UCA
Pontificia Universidad Católica Argentina
Biblioteca digital
de la Universidad Catolica Argentina

Barreto, María Sofía

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

Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria
Facultad de Ciencias Agrarias

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.
La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Barreto, M. S. 2013. Producción de primicia en invernadero de híbridos masculinos de espárrago (asparagus officinalis) y procesado IV gama para optimización del posicionamiento en el mercado [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/produccion-primicia-invernadero-hibridos.pdf [Fecha de consulta:...]

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Facultad de Ciencias Agrarias

Ingeniería en Producción Agropecuaria

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

Trabajo final de graduación para optar por el título de: Ingeniero en Producción Agropecuaria

Autor: María Sofía Barreto

Profesor Tutor: Ing. Agr. Mag. Ana Maria Castagnino

Fecha: 22/03/2013

INDICE

Resumen…….....3

Introducción……4

Objetivos…….9

Materiales y métodos……..9

- **Híbridos estudiados……9**
- **Ensayo en invernadero……..10**
- **Evaluación del comportamiento durante el periodo de poscosecha……15**

Resultados y discusión……..17

- **Etapa I: Evaluación de la productividad lograda en invernadero…….…..17**
- **Etapa II: Evaluación del comportamiento de los híbridos acondicionados en IV Gama……27**

Conclusiones…….30

Anexo 1: Protocolo de calidad de espárragos…..……..32

Anexo 2: Fotos……..40

Referencias Bibliográficas……...47

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 y neta (kg/ha) de espárrago verde bajo cubierta, el periodo de poscosecha (PPC), la pérdida de peso fresco diaria (PPFD) y promedio (PPFP) 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 total se obtuvo con el híbrido Italo: Italo 8.925,00 kg/ha, seguido por Zeno: 5.558,68, UC-157: 5.267,03; Eros: 4.937,75 y Ercole: 3.099,03 kg/ha. 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 pérdida porcentual de peso fresco diaria (PPFD), promedio de ambas presentaciones, fue inferior en Italo y Zeno (1,35 y 1,50 % diaria), respecto de de la pérdida de Ercole y Eros (1,99 y 2,04 %). La conservación del peso fresco 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.

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 ºC, 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 ºC, 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).

Los tallos son anuales, de desarrollo primavero-estival, simples en su tercio inferior y luego ramificados con hojas muy pequeñas reducidas a escamas. En su primer estado de desarrollo se los llama turión y constituyen la porción comestible.

Al ser una especie dioica las flores femeninas y las masculinas están en plantas separadas. Las plantas masculinas son más productivas y más longevas que las femeninas. Estas últimas producen turiones de mayor tamaño. Las flores son campanuladas de color verde amarillentas y se encuentran en las axilas de los filocladios. La polinización es entomófila. Los frutos son bayas pequeñas de color rojo cuando están maduras. Las semillas son negras y muy duras y hay entre 45000 y 50000 semillas en un kilo.

Los espárragos pueden ser verdes, blancos o violetas según el sistema de cultivo utilizado. Son verdes o violetas cuando son cosechados sobre la superficie del terreno, mientras que son parcial o completamente blancos cuando son cortados a pocos cm o completamente bajo la superficie del terreno.

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. Según Falavigna, A. (2004) las temperaturas medias que influencian las principales fases fisiológicas de las plantas son las siguientes: la temperatura mínima a nivel de suelo para la emisión de turiones debe ser de 12 ºC por al menos 7 días, la temperatura del aire para el crecimiento de los turiones: mínima de 8 ºC y óptima de 20 ºC, mientras que la del aire para la síntesis y traslocación de fotosíntesis: mínima de 8 ºC, óptima de 23 a 28 ºC y máxima de 35 ºC.

A nivel global, este cultivo ha cobrado gran relevancia. Estadísticas de la FAO para el año 2010, han reflejado una producción mundial de 7.832.359,10 t en una superficie cosechada de 1.294.816,50 ha, destacándose en orden de importancia en producción por continente: Asia 7.082.715,00 t; América 477.229,00 t; Europa 259.620,10 t; Oceanía 9.200,00 t y África 3.595,00 t, y por países: China 696.9357,00 t; Perú 335.209,00 t; Alemania 92.404,00 t; Tailandia 63.108,00 t y Estados Unidos 36.240,00 t. En Sudamérica la producción fue de 360.106,00 t y los principales países productores (con áreas cosechadas): Perú, ya indicado (30.896,00 ha), Chile 13.200,00 t (2.758,50 ha), Argentina 8.900,00 t (2.300,00 ha), Colombia 1.647,00 t (217,00 ha) y Ecuador 1.150,00 t (410,00 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 (8,293,00 t) de espárragos y las 2.000 ha de superficie cosechada (2.255,00 ha) para este rubro, cerrando el 2010 con un incremento a 8.900,00 t en un área cosechada de 2.300,00 ha, lo que correspondió a una productividad de 3,87 t/ha ese año.

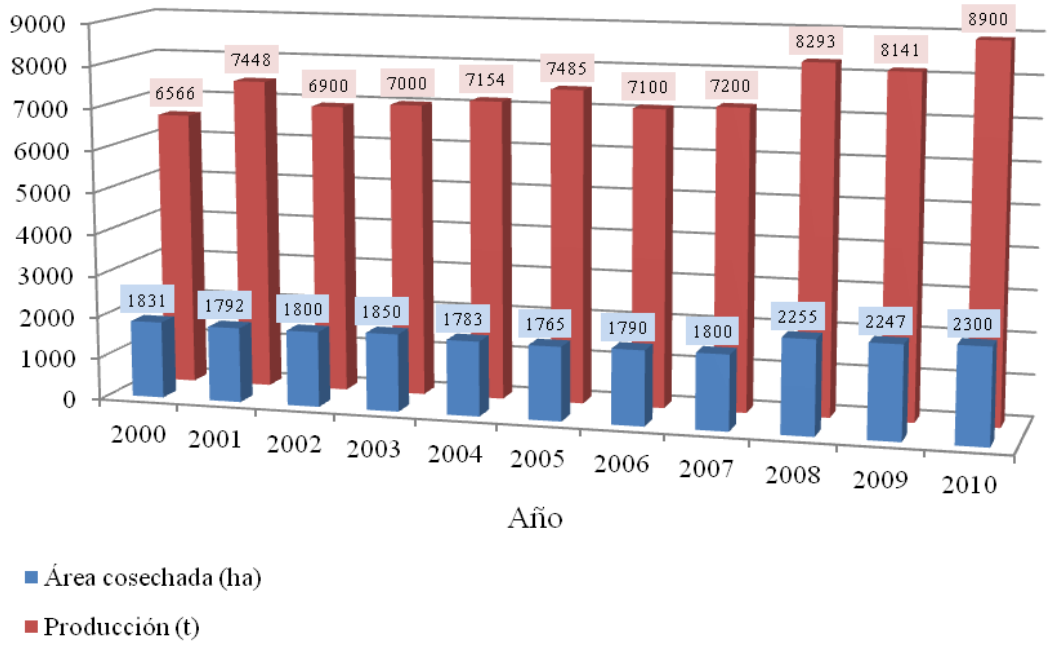

Figura 1.- Producción y área cosechada de espárragos en Argentina durante el periodo 2000-2010.

Otros autores sostienen que la superficie cultivada con espárragos en Argentina sería inferior, como Laemers (2008) con 1300 ha y Beafve (2010) con 1200 ha.

Argentina produce espárragos desde hace varias décadas con una elevada estacionalidad de la producción concentrada en el periodo Octubre-Diciembre.

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 esparrago presenta varias etapas productivas: una inicial de crecimiento exponencial, 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 disminuyen, y una vez concluida la etapa de recolección, se inicia la fase vegetativa, donde la planta sintetiza nuevas sustancias de reserva que son traslocadas 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, 2007; 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 transplante; 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, 2007). 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 ºC. 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 cambios 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:** Según Falavigna y Palumbo (2001); Falavigna, A. (2001, 2004 y 2010), **e**ntre las características manifestadas por los híbridos masculinos italianos en evaluación, 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:** Hibrido 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 roya y sensible a stemphylum.
  - **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 cumbrera, provisto de ventilación lateral y frontal, como se observa en las fotos a continuación (Fig.2 y 3)

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 33,333 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 ($C_9H_{10}Cl_2N_2O_2$) 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.

