
HORTICULTURA

Quinta evaluación de genotipos de espárrago en invernadero y respuesta a técnicas de envasado

Giménez Azara, C.^{1*}; Castagnino, A. M.^{1,2}; Díaz, K.²; Tarantino, M. B.²; Rogers, W. J.^{2,3}

¹. Facultad de Ciencias Agrarias, Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA), Freire 183 Buenos Aires. Email: cecilia88ga@gmail.com*

². Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN). República de Italia 780 (7300) Azul.

³. CIISAS, CIC-BIOLAB AZUL, CONICET-INBIOTEC

Recibido: 22/07/2016

Aceptado: 15/12/2016

RESUMEN

Giménez Azara, C.; Castagnino, A. M.; Díaz, K.; Tarantino, M. B.; Rogers, W. J. Quinta evaluación de genotipos de espárrago en invernadero y respuesta a técnicas de envasado. Horticultura Argentina 35 (88): 16 – 35.

El espárrago es una hortaliza perecedera, que en Argentina se requiere extender el período de oferta y optimizar su productividad y presentación, implementando diferentes estrategias como la comercialización de turiones cortos y el empleo de bolsas y bandejas de IV Gama. A tal fin, se realizó un ensayo con el objetivo de evaluar el comportamiento (5° año), de los genotipos italianos Ítalo, Zeno, Eros y Ercole, versus UC-157, norteamericano, como testigo. Se estudiaron diferencias en t totales y comerciales, N° turiones totales y comerciales y distribución de calibres y defectos encontrados (turiones espigados y cortos). Se obtuvieron 578015 turiones.ha⁻¹ totales, siendo la producción comercial/cosecha: 59 kg.ha⁻¹. En pos-

cosecha, se evaluó la evolución del peso fresco y tres tipos de envasado: atados, bandejas y bolsas para turiones cortos. El híbrido Ítalo presentó mejor adaptación para primicia. Sobre la evolución productiva, se encontró que es posible adelantar el período de cosecha un mes comparado con la producción a campo. Además se recomienda cosechar diariamente el cultivo para evitar turiones espigados. En poscosecha se consideró la conveniencia del empleo de la técnica de IV Gama, mediante la utilización de bolsas o bandejas, para la optimización de la calidad del producto final y para extender la vida de anaquel. De esta forma se demostró la importancia de una adecuada planificación que incluye la elección criteriosa del híbrido y el acondicionamiento y presentación del producto final.

Palabras clave adicionales: bandejas, bolsas, calibres, calidad, largo, poscosecha, turiones

ABSTRACT

Giménez Azara, C.; Castagnino, A. M.; Díaz, K.; Tarantino, M. B.; Rogers, W. J. Fifth evaluation of asparagus genotypes in glasshouse and response to packaging techniques. *Horticultura Argentina* 35 (88): 16 – 35.

Asparagus is a perishable vegetable that in Argentina requires its period of supply to be extended and the optimisation of its productivity and presentation, implementing different strategies such as the presentation of short spears (turions) and the use of bags and trays for Category IV products. To this end, the behaviour of the genotypes Ítalo, Zeno, Eros and Ercole, of Italian origin, versus UC-157, from the USA, as a control, was evaluated in the fifth year of productivity. Differences in the following characters were studied: total and commercial spear yield, number of total and commercial spears, calibre distribution and the proportion of defects observed (spiked and short spears). The following mean values were obtained: 578015 spears.ha-1, with a commercial

production of 59 kg.ha-1. In postharvest, the evolution of fresh weight was evaluated, plus the influence of three types of packaging: tied bundles, trays and bags for short spears. The hybrid Ítalo demonstrated superior behaviour for primary production performance. Regarding production evolution, it was shown that it is possible to forward the harvest period by one month compared to field production. Additionally, daily harvesting is recommended in the glasshouse to avoid spiked spears. In postharvest the desirability of using bags and trays for Category IV was considered, in order to optimise the quality of the final product and to extend shelf-life. By these means, the importance of adequate planning before crop planting, including judicious choice of hybrid and the conditioning and presentation of the final product, was demonstrated.

