(1):173-186.
- Castagnino, Ana María. 2004. Manual sobre la cadena agroalimentaria espárrago. Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA), Facultad de Ciencias Agrarias-Centro de Altos Estudios Jorge Gándara (CAEG). ISBN 978-950-44-0064-6.
- <http://www.uca.edu.ar/uca/common/grupo5/files/esparragos.zip>.
- CCI. 2001. Corporación Colombia Internacional. Espárrago. Inteligencia de Mercados. Perfil de Producto. N° 11. 12 p. ISSN 0124-1338.
- Ellison, J. Howard. 1986. Asparagus breeding. In Breeding vegetables crops. (pp. 521-569). Westport, Connecticut: AVI Publishing Company, Inc.
- FAOSTAT. 2012. Base de Datos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estadísticas actualizadas el 23 de febrero de 2012. http://faostat3.fao.org/home/index_es.html?locale=es#HOME
- Falavigna, A. 2010. Cadena del espárrago, un enfoque sistémico. En Primer Curso Internacional de la Cadena Agroalimentaria de Espárrago en el marco del XXXIII Congreso Argentino de Horticultura. Capítulo sobre cultivo de espárrago en la Unión Europea. 28 Septiembre-01 Octubre. Rosario, Santa Fe, Argentina. ISBN 978-987-97812-7-2.
- Falavigna, A. 2006. I punti critici dell' asparago in campo e nel post-raccolta. L'Informatore Agrario. 62(1):52-56.
- Falavigna, A. 1995. Il miglioramento genetico in Italia: realtà e prospettive. L'Informatore Agrario. 51(17):29-33.
- Falavigna, A. 2004. Strategie per la ottimizzazione e valorizzazione della produzione di asparago in Sicilia. Spadafora, Mesina, Italia: Editorial Grillo e Famá. pp. 39-40.
- Falavigna, Agostino e Palumbo, A. Domenico. 2001. La coltura dell' asparago. Bologna, Milano, Roma: Calderini Edagricole. pp. 52, 130.
- Ferratto, Jorge y Mondino, María Cristina. 2008. Producción, consumo y comercialización de hortalizas el mundo. Revista Agromensajes. 24. <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/24/4AM24.htm>

- Ferratto, Jorge Adrián; Mondino, María Cristina; Grasso, Rodolfo; Ortiz Mackinson, Mauricio; Longo, Alejandro; Carrancio, Luis; Firpo, Inés Teresa; Rotondo, Roxana; Zembo, Juan Carlos; Castro, Guillermo; García, Matías; Rodríguez Fazzone, Marcos; Iribarren, María Josefina *et al.* 2010. Buenas prácticas agrícolas para la agricultura familiar. Cadena de las principales hortalizas de hojas en Argentina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (MINAGRI, Argentina), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, Argentina) y Universidad Nacional de Rosario (UNR-Facultad de Ciencias Agrarias, Argentina). pp 19. ISBN 978-92-5-306573-8.
- Fonseca, Susana C.; Oliveira, Fernanda A.R.; Lino, Isabel B.M.; Brecht, Jeffrey K. and Chau, Khe V. 2000. Modelling O₂ and CO₂ exchange for development of perforation-mediated modified atmosphere packaging. *Journal of Food Engineering*. 43(1):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.
- 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.
- Hartmann, H.D.; Hermann, G. and Altringer, R. 1990. Evaluation of nutrient status of asparagus by leaf and root analyses. *Acta Horticulturae*. 271:433-442.
- Laemers, B. 2008. Asparagus developments in The Netherlands, Europe and Worldwide. In 7th European Asparagus Symposium for Cultivation and Trade (Euro Asper 2008). February 27-29. Mierlo, The Netherlands.
- Manrique-Klinge, Kurt. 2001. Nociones del manejo de post-cosecha. Departamento de Mejoramiento y Recursos Genéticos, Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. 9 p.
- 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.
- Moleyar, V. and Narasimham, P. 1994. Modified atmosphere packaging of vegetables: an appraisal. *Journal of Food Science and Technology*. 31(4):267-278.
- Pimpini, E. 1986. Concimazione, irrigazione e diserbo nell'asparagiaia in funzione dei sistemi di impianto. *Agricoltura e Ricerca*. (n. s.). 55:59-70.
- 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.
- 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

Romero-Martínez, Jesús María. 2005. Cultivo del espárrago blanco. La Fertilidad de la Tierra (Revista de Agricultura Ecológica). 20:52-57. http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Ferti/Ferti_2005_20_52_57.pdf

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