Figura 2.- Invernáculo de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UCA.

Figura 3.- Vista frontal (A) y lateral (B) de invernadero semicircular.

Al momento de la plantación se 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 estadíos.

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 (PFT) o peso bruto. Cortados a 22 cm y seleccionados en 1ª y 2ª calidad, para determinar el peso neto total de 1ª y 2ª (PNT 1ª y PNT 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, o sea, quebrados, rotos, sin punta, fuera de calibre.

Se realizaron 27 cosechas en el periodo 18/08/2010 – 03/10/2010, con una frecuencia promedio de día por medio. En las figuras 4, 5, 6 y 7 se pueden observar los cuatro híbridos italianos plantados en el invernadero en pleno periodo de cosecha.

Los factores confrontados para la evaluación de la productividad del ensayo fueron los híbridos de origen italiano enteramente masculinos: Italo (I), Zeno (II), Eros (III), Ercole (IV), versus el testigo heterocigota de origen americano UC-157. En poscosecha se estudio el comportamiento comparativo de los híbridos mencionados.

Se realizó análisis de la varianza (ANOVA) para cada una de las variables en estudio utilizando Statgraphics Plus versión 5.1

Figura 4.- Turiones del hibrido Italo, listos para cosechar.

Figura 5.- Turiones del hibrido Zeno, listos para cosechar.

Figura 6.- Turiones del hibrido Eros, listos para cosechar.

Figura 7.- Turiones del hibrido Ercole, listos para cosechar.

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 Nº de turiones totales (NTT) y comerciales (NTC) producidos.
- Determinación de peso fresco total (peso bruto) (PFT).
- 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 (PFN) comercial.
- Determinación de Nº 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. 8).

Figura 8.- Calibrado de turiones de esparrago.

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 descriptas en el Código Alimentario Argentino (C.A.A.) (Capítulo I "Disposiciones generales"- Resolución GMC (Grupo Mercado Común) N° 080/96.

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, la extensión del periodo de poscosecha (PPC), la pérdida de peso fresco diaria (PPFD) y promedio (PPFP), se efectuó un ensayo con tres repeticiones.

Los híbridos cuyo comportamiento fue evaluado en poscosecha 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 g.cm3), y en atados sin film (A). (Fig. 9). 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 en estudio (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 ºC, tal como lo indica el mencionado Protocolo (SAGPyA, 2007). Para todas las variables se realizó el análisis de la varianza (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 $p < 0,05$. Statgraphics Plus versión 5.1 (Statistical Graphics Corporation).

Figura 9.- Ejemplo de turiones de Italo cortados a 22 cm.

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 $/kg (equivalente a 4,0 US$/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 $/kg (equivalente a 2,25 US$/kg), lo que indica la conveniencia económica de anticipar la entrada en producción mediante invernaderos. En la Fig. 10, se muestran los híbridos de esparrago en estado vegetativo, un año antes de comenzar el ensayo.

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 9649 $kg.ha^{-1}$ mientras que la productividad neta 5.558 $kg.ha^{-1}$. La mayor producción total (PBT), se obtuvo con el hibrido Italo 15.019,73 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 ultimo Ercole 6.420,53 kg/ha (Cuadro 1). Los valores difieren de la productividad total lograda a campo en le otro ensayo realizado en el mismo año en Azul, en el centro de la Provincia de Buenos Aires, en que UC-157 rindio 14.760 kg/ha, seguido de Zeno 13.880; Eros 13.430 e Italo 12.020 kg/ha (Castagnino et al. 2011 a). En la Fig. 12 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 kg/ha, 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 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 7758 kg.ha-1, destacándose en orden de importancia: UC 157: 8650; Eros: 7940; Ercole: 7830; Italo: 6980 y Zeno: 7390 kg.ha-1. (Castagnino, A. M. *et al*, 2011). (Figura 13).

Figura 10.- Híbridos de esparrago verde bajo cubierta

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

	PFT	PFN	NTT	NTC	Descarte (%)	
Híbridos	($kg.ha^{-1}$)	($kg.ha^{-1}$)	($turiones.ha^{1}$)	($turiones.ha^{1}$)	de $kg.ha^{-1}$	de turiones
Italo	15019,72 ^{a}	8925 ^{a}	478400 ^{a}	423800 ^{a}	41	11
Zeno	9258,97 ^{b}	5558,67 ^{b}	368925 ^{ab}	273125 ^{bc}	40	26
Eros	8764,45 ^{b}	4937,75^{bcd}	383075 ^{a}	307000 ^{ab}	44	20
Ercole	6420,52 ^{bc}	3099,02 ^{de}	371125 ^{ab}	228375 ^{bc}	52	38
UC-157	8780,85 ^{b}	5267,02 ^{bc}	425250 ^{a}	335200 ^{ab}	40	21
Promedio	9.648,91	5.557,50	405355	313500	43	23

PBT : peso fresco total o peso bruto. PFN: peso fresco neto para cada calidad. NTT: numero de turiones totales. NTC: numero de turiones comerciales. D: descarte.
Los promedios en cada variable con letras en superíndices distintas indican diferencias significativas según la prueba de LSD ($p < 0,05$).

Se registró la mayor producción promedio, correspondiente a las cosechas 12, 13 y 10: 814,25 (a); 698,15 (ab) y 627,00 (abc) kg/ha, respectivamente. En general se logró una mayor precocidad en los híbridos de origen italiano respecto del UC-157, único de origen americano.

Figura 11.- Plantas de los cuatro hibridos italianos, una vez culminada la cosecha.

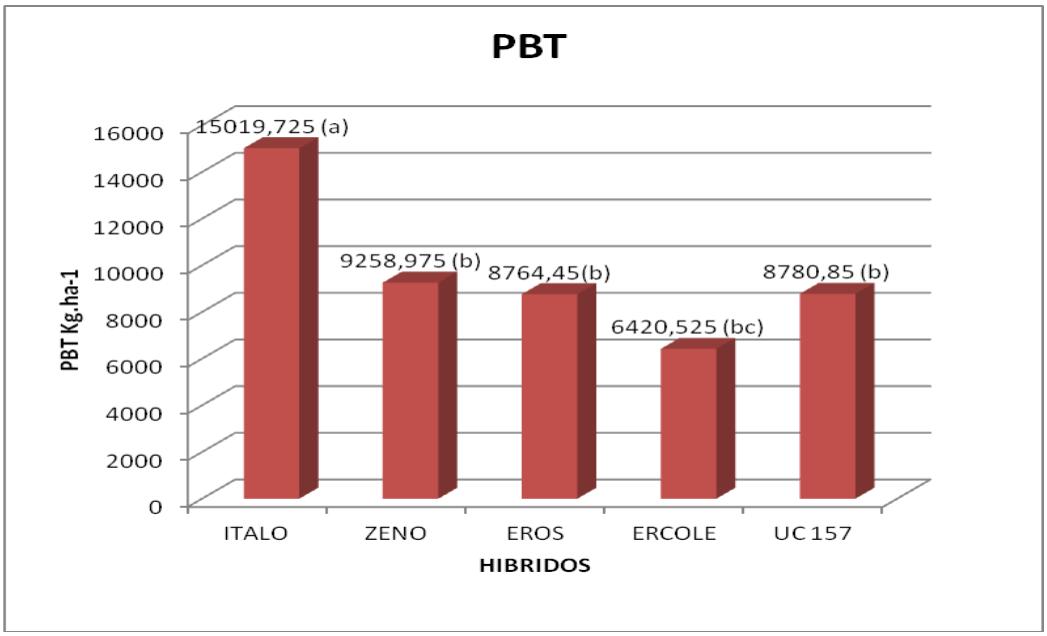

Figura 12.- Productividad bruta total (PFT o PBT) de los cuatro híbridos de espárrago versus el testigo.
Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de LSD ($p < 0,05$).