Additional keywords: trays, bags, calibres, quality, long, postharvest, spears.

1. Introducción

El cultivo del espárrago, *Asparagus officinalis* var. *atilis* L, constituye una alternativa para la diversificación productiva y para la oferta de alimentos en fresco y agroindustriales. Se trata de una hortaliza altamente perecedera, muy difundida a nivel global, que en Argentina para propiciar un mayor consumo sería conveniente extender su período de oferta mediante la producción de primicia en invernadero y optimizar su productividad y tipos de envases utilizados, implementando diferentes estrategias como la presentación de turiones cortos y el empleo de bolsas y bandejas de IV Gama que aumenten su vida de anaquel y que permitan atraer a aquellos consumidores que priorizan la calidad del producto, junto con su adecuada presentación.

En espárrago, numerosas experiencias han demostrado la existencia de una fuerte interacción genotipo-ambiente, que se traduce en un diferente comportamiento agronómico de las variedades y aún más de los híbridos en los distintos ambientes de cultivos (Benson 2009; Falavigna y Casali (1995). Por tal motivo, es necesario estudiar el comportamiento de los distintos genotipos, tanto a campo como en invernadero, en donde las condiciones hacen que esta especie anticipe en un mes su entrada en producción, como lo indica Risso *et al* (2012), propiciando un mejor posicionamiento en el mercado de las empresas productoras, (Barreto, 2013). Los invernaderos, permiten disminuir la amplitud térmica diaria y elevar las temperaturas promedio entre 3 a 5 °C, en función del día nublado o soleado (Pita *et al* (1998)

y Kawashina y Nonaka (2000), aspecto que propicia la producción anticipada de hortalizas como los espárragos.

Desarrollar cultivos bajo condiciones de invernaderos significa la obtención de cosecha fuera de la época normal de producción, con muy altos rendimientos (hasta un 300% más que en cultivos desarrollados a la intemperie) y excelente calidad, como resultado de la protección que se ejerce contra ciertos agentes climáticos (sequía, heladas, viento, granizo, lluvia, radiación excesiva, entre otros) que afectan los rendimientos y la calidad de los productos.

El espárrago es una planta que se adapta a gran diversidad de climas, si bien prefiere los templados, con una temperatura media anual entre los 15 y los 20 °C, según MINEDU (2005), como es el caso de la ciudad de Buenos Aires, cuya temperatura promedio para el período de producción de espárragos es de 15 °C, con una máxima promedio de 29,35 °C y mínima promedio de 10,6 °C, según el Servicio Meteorológico Nacional. Con temperaturas inferiores a 12 °C no se produce brotación de turiones ya que la tasa de inducción y crecimiento de las yemas responden directamente al aumento de temperatura (Dean, 1999). Con condiciones de altas temperaturas (superiores a 25 °C) y humedad baja en el suelo, se produce la apertura de los extremos de los turiones, haciendo que se ramifiquen a baja altura, perdiendo calidad (Ellison, 1986), lo que constituye el riesgo de la producción en invernaderos.

La cadena agroalimentaria del espárrago presenta dos etapas principales: productiva y de poscosecha (Risso *et al.*, 2012). Respecto del ciclo vital de las plantas de espárrago verde, éste se divide en cuatro fases: de crecimiento temprano, los primeros dos años desde la plantación, caracterizados por un fuerte desarrollo vegetativo; de productividad creciente (3° - 4° año) que corresponde a los dos primeros años de cosecha; de productividad estable (4° - 10° año) y finalmente la de productividad decreciente (10 años en adelante). La etapa de poscosecha es también muy importante, ya que a ella corresponde la posibilidad de brindar el producto a los consumidores en sus mejores condiciones.

Esta especie se reproduce fundamentalmente por semilla. Su cultivo es plurianual, con elevados costos de producción posiblemente causados por la elevada demanda de mano de obra requerida durante la cosecha y poscosecha. Debido a esto, según Gatti *et al* (2000), sería necesario contar con materiales adaptados, de altos rendimientos, que mantengan buenas características de calidad. Además, la dimensión del diámetro de los brotes que la planta puede producir (calibres), es un aspecto en el que cada mercado posee requerimientos diversos, y estaría gobernada por procesos genéticamente determinados, afectada por el tipo de manejo y el nivel de reservas, (Asprelli *et al.*, 2005), por lo que, como complemento de los estudios de producción total y comercial, se debe determinar la tendencia respecto de la distribución de calibres de cada genotipo.

El espárrago es un cultivo cuya plantas son dioicas (que cuentan con 50 % de plantas femeninas y 50 % de plantas masculinas), con la particularidad de que las plantas pistiladas, es decir las femeninas, producen una menor cantidad de turiones pero con mayor calibre que las estaminadas (masculinas) (Cattivello 2002; Gatti *et al.*, 2005; Risso 2012), razón por la cual la producción obtenida de dichos genotipos femeninos hace necesaria una intensa labor de acondicionamiento, dada la elevada distribución de calibres, como es el caso del genotipo UC-157. Sumado a esto, existen evidencias que las plantas femeninas presentan un menor ciclo de vida. A fin de evitar dichos inconvenientes, actualmente, se han generado genotipos enteramente masculinos cuyo comportamiento debe ser evaluado, con la finalidad de determinar su adaptación a las condiciones ambientales de cada zona productiva. Dichos genotipos masculinos, son agrónomicamente superiores porque producen turiones de calibre más homogéneos respecto de los híbridos dioicos (Fiala y Jolivete, 1979), presentan concentraciones más elevadas de azúcares en la vegetación estival y de sustancias de reserva en las raíces, debido a las cuales, cuando se produce una carencia hídrica les permite una mayor tolerancia (Sivtsev y Sezov, 1971) y, además, no tienen el inconveniente de las plantas

femeninas, de la pérdida de energía metabólica, a raíz de la producción de frutos o bayas (Falavigna, 2001). Respecto de la producción de turiones, las plantas masculinas son más precoces (2 a 3 días de anticipo en la emisión de los primeros turiones), más productivas (más del 20 % en los primeros 2 – 3 años, hasta el 70 % después del 8° – 10° año); aunque el diámetro de los turiones es inferior (1 o 2 mm en promedio) a los de las plantas femeninas, como se mencionara. También, las plantas masculinas son más vigorosas durante el verano y más longevas. Es así que de una relación inicial de 1:1 entre los 2 sexos se llega a 2.5:1 a favor de las plantas masculinas luego de 15 a 30 años de la plantación. No obstante, durante la fase vegetativa las plantas femeninas y masculinas no se diferencian y solo se distinguen al momento de la floración y producción de frutos (bayas de 3 – 4 semillas) (Falavigna 2001).