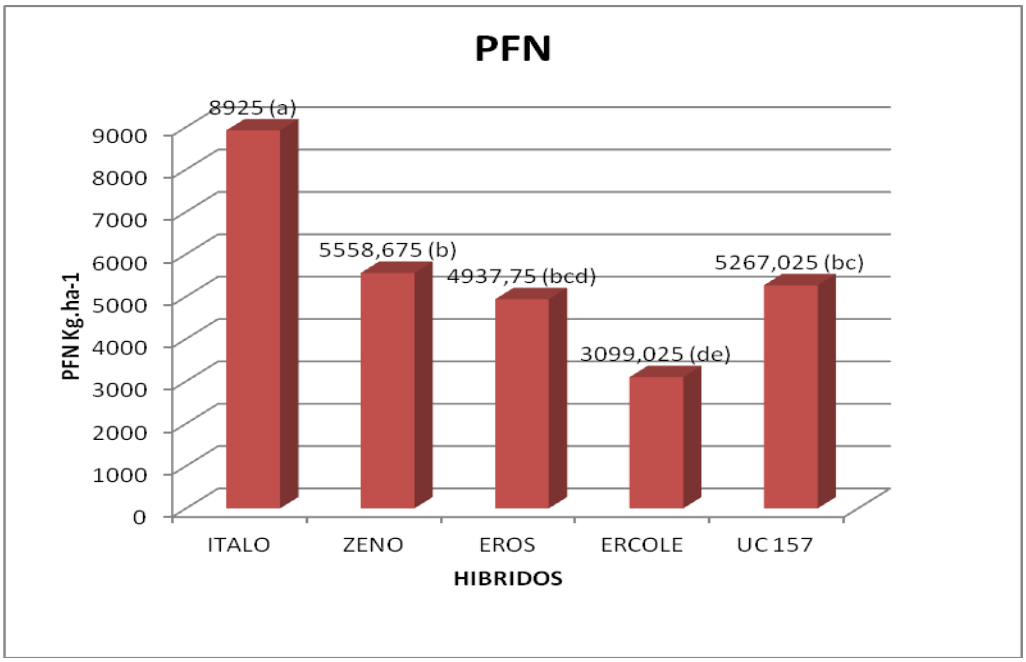

Figura 13.- Productividad neta de los híbridos de espárrago versus el testigo.
Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de LSD ($p < 0,05$).

Respecto del NTT se destacaron dos grupos ($p < 0,05$), el primero conformado por Italo 478.400,00 turiones totales/ha, UC-157 425.256,00 y Eros 383.084,00 turiones totales/ha, y el otro por Ercole 371.124,00 y Zeno 368.914,00 turiones totales/ha (Fig. 14); mientras que en NTC se observaron tres grupos ($p < 0,05$), el primero solo con Italo 423.800,00 turiones comerciales/ha, seguido del segundo grupo UC-157 335.192,00 y Eros 307.008 turiones comerciales/ha, y finalmente el grupo tres integrado por Zeno 273.130,00 y Ercole 228.384,00 turiones comerciales/ha. Respecto de los turiones comerciales cosechados, en promedio se lograron 313.502 turiones/ha. (Cuadro 1).

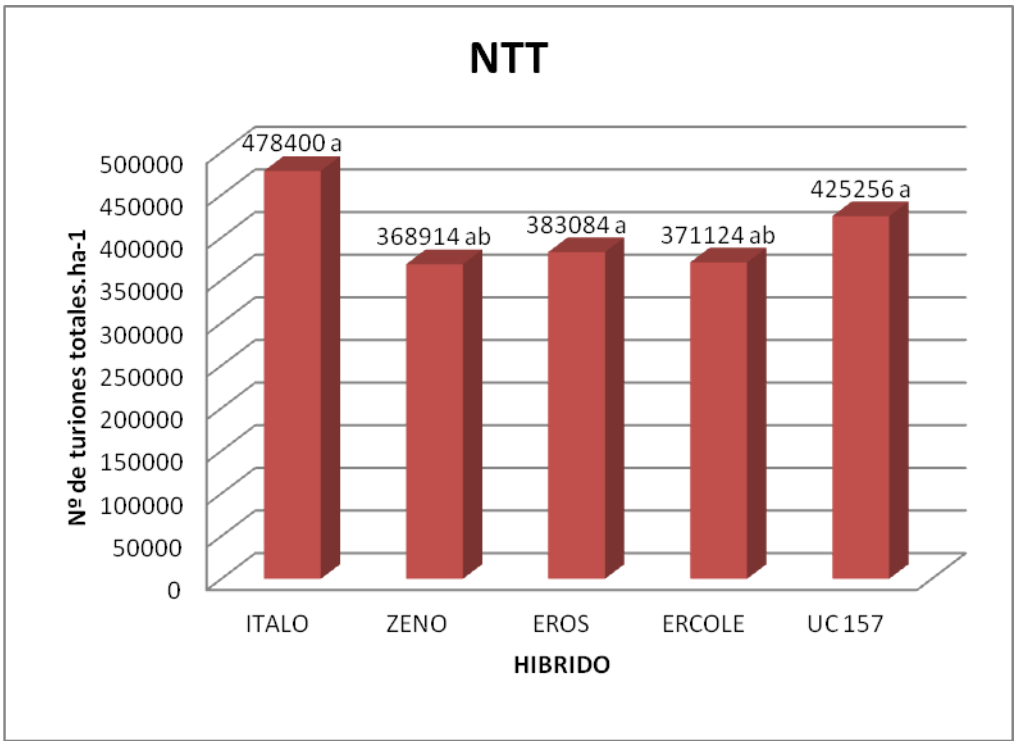

Figura 14.- Evaluación del número total de turiones cosechados (NTT) por hectárea de híbridos bajo cubierta.

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

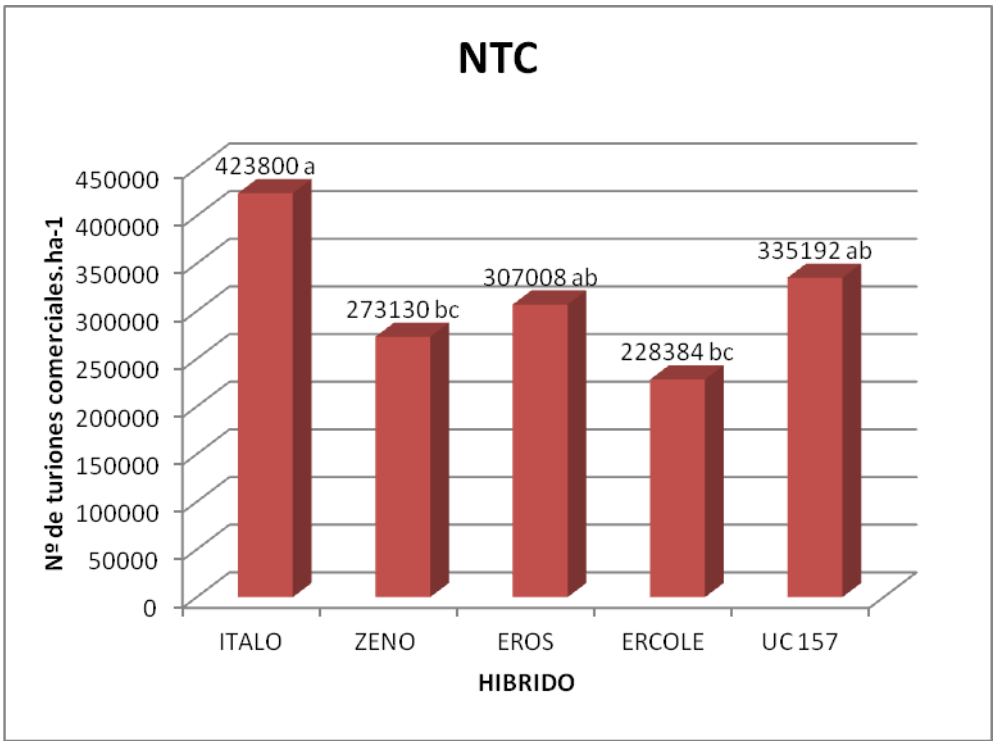

Figura 15.- Evaluación del número de turiones comerciales (NTC) producidos por hectárea de híbridos bajo cubierta.