Los métodos de mejoramiento genético aplicables al espárrago tienen presente su particular biología floral, ya que se trata de una especie cuya evaluación productiva requiere al menos 5 años (Thevenin, 1967). Hasta los años 60 del siglo pasado el espárrago era mejorado a través de selección masal y, la variabilidad genética, ya sea por caracteres productivos (peso y calibre de turiones) como por tolerancia a las enfermedades, motivó a los genetistas a la obtención de diferentes tipos de híbridos mediante el empleo de la técnica de clonación *in vitro*. Primeramente se obtuvieron híbridos simples que representaron un avance, por la mayor uniformidad genética y fenotípica y, actualmente, se han logrado los híbridos enteramente masculinos mencionados, aprovechando la ventaja de que dichas plantas son más uniformes además de más productivas, longevas y tolerantes a las enfermedades que las femeninas (Falavigna, 2001). Es así que resulta conveniente conocer el valor agronómico de los nuevos híbridos de espárrago respecto de sus características productivas y cualitativas, dado que su período de evaluación, según algunos autores como Corriols (1988) debería corresponder a la duración económica del cultivo, esto es entre 10 – 12 años. Otros autores, como Falavigna (2001) indican que la productividad de los híbridos y la calidad de turiones pueden ser estimadas después de 3 años de evaluaciones productivas, en pruebas comparativas en distintos ambientes, dado que no existe siempre una relación directa entre la adaptabilidad al ambiente y la productividad en los primeros años de cosecha, porque genotipos inicialmente muy productivos pueden no adaptarse bien al clima y al tipo de suelo. En tal sentido, es posible emitir juicios sobre el valor agronómico de nuevos materiales genéticos de espárrago sólo sobre la base de resultados obtenidos de pruebas comparativas de una duración mínima de 5 años (2 de implantación y 3 de producción), como en el presente caso.

A nivel internacional, se pueden distinguir cuatro grandes grupos de híbridos de espárrago, sobre la base de su adaptabilidad climática: híbridos adaptados a climas nórdicos, caracterizados de inviernos fríos y veranos frescos y lluviosos; híbridos adaptados a clima continental, con inviernos fríos y veranos cálidos; híbridos adaptados a clima tipo mediterráneo, con inviernos templados y veranos cálidos-áridos e híbridos adaptados a clima subtropical. La exigencia de realizar pruebas comparativas para evaluar híbridos en una misma franja climática se basa en el hecho que numerosos factores interactúan con el genoma de la planta, condicionando su respuesta vegeto-productiva, como por ejemplo: tipo de terreno, exposición, altitud, microclima, particulares prácticas culturales (Falavigna 2001) entre otras.

Respecto de la presencia del producto en el mercado interno, históricamente en Argentina los espárragos han presentado una elevada estacionalidad en la comercialización, en correspondencia con el periodo de producción, generalmente de septiembre a noviembre tal como lo indica Risso *et al.*, (2012), en base a otras evaluaciones efectuadas sobre este cultivo, pudiéndose anticipar la entrada en producción, por lo que la producción complementaria en invernadero representa una estrategia tendiente a ampliar el período de oferta.

En cuanto a las alternativas de presentación de este producto en el mercado, las posibilidades son variadas: productos en fresco de I gama (correspondiente a los productos en su

presentación tradicional), IV gama (productos mínimamente procesados y listos para consumir), agroindustrializados de II gama (conservas o enlatados), III gama (congelados o surgelados) V gama (pre-cocidos, sin la adición de conservantes), Stampaccia *et al.*, (2008) y VI gama (texturizados), siendo necesario el agregado de valor a fin de mantener inalteradas las propiedades del producto.

Entre los tipos de envases comúnmente utilizados en el mercado hortícola y que pueden ser utilizados para espárrago, se destacan: bandejas de pulpa moldeada o de poliestireno expandido y bolsas plásticas. Sus ventajas son: variados formatos, más higiene, coloración variada y menor peso para reducir costos de flete. La desventaja es una presentación menos natural. En el caso de las bolsas plásticas, son de polietileno de baja densidad, con o sin microperforaciones. Se trata de un material atóxico, transparente y buena barrera al vapor de agua, evitando de esta manera la deshidratación del producto. Con este tipo de envase microperforado se logra crear una atmósfera modificada pasiva, dado que varía espontáneamente la relación O_2 / CO_2 , con lo cual se reduce la velocidad de respiración. (Raimondo *et al.*, 2002). Por otro lado este tipo de envase posee una excelente sellabilidad, reducido costo comparativo con otros materiales de empaque, claridad, moderada resistencia a la tensión y menor peso por unidad de empaque. Por tal motivo se considera que este tipo de envasado le confiere valor agregado a las hortalizas, ya que el consumidor final puede tener mayor grado de certeza que se han seguido pautas adecuadas de manejo, desde la producción hasta la puesta en góndolas, dado que dichos productos IV gama son comercializados debidamente etiquetados y con cadena de frío.