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

Respecto del peso promedio por turión 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 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.

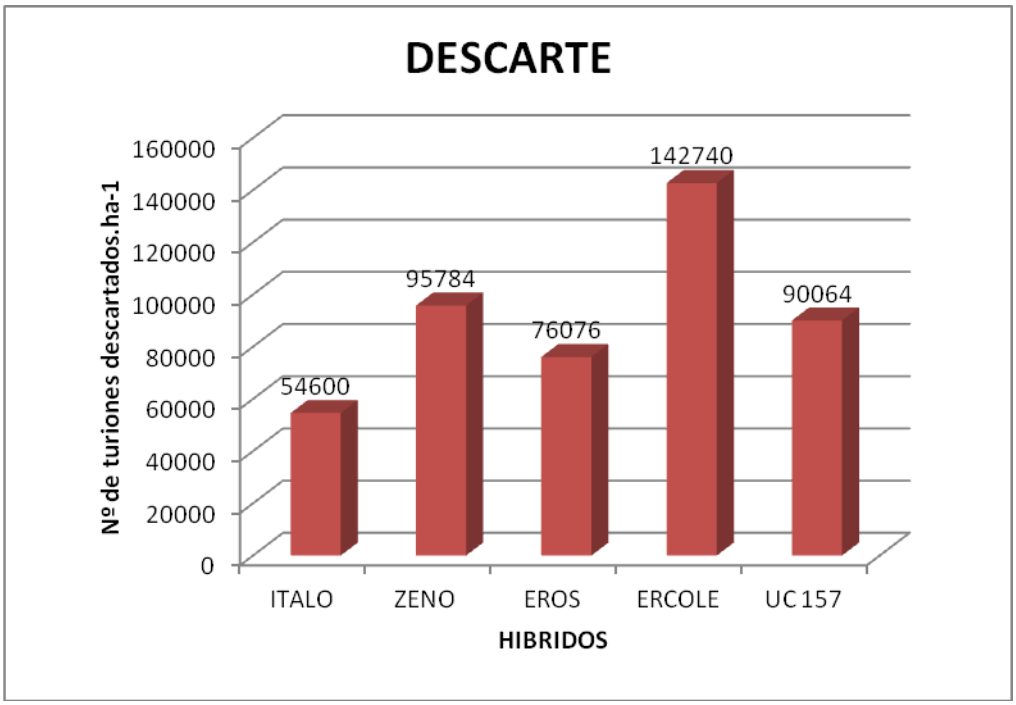

Figura 16.- Evaluación de la cantidad de turiones descartados (D) por hectárea de los híbridos de espárrago

El % de descarte promedio correspondiente a PFN (es decir la diferencia ente el volumen total cosechado y el comercial para cada uno de los cinco casos) fue de 43,2 %, posiblemente debido a la frecuencia de cosecha utilizada, de día por medio. (Cuadro 1). El porcentaje de turiones desechados de 23 %, correspondiendo al híbrido Italo el menor valor obtenido (11 %), lo que estaría indicando la tendencia al mayor cierre de las brácteas, aun 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. (Ver Figura 16).

En cuanto a los calibres, definidos en función del Nº de turiones/ha (Cuadro 2), 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 ($p < 0,05$); 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 las Figs.17, 18, 19, 20 y 21 se aprecian los distintos calibres en función del Nº de turiones/ha para los híbridos Italo, Zeno, Eros, Ercole y UC-157, respectivamente.

Cuadro 2.- Distribución de calibres de los turiones producidos bajo cubierta, de los híbridos en estudio (turiones.ha^{-1})

	Calibres*					
Híbridos	J	XL	L	M	S	Asp.
Italo	46800 ^{a}	59800 ^{a}	44200 ^{b}	124800 ^{ab}	124800 ^{a}	26000 ^{ab}
Zeno	16875 ^{b}	36575 ^{ab}	47850 ^{b}	84525 ^{bc}	76000 ^{ab}	14050 ^{ab}
Eros	8450 ^{b}	5625 ^{c}	45050 ^{b}	152050 ^{a}	98550 ^{ab}	2800 ^{b}
Ercole	0	0	28550 ^{b}	66600 ^{bc}	90400 ^{ab}	42800 ^{a}
UC-157	2800 ^{b}	14075 ^{bc}	104250 ^{a}	109825 ^{abc}	84500 ^{ab}	22550 ^{ab}

J: Jumbo. XL: Extra Large. L: Large. M: Medium. S: Small. Asp: Asparagina.
Los promedios en cada variable con letras en superíndices distintas indican diferencias significativas según la prueba de LSD ($p < 0,05$).

En el 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.

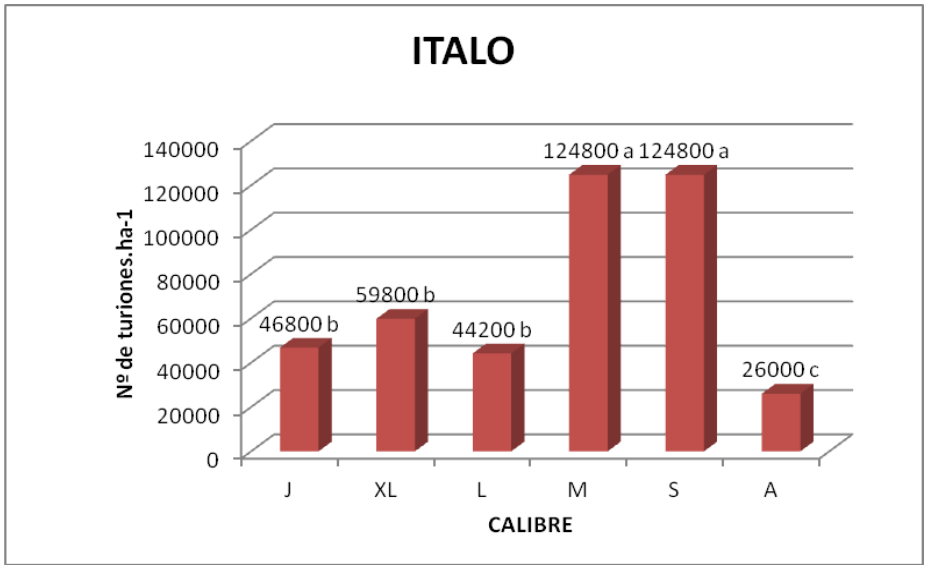

Figura 17.- Evaluación de la distribución de calibres en el híbrido Italo.
Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de LSD ($p < 0,05$).

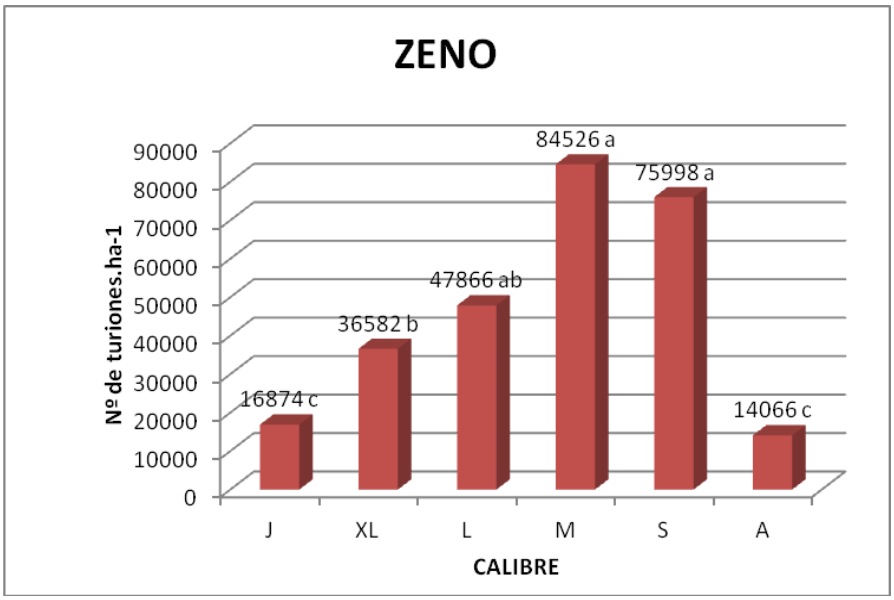

Figura 18.- Evaluación de la distribución de calibres en el híbrido Zeno.
Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de LSD ($p < 0,05$).

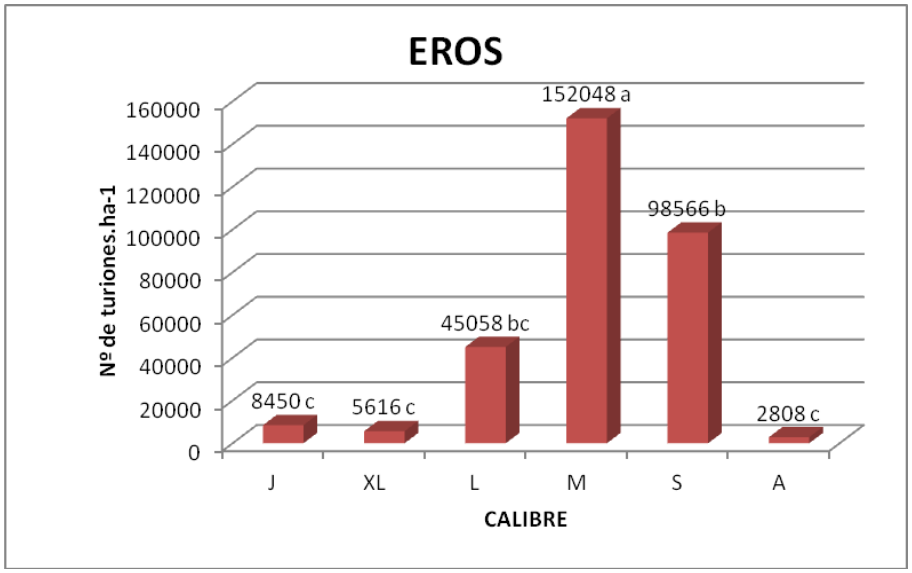

Figura 19.- Evaluación de la distribución de calibres en el híbrido Eros.
Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de LSD ($p < 0,05$).

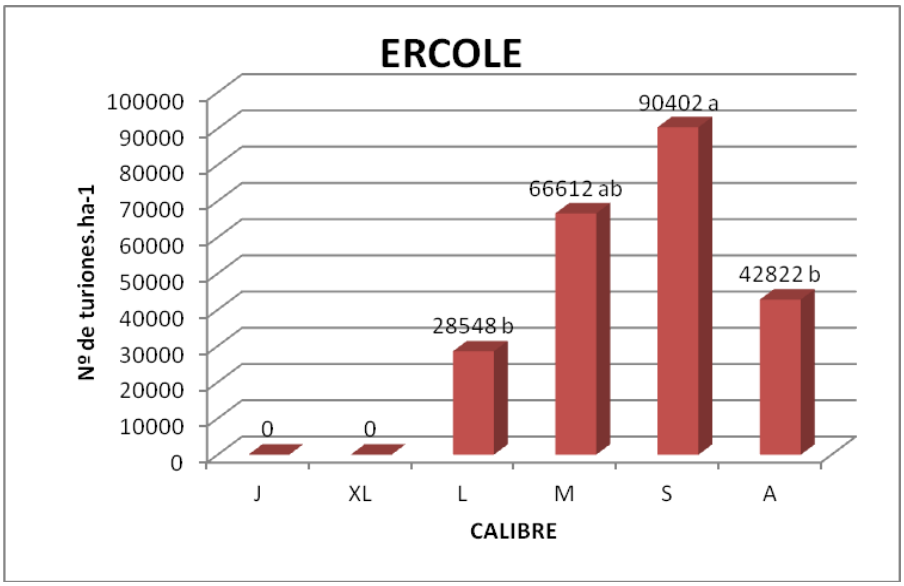

Figura 20.- Evaluación de la distribución de calibres en el híbrido Ercole.
Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de LSD ($p < 0,05$).

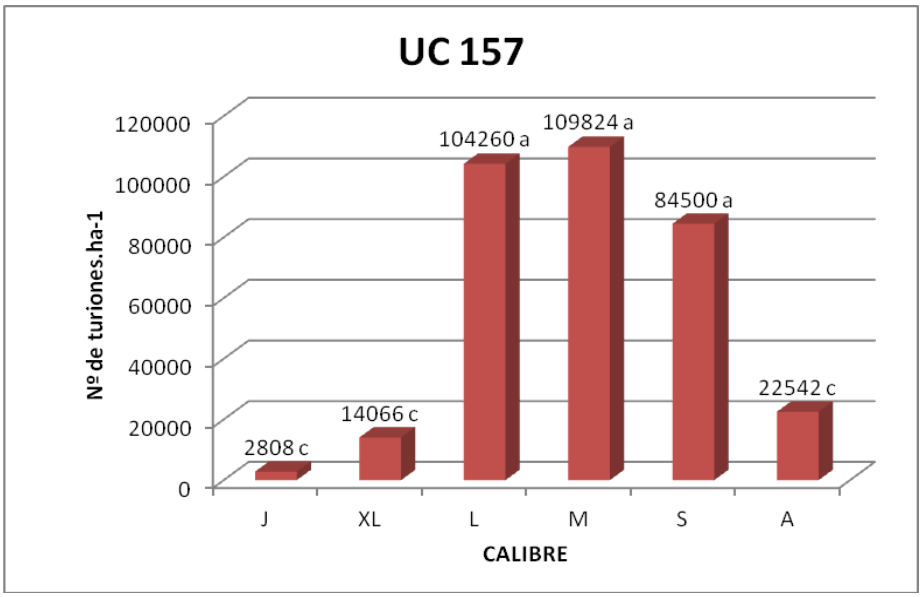

Figura 21.- Evaluación de la distribución de calibres en el híbrido UC-157.
Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de LSD ($p < 0,05$).

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*. (2011), 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.
En Aspargina se destacó Ercole ($p < 0,05$) seguido del grupo homogéneo Italo, UC-157 y Zeno.

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 (B) con film permitiría extender la vida útil de los turiones de espárragos verdes frescos, ya que se conservarían por mas tiempo sin alterar su peso inicial (en g) significativamente, respecto del uso de atados (A) convencionales sin film, 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 período 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.

En cuanto a la variable presentación en bandejas IV Gamma resultó muy superior al empleo de atados (Cuadro 3), 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 a 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 Figura 22 que , luego del día 19 todos los híbridos mostraron la misma tendencia de pérdida de peso.

Cuadro 3.- Evaluación de la conservación del % de 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.

Dichos resultados se corresponden con los obtenidos 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. Respecto de los híbridos se observó un mejor comportamiento en Italo seguido de Zeno, como se puede apreciar en el cuadro 3.

Analizando las tendencias en la evolución del peso fresco de 25 turiones al azar de cada híbrido (Fig. 22) 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).