Respecto del largo de turiones para la venta, tradicionalmente en espárrago verde se ha usado 20 – 22 cm; mientras actualmente países líderes en la comercialización de esta hortaliza, como es el caso de Perú, han comenzado a comercializar parte de su producción como turiones cortos, comúnmente denominados “tips”, (de 10 cm de largo) en atados y bandejas, cuyo comportamiento en poscosecha debe ser estudiado.

Los atributos de calidad, que en hortalizas no tradicionales como los espárragos son muy importantes, pueden dividirse en internos y externos, el primero relacionado con aspectos menos perceptibles como valor nutritivo, inocuidad, sabor, textura y contenido de azúcares, aceites y proteínas; y el segundo, vinculada a las características visibles como: cierre de las brácteas, forma, estructura general, uniformidad, color, grado de madurez y defectos (espigado, plagas, enfermedades, etc.), Caffarena *et al* (2014).

Durante la poscosecha, los alimentos perecederos como los espárragos, se deterioran con el tiempo, fundamentalmente por la acción de organismos vivos (mohos, bacterias, insectos, roedores, etc.), la acción físico-química del entorno (temperatura, humedad relativa, oxígeno, radiaciones, etc.) y la actividad biológica del propio alimento, principalmente la respiración. Como consecuencia de los procesos anteriormente mencionados, se pueden reconocer diferentes formas de cambios o pérdidas en los productos agrícolas almacenados: pérdidas de agua: el agua es el componente más abundante en los productos perecederos (más del 70 % del peso fresco) y es el que más rápido se pierde durante la respiración; pérdida de clorofila y otros pigmentos: lo que constituye un problema en productos tales como tallos (por ejemplo el espárrago), (Catalá, 2001). En tal sentido las medidas tecnológicas adoptadas para evitar o minimizar los efectos adversos de los factores citados han sido la génesis de las técnicas de conservación de alimentos. De esta manera la calidad con que llegan las frutas y hortalizas al consumidor depende, en gran medida, del material del envase. El envase apropiado es el que soluciona problemas fisiológicos propios de la fruta u hortaliza, la protege prolongando su conservación y, al mismo tiempo, resalta su presentación sin incrementar considerablemente el precio del producto final (Raimondo *et al.*, 2002). En tal sentido es necesario, en casos como el espárrago, estudiar el comportamiento mediante el empleo de diferentes envases innovadores como las bolsas transparentes.

La producción de espárragos a nivel mundial se ha transformado durante los últimos años en una actividad en auge dado el incremento de su consumo y la variedad de preparaciones posibles, tratándose de un producto con un nivel preferencial en el mercado internacional según Fuentes Aventosa *et al* (2009). La FAO ha reflejado mediante estadísticas (2012) que la producción mundial de este cultivo fue liderada por China, con un 88,8 % de la producción total de 8.274.335 t/año, seguido por Perú, México y Alemania, con un 4,5; 1,4 y 1,2 % respectivamente; mientras que Argentina ocupaba el puesto número 15.

En Argentina, tradicionalmente se han cultivado entre 2.000 a 4.000 hectáreas de espárrago, encontrándose la superficie actual en las 1.200 ha aproximadamente. La producción promedio en el país es de 4.5 t.ha⁻¹ (Befve, 2011).

En las últimas dos décadas se han comercializado internamente 20.300 t, con un promedio anual de 1.000 t y existen evidencias de un déficit del 30 % respecto de los valores históricos, lo que condujo a la necesidad de importar desde países como Perú (principal exportador mundial), para poder abastecer el mercado local (Sastre-Vázquez *et al.*, 2010). Actualmente la producción nacional se destina mayoritariamente a cubrir la demanda del mercado interno. Ocho provincias componen el calendario de oferta de la producción nacional: San Juan, Buenos Aires, Mendoza, Córdoba, Catamarca, Río Negro, Tucumán y Santa Fe (Liverotti *et al.*, 2011; Pascualetti *et al.*, 2013).

En tal sentido, el objetivo general de este trabajo es evaluar diferentes estrategias para la optimización de la producción y del posicionamiento en el mercado del espárrago verde: en el eslabón productivo: evaluación del empleo de cuatro genotipos enteramente masculinos en invernadero (Ítalo, Zeno, Eros y Ercole, de origen italiano, versus el híbrido UC-157, norteamericano) en una plantación adulta en su 5° año productivo y, en el eslabón poscosecha: evaluar la incidencia de tres tipos de envasado de turiones cortos de espárrago verde presentados en atados, bandejas y bolsas.

2. Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA), en Buenos Aires, a través de la evaluación de la producción de primicia en invernadero y comportamiento en poscosecha de un ensayo de espárrago verde bajo cubierta, iniciado el 15/11/2006.

2.1. Evaluación de la productividad de diferentes genotipos de espárrago verde

El ensayo de producción, se inició mediante el empleo plantines de 100 días con una densidad de 33.333 pl.ha⁻¹, con un marco de plantación de 1 m entre hileras y 0,3 m entre plantas y una profundidad de 0,25 m.

La presente evaluación corresponde al quinto período de cosecha, correspondiente a la etapa del ciclo de vida, denominada productividad estable según Falavigna (2006).

Los plantines fueron obtenidos en vivero en bandejas de celda grande de 120 cm³ con una mezcla de sustrato compuesta por turba y perlita.

El clima de la zona de estudio se caracteriza por ser templado húmedo (comúnmente denominado pampeano), con veranos cálidos e inviernos fríos, con precipitaciones moderadas de 1000 mm anuales, con mayor incidencia en la época estival, muy influido por la cercanía al Río de La Plata. Por lo general, posee una amplitud térmica diaria moderada y una variación térmica bien diferenciada entre una estación y otra. Las precipitaciones suelen ser también moderadas. La temperatura media es de 16,6 °C y humedad relativa promedio es del 71,4% (Kirschenbilder, 2015).

La plantación definitiva se realizó en invernadero tipo techumbre curva de 8 m de ancho por 20 m de largo. Se evaluaron cuatro híbridos masculinos de origen italiano: Ítalo, Eros, Ercole y Zeno y un testigo de origen norteamericano dioico, el híbrido UC-157. Este es proveniente de California, USA y se caracteriza por producir turiones resistentes a la floración prematura, sobre todo cuando son cosechados en condiciones de elevada temperatura (Falavigna y Palumbo, 2001) como es el caso de la producción de primicia en invernadero. El tamaño de cada una de las parcelas fue de 5 m², con una cantidad de 13 plantas evaluadas por parcela.

La fertilización realizada al inicio del ensayo consistió en la aplicación fosfato de amonio en banda, en el fondo de los surcos, a razón de 200 kg.ha⁻¹. Anualmente se efectuaron aplicaciones parciales de urea, durante el período vegetativo.

Respecto del control de malezas, el mismo consistió en una combinación de labores manuales y químicas. El primer año se aplicó Linurón (C₉ H₁₀C₁₂N₂ O₂), a razón de 2,0 l.ha⁻¹, en pre-trasplante. A la implantación, se efectuó riego por surco y, en el año de estudio, el sistema de riego utilizado fue por goteo y el control de malezas realizado fue manual y químico mediante el empleo de Metribuzín (C₈ H₁₄N₄ OS) y Pendimetalín (C₁₃H₁₉N₃O₄) a razón de 2 l/ha. Se complementó con labores manuales en la hilera, durante el periodo vegetativo.