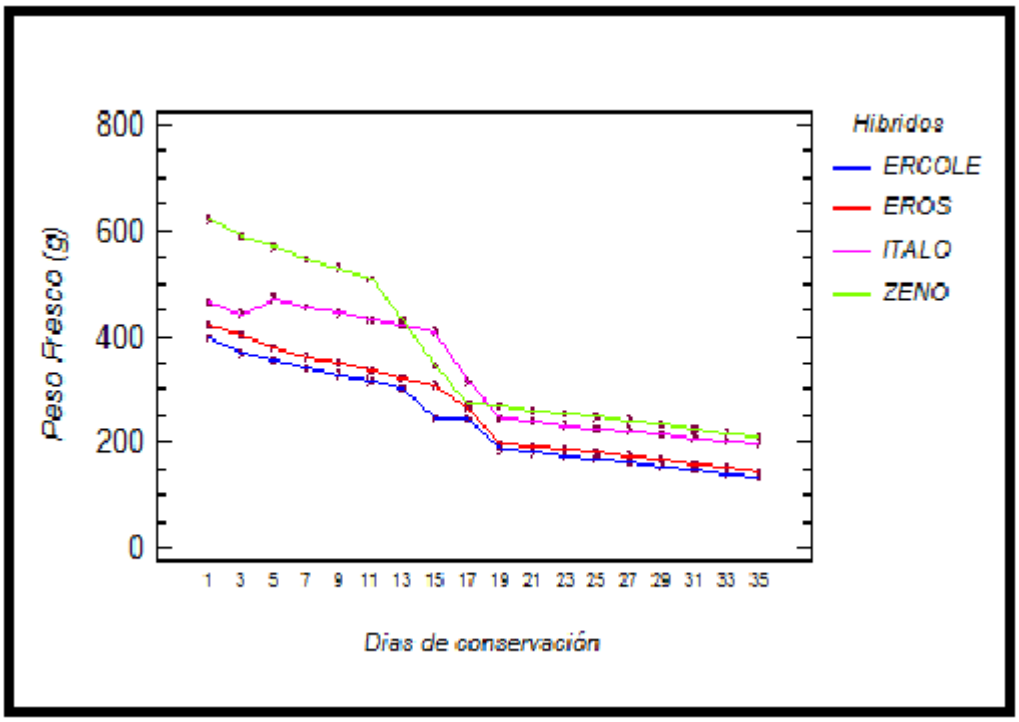

Figura 22.- Evolución del peso fresco de los híbridos de espárrago (en bandejas con film) durante el periodo de poscosecha.

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.

En poscosecha 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.

Publicación con referato

Los resultados obtenidos en el marco de la presente tesis, permitieron generar dos trabajos a congresos internacionales, y una publicación cpn referato, tal como se indica a continuación:

1. **Barreto, S.; Castagnino, A. M.; Diaz, K. E.[(2)]; Falavigna, A.; Risso, A.; Rossini, M. B.** ***Ex aecquo Análisis del efecto de la presentación IV Gama en diferentes híbridos de espárrago verde (Asparagus officinalis var. Altilis L.) sobre el peso fresco y la extensión del periodo de oferta.*** **XIII Congreso CYTAL**. Congreso Argentino de la Ciencia y Tecnología de los Alimentos "Promoviendo la Salud, la calidad y la sustentabilidad, nuevos procesos, productos e ingredientes"; IV Simposio Internacional de nuevas tecnologías y II Simposio Latinoamericano sobre higiene y calidad de los alimentos. CODIGO: 7- 11. Buenos Aires, 19-21/10/ 2011.

2. **Barreto, S.; Castagnino; A.; Risso, A.; Diaz, K.; Falavigna, A.** ***Ex Aequo. Producción de primicia en invernadero de hibridos de espárrago, en su tercer año.*** XIV Congreso de Ciencias Hortícolas SOMECH 2011. Trabajo en Pag. 209 del Libro de Actas. Presentación completa disponible para socios SOMECH en www.somech.mx. Culiacán, Sinaloa, México 12/04/2011.

3. **Barreto, S.;** Castagnino, A.; Díaz, K. ; Falavigna, A.; Marina, J.
   Premiere production in greenhouse of male hybrid asparagus (Asparagus officinalis) and its response to IV Gama to optimize its positioning in the market.
   Publicado en Revista Venezolana de Ciencia y tecnologia de los alimentos. 3 (2) :152 – 176 . Julio-Diciembre, 2012.
   http: //www.rvcta.org
   ISSN: 2218-4384

ANEXO 1

Protocolo de calidad para esparrago fresco

Fecha de oficialización: **22 de octubre de 2007**

RESOLUCIÓN SAGPyA Nº 249/2007

INTRODUCCIÓN

1. Alcances

El presente protocolo define los atributos de calidad para Espárragos que aspiren a utilizar el Sello "Alimentos Argentinos- Una Elección Natural".
El objetivo de este documento es constituirse en una herramienta para que los productores de espárrago obtengan un producto de calidad diferenciada.
Por tratarse de un documento de naturaleza dinámica, este protocolo podrá ser revisado periódicamente sobre la base de las necesidades que surjan del sector público y/o privado.
Los productores que deseen implementar este protocolo deben tener en cuenta que queda 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 descriptas en el Código Alimentario Argentino - C.A.A. (Capítulo I "Disposiciones generales"- Resolución GMC N° 080/96 incorporada al Código por Resolución MSyAS Nº587/97; Capítulo XI "Alimentos
Vegetales" - Art. 845, Art. 845bis y Art. 930; Capítulo IV "Utensilios, recipientes, envases, envolturas, aparatos y accesorios; Capítulo V "Normas para la rotulación y publicidad de los alimentos").

2. Criterios Generales

Los atributos diferenciadores para Espárrago, surgen de la información aportada por la empresa que presentó el primer expediente sobre este producto a fin de obtener el Sello "Alimentos Argentinos – Una Elección Natural ", de la información recopilada y resultante de la investigación proveniente de distintas instituciones públicas y privadas, del Reglamento (CE) Nº 2377/1999, Norma Codex STAN 225-2001, Emd. 1-2005, Norma
Mexicana NMX-FF-0092-1996 Productos alimenticios no industrializados para uso humano - Hortalizas en estado fresco – Espárrago, PC-036-2005 Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México calidad suprema en espárrago.
Las empresas comercializadoras de Espárrago adaptan sus productos a los requerimientos de cada mercado comprador, pero igualmente se han logrado unificar los criterios a fin de abarcar en el presente documento las exigencias que definen una calidad extra para esta hortaliza. Los mercados de destino cuyas exigencias han sido compiladas para el presente protocolo son EE.UU, Reino Unido, Canadá, Holanda,

Brasil, Italia, España, Francia y Alemania.

3. Fundamentación de Atributos Diferenciales

Atributos de Producto
En este documento se presentan las características que debe tener el producto para ser considerado diferenciado, de manera de preservar la calidad del producto desde la cosecha hasta alcanzar las mejores condiciones sanitarias y organolépticas de los espárragos frescos.
Para ello, estos atributos se basan en los conocimientos técnicos referentes al sector, empresas productoras y las exigencias de los mercados de destino de Argentina en base a la clasificación "categoría extra". Para lo cual, se han considerado referencias especiales a parámetros físicos, biológicos y químicos, estableciendo rangos y tolerancias máximas por atributo, según el caso.
Atributos de Proceso
Se definen como atributos de calidad para la producción de espárragos, la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), 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.
Atributos de Envase
Respetando la normativa vigente para envases en general, en el caso de este producto, se consideran las características que aseguren la integridad y las condiciones de humedad del producto necesarias para su óptima conservación.

ATRIBUTOS DIFERENCIADORES DE PRODUCTO

1. Cultivares

Este protocolo será aplicable a los turiones de *Asparagus officinale L.*, de la Familia Asparagaceae que correspondan a espárragos verdes.
Algunas variedades recomendadas por cumplir adecuadamente con los requisitos que se ajustan a este protocolo, son las siguientes:
- UC157F-1
- Atlas
- Apolo
- Grande
- Jersey Knight
- Jersey King

2. Requerimientos generales
Características de los espárragos a considerar:
-Bien desarrollado: tal que permita resistir el manejo y el transporte para arribar en condiciones satisfactorias al lugar de destino.

-De consistencia firme.
-De forma color, sabor y olor característico de la variedad.
-En estado fresco.
-Enteros, limpios y sanos.
-Cabeza compacta y bien cerrada.
-Libres de pudrición.
-Libres de defectos mecánicos.
-Libres de manchas o indicios de heladas
-Libre de tallo hundido y sin presentar floración alguna.
-Libres de daños causado por plagas, insectos vivos y enfermedades.
-Libres de cualquier material extraño (polvo, residuos químicos, etc.).
-De tamaño y calibre uniforme.

3. Requerimientos específicos

3.1 Madurez

Los espárragos deben presentar un punto de madurez mínimo. El grado de madurez fisiológico se produce cuando el producto presenta: forma propia de la variedad, sabor de medio a fuerte, textura del turión y aromas característicos.
Los espárragos deben ser cosechados cuando alcancen el estado de madurez comercial que se caracteriza por los siguientes parámetros:
-Longitud mínima de 17 cm
-Cabeza del turión compacta

3.2 Forma

La forma debe ser típica de la variedad, los turiones deben ser rectos, y por lo tanto no se admitirá curvatura del ápice.

3.3 Estructura

Los turiones deben presentarse con yemas terminales y brácteas completamente cerradas, y estar libres de signos de lignificación.

3.4 Color

La tolerancia máxima de color blanco para espárragos verdes es de 4 cm desde la base.

3.5 Especificaciones de tamaño

El tamaño del espárrago es determinado por la longitud y/o el diámetro ecuatorial del turión, lo que permitirá su clasificación en distintos calibres posibles.

Calibres: (diámetro a 2 cm desde la base)
1. **S:** 6-9 mm
2. **M**: 9-12 mm
3. **L:** 12-16 mm
4. **XL**: 16-18 mm
5. **Jumbo**: >18 mm

Con referencia al calibre, la tolerancia de calidad permitida será de un 10% de la cantidad o peso del atado, siendo aceptada una diferencia máxima de 2 mm.

Longitud
1- Espárragos largos: deberán tener entre 17 y 23 cm.
2- Puntas de espárragos: deberán tener entre 12 y 17 cm.
Con referencia a la longitud la tolerancia de calidad permitida será de un 10% de la cantidad o peso del atado, siendo aceptada una diferencia máxima de 1cm.

3.6 Deshidratación
No se admiten rasgos de deshidratación en los manojos de espárragos. Se determina visualmente.
3.7 Enfermedades
No se acepta la presencia de síntomas de enfermedades en el producto. Se determina visualmente.
3.8 Daño Mecánico
No se admite daño mecánico en superficie, ya que las lesiones pueden comprometer la vida útil del producto. Se determina visualmente.
3.9 Daño por Pudrición
No se admite la manifestación de pudrición en el producto. Se determina visualmente.
3.10 Daño por heladas
No se admite la presencia de manchas provocadas por heladas. Se determina visualmente.

4. Contaminantes químicos
Respecto de los contaminantes químicos se solicita el control de agroquímicos habilitados para este producto, según los siguientes límites máximos de residuos (LMR):

PRINCIPIO ACTIVO USO LMR (mg/Kg.)
BENTAZON Herbicida 0,1
CARBENDAZIM Funguicida 0,1
ENDOSULFAN Insecticida 0.05
ZINEB Funguicida 0,05
Metodología de referencia: AOAC 59-1020, 1975.
Nota: los plaguicidas listados se encuentran autorizados para espárragos tanto en nuestro país como en la Unión Europea (mercado destino principal).

Importante: En caso de realizar otras determinaciones por exigencias externas o por controles internos de la empresa que no se enuncien en el presente protocolo, se deberá adjuntar copia de los registros asociados (internos y/o externos) al momento de la auditoría correspondiente al sistema del "Sello Alimentos Argentinos, Una Elección Natural".
Por otro lado, el solicitante de la marca deberá presentar documentación informando la periodicidad de los análisis y fundamentar el método de muestreo utilizado. En todos los casos se utilizarán técnicas oficiales reconocidas.

ATRIBUTOS DIFERENCIADORES DE PROCESO

- Sistemas de aseguramiento de la inocuidad

La producción de Espárragos que aspiren a obtener el Sello "Alimentos Argentinos – Una Elección Natural" debe realizarse bajo el cumplimiento de las Buenas Prácticas Agrícolas1 en finca y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en el establecimiento de empaque.

- Características de acondicionamiento

-Cosecha: Corte transversal y neto

El corte en la base de los turiones deberá ser adecuado para evitar desgaste en la base o presencia de hilos fibrosos.

No obstante, para mejorar la presentación cuando los espárragos se envasan en manojos, los que se encuentren en la parte externa podrán ser ligeramente biselados, siempre que el biselado no supere 1cm.

-Lavado

-Selección por calidad y calibre

-Armado de paquete

-Envasado

-Hidroenfriado

-Paletizado

Se recomienda que los procesos de acondicionamiento antes mencionados, se realicen en un período de tiempo que no supere las 24 hs, dado que implicaría una acelerada pérdida de calidad del producto.

- Características de almacenamiento y transporte

Humedad Relativa (HR%): mayor al 95%

Temperatura: 2 – 4 ºC

Vida útil: cumplido este proceso, se garantiza una vida útil del producto de 10 a 15 días (cosecha-consumo).

El almacenamiento no debe realizarse junto con frutas y/o hortalizas productoras de etileno, ya que el mismo perjudica la calidad de los espárragos.

Es de suma importancia conservar la cadena de frío de los camiones refrigerados hasta su arribo a las cámaras de partida y utilizar mantas térmicas en el viaje aéreo, en caso que el producto sea exportado.

Se deberán llevar registros para control de la temperatura de las cámaras donde se almacene el producto y de los camiones térmicos durante el traslado del mismo.

Importante: se deberá separar el producto que se enmarca en el presente protocolo y la Resolución SAGPyA Nº 392/05 e identificar correctamente los lotes y los cargamentos, de forma tal de garantizar el manejo de los mismos separados del resto de los productos sin el amparo del Sello. Para ello, la empresa deberá contar con documentación y registros de todo el proceso productivo y comercial, que avale la mercadería que lleva en su rótulo la marca.

ATRIBUTOS DIFERENCIADORES DE ENVASE

- Características de los envases

Los envases utilizados en el empaque deben estar libres de materiales y olores extraños, deben satisfacer las características de calidad, higiene, ventilación y

resistencia requeridas para asegurar un manejo y distribución apropiados, conservando sus propiedades originales.
Los espárragos pueden presentarse en envases primarios colocados en hileras o en manojos firmemente atados, sujetos por dos gomas elásticas2 (bromatológicamente aptas), envasados en pequeñas bolsas de polietileno, y ordenados en hileras regulares.
Los envases secundarios pueden ser cajas de madera, plástico corrugado o envases plásticos retornables (tipo Apool o IFCO) de forma variada, y deben presentar un material adecuado para mantener la humedad (por ejemplo: Pad -triple papel de celulosa- o goma espuma base, entre otros).
El producto no debe sobresalir del nivel superior del envase. Debe empacarse de tal manera que todo el producto quede debidamente protegido.

- **Uniformidad**

El contenido de cada envase debe ser uniforme en cuanto al calibre de los productos, coloración y características. Deberá contener solamente espárragos del mismo origen, variedad y calidad.

- **Tamaño de atados o mazos**

2 Las bandas elásticas permiten mantener la estructura del mazo en caso de producirse algún
grado de deshidratación del mismo en la góndola.

1. 500 gr
2. 454 gr
3. 420 gr
4. 250 gr

La tolerancia admitida para la variación de peso por mazo no podrá superar el +/- 5%.

- **Rotulación**

El rotulado se podrá realizar sobre el envase primario y/o secundario del producto, asimismo el Sello podrá presentarse en ambos tipos de envase.