La cosecha de los turiones correspondió al quinto año de evaluación y se realizó en el período el 04/09 - 22/10, con una frecuencia aproximada de día por medio. Durante el mismo, se efectuaron 19 cosechas, tal como lo sugiere Farías *et al* (2004). Los turiones se cosecharon con un largo de 23 - 24 cm siguiendo las indicaciones del protocolo de calidad de espárrago fresco para Argentina (SAGPyA, 2007) y se trasladaron al laboratorio para su procesado.

La secuencia de acondicionamiento y evaluación fue: lavado, determinación de peso total, selección por calidad y recuento de turiones de primera, segunda y descarte, calibrado según el protocolo mencionado, recuento de turiones de los distintos calibres, corte a 10 cm, envasado y pesado de los mismos.

El calibrado se realizó en función del diámetro a 2,5 cm de la base de los turiones: jumbo (J): con más de 18 mm, extra-large (XL): de 16 a 18 mm, large (L): de 16 a 12 mm, medium (M): de 12 a 9 mm y small (S): de 9 a 6 mm, tomando como referencia los valores indicados en el mencionado Protocolo de Calidad de Espárragos Frescos de Argentina (SAGPyA, 2007).

Las variables estudiadas durante la etapa productiva fueron: producción fresca total y comercial (PFT y PFC), número de turiones totales y comerciales (NTT y NTC), distribución de calibres (DC): Jumbo:(J), Extra-Large:(XL), Large:(L), Medium: (M), Small:(S) y Asparagina (A); defectos encontrados (D): turiones espigados (TE), cortos (TC) y otros defectos (OD).

Se efectuó un análisis de la varianza (ANOVA) y las medias fueron separadas con LSD test ($P \leq 0,05$).

2.2. Evaluación de poscosecha

Se evaluó la evolución del peso fresco de turiones cortos de espárrago verde, sometidos a tres tipos diferentes de envases: atados (A), bandejas (BA) y bolsas (BO) de 500 g, para turiones de 10 cm de largo.

El período de poscosecha fue 17/10 al 07/11. Las tareas de acondicionamiento y almacenamiento fueron llevadas a cabo en un laboratorio de la institución. Luego de envasados los turiones, fueron refrigerados y mantenidos a una temperatura de 4±1 °C e.

Respecto de los tratamientos poscosecha realizados, los atados de 500 g, son la forma más usual que utilizan los productores de espárragos argentinos. Estos constan de un conjunto de turiones unidos por una bandita elástica, sin protección o aislación con el medio, lo cual puede contribuir a contaminaciones del alimento y a un mayor grado de deshidratación. Respecto del tratamiento en bolsas (BO), una vez procesados, los turiones fueron acondicionados en bolsas transparentes de polietileno de baja densidad. En cuanto al tercer tratamiento, consistió en

bandejas de poliestireno expandido (BA), en las que fueron ubicados los turiones y recubiertos con film de PVC transparente (Resinite AF 50), apto para alimentos de alta densidad (1,36 g/cm³).

Durante el período de poscosecha se efectuaron seis determinaciones, con tres repeticiones en cada caso, de las siguientes variables: evolución del peso fresco (EPF); pérdida de peso fresco diaria (PPFD) y peso fresco promedio del período de poscosecha (PPFP). La secuencia utilizada para el procesamiento de los turiones cosechados fue: lavado, selección, corte de los turiones, calibrado y envasado. En esta etapa se siguieron las recomendaciones del Protocolo de Calidad para Espárrago Verde de Argentina (SAGPyA, 2007), y una vez acondicionados fueron almacenados a 4 °C.

Análisis estadístico: En esta segunda etapa, también se efectuó un análisis multifactorial ANOVA prueba de comparación de medias LSD ($p > 0,05$) para todas las variables analizadas.