GLOSARIO

- Almacenamiento: es la retención del producto en una instalación acondicionada para ese propósito. Debe contar con equipo de refrigeración adecuado para mantener el espárrago a temperatura apropiada para su conservación de 2 a 4 ºC.
- Bien desarrollado: es el espárrago que presenta las características físicas y químicas propias de la especie y variedad a que corresponde.
- Daños: son defectos o alteraciones en el espárrago, provocados por acciones físicas, fisiológicas o mecánicas que materialmente quitan mérito a la apariencia, o a la calidad comercial y comestible de los turiones.
- Defecto: es cualquier deterioro que afecte la apariencia o utilidad del producto.
- Empaque: es la actividad mediante la cual se coloca el producto de forma adecuada dentro de un envase apropiado.
- Entero: el espárrago libre de cualquier mutilación, daño o herida que propicie su falta de integridad.
- Espárrago: hortaliza jugosa, de la Familia *Asparagaceae* de especie *officinalis* planta perenne, que forma una capa o corona la cual produce numerosos tallos subterráneos o rizomas con raíces y yemas de las cuales emergen brotes o renuevos que son propiamente la parte comestible cuando tiene una longitud determinada, y se

denomina espárrago, brotes, renuevos, turiones, tallos o puntas.
- **Espárragos verdes:** Los que tienen la yema terminal y todo el turión de color verde.
- **Fresco:** Significa que el tallo no es blando o flojo y que no se ha sometido a ningún proceso de beneficio que cambie sus características naturales.
- **Lignificación:** se trata del paso de consistencia herbácea a leñosa del turión, aumentando el contenido de fibras del mismo y disminuyendo la calidad de los mismos.
- **Limpio:** Es el espárrago libre de tierra, ramas, hojas o cualquier otro tipo de materia extraña.
- **Longitud**: Significa la longitud total del tallo medido desde la base del extremo hasta la punta del turión.
- **Madurez fisiológica**: Parte del periodo de maduración fisiológica del espárrago en el cual se presenta la forma apropiada de la variedad, sabor medio fuerte, la textura del turión y aroma característico.
- **Mal formación:** Significa que el tallo está aplanado, torcido, o deformado y su aspecto se ve seriamente afectado**.**
- **Sano:** Es el espárrago libre de enfermedades, heridas, pudriciones, daños producidos por insectos u otras plagas, libre de insectos vivos o muertos.
- **Tallo hundido:** se denomina así al turión hueco en la parte central o a lo largo del mismo.
- **Turión**: los turiones o tallos del espárrago se originan de una corona subterránea de raíces y se cosechan al emerger de la tierra.
- **Uniforme:** es el término utilizado para denotar que el espárrago presenta características de forma, tamaño y color muy parecidas.

ANEXO 2

Listado de plaguicidas permitidos para Espárrago, según Resolución SENASA N° 256/2003 (Anexo I) "Tolerancias ó Limites máximo de residuos de plaguicidas en productos y subproductos agropecuarios".

Entidades que han colaborado en este protocolo:

- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Iceberg Agrícola S.A.
- Corporación del Mercado Central de Buenos Aires.
- Ing. Ana María Castagnino - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA) -.

ANEXO 2

FOTOS

A continuación se muestran fotos de plantas de esparrago, sus partes, y otras fotos del ensayo.

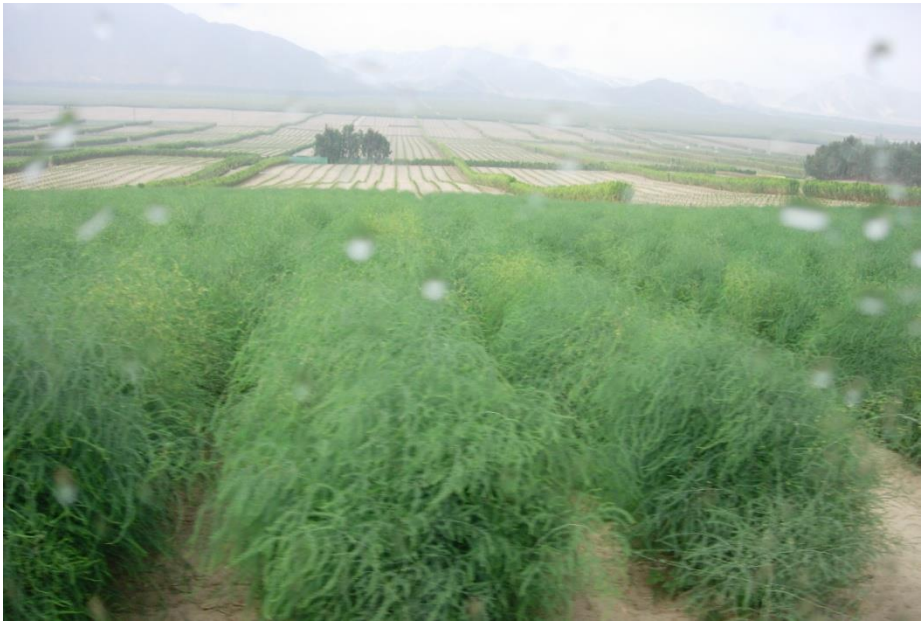

Figura 23.- Cultivo de esparrago a campo.

Figura 24.- Ejemplos de turiones verdes y blancos.

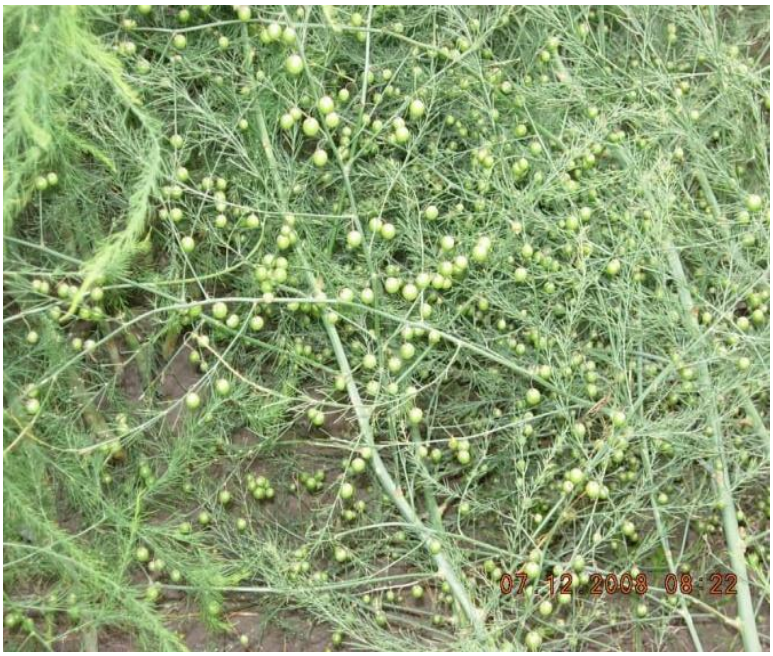

Figura 25.- Frutos de esparrago.

Figura 26.- Frutos maduros de esparargos.

Figura 27.- Hibrido Italo, una vez terminada la cosecha.

Figura 28 .- Hibrido Zeno, luego de la cosecha.

Figura 29 .- Hibrido Eros , una vez terminada la cosecha.

Figura 30 .- Hibrido Ercole, una vez terminada la cosecha.

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.

Bedoya-Vidal, Paulo Andrés; Lavado-López, Andrés Mauricio; Baeza-Aragón, Carlos Arturo y Chavarriaga-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, Ana María. 2007. 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.

Castagnino, A.M.; Díaz, K.E. y Rosini, M.B.; Pane, J. P.; Brandam, E.; Nungeser, L.; Sasale, S.; 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. 2011. 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, A. M.; Díaz, K. E.; Rosini, M. B.; Falavigna, A.; Marina, J.; Guisolis, A. 2011. Productividad de ocho híbridos de espárrago en su quinto año desde la plantación en el centro de la provincia de Buenos Aires. XXXIV Congreso Argentino de Horticultura, organizado por la Asociación Argentina de Horticultura ASAHO. HGMB002- Buenos Aires, 27-30/09/2011.

Ellison, J. Howard. 1986. Asparagus breeding. In Breeding vegetables crops. (pp. 521-569). Westport, Connecticut: AVI Publishing Company, Inc.

FAO. 2010. http://www.fao.org/publications/sofa/en/
FAO. 2012. http://faostat3.fao.org/home/index_es.html?locale=es#HOME

Falavigna, A. 1995. Il miglioramento genetico in Italia: realtà e prospettive. L'Informatore Agrario. 51(17):29-33.

Falavigna, Agostino e Palumbo, A. Domenico. 2001. La coltura dell' asparago. Bologna, Milano, Roma: Calderini Edagricole. pp. 52, 130.

Falavigna, A. 2004. Strategie per la ottimizzazione e valorizzazione della produzione di asparago in Sicilia. Spadafora, Mesina, Italia: Editorial Grillo e Famá. pp. 39-40.

Falavigna, A. 2006. I punti critici dell' asparago in campo e nel post-raccolta. L'Informatore Agrario. 62(1):52-56.

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.

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 O_2 and CO_2 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.

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 Nº 249/2007. http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sello/sistema_protocolos/SAA010_Esparrago_v08.pdf