3. Resultados y discusión

En términos generales, en el año de estudio, mediante el uso de híbridos de espárragos verdes enteramente masculinos, estadísticamente se logró una mayor productividad, tanto total como comercial, respecto del testigo norteamericano UC-157, tal como se indica en el ítem 3.1. a continuación.

En el caso de la evaluación del comportamiento de los genotipos en estudio en poscosecha, no se obtuvieron diferencias significativas.

A continuación se presentan, en la Parte 3.1, los resultados productivos en invernadero y, en la Parte 3.2, los resultados obtenidos del estudio del comportamiento de los mismos en poscosecha, con los turiones cortos acondicionados de distintas maneras.

3.1. Resultados productivos

La productividad total promedio fue de 578015 turiones.ha⁻¹ mientras que en la productividad total por híbrido se destacó Ítalo con 1140200 (a), seguido de Zeno 706342 (b), y finalmente, conformando un solo grupo, los híbridos, Eros 344329, Ercole 312105 y el testigo UC -157: 387105 (c), tal como puede observarse en la Figura 1 a continuación.

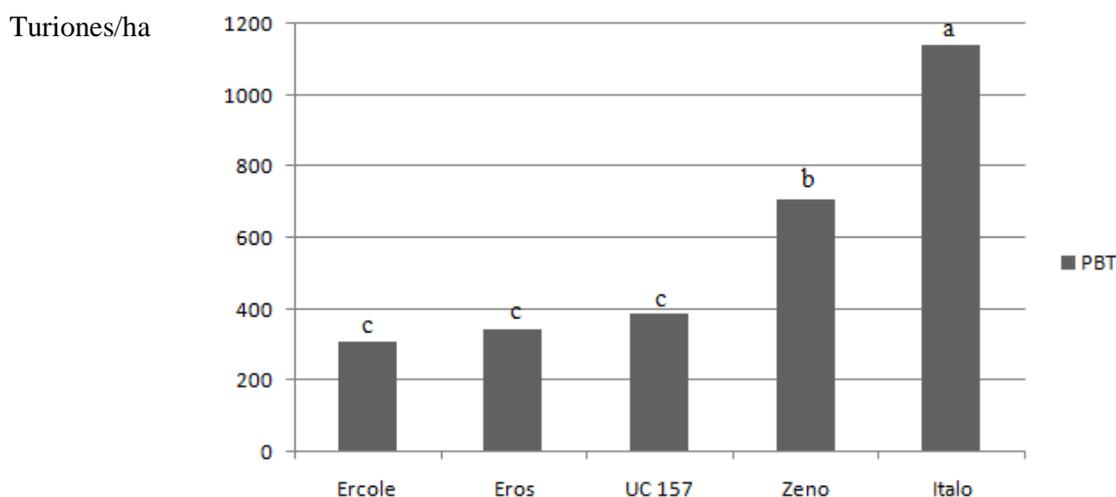


Figura 1: Evaluación de la Productividad Total por Híbrido, en miles de turiones. Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de LSD ($p > 0,05$).

Similar tendencia, respecto de la mayor productividad de genotipos italianos que UC-157 en su quinta temporada de evaluación, obtuvo Kirschenbilder (2015) estudiando los genotipos masculinos Giove, Marte, H-668, los que lograron un promedio de 9987 kg.ha⁻¹, superando a UC-157 en un 26 %. No ocurrió lo mismo el primer año evaluado del presente ensayo en que el testigo superó a los genotipos en estudio (Castagnino *et al.*, 2009)

La producción neta comercial (PFN) de primera calidad por cosecha, a lo largo de toda la temporada de estudio, en promedio fue de 58.67 kg.ha⁻¹. Se destacaron las cosechas: ocho (C8) con 186.5 kg.ha⁻¹, seguido de la cosecha cinco (C5) con 172.15 kg.ha⁻¹ (ab), seguido del grupo conformando por las cosechas C10 con una productividad promedio de 109.61 kg.ha⁻¹, C14 con 108.25 kg.ha⁻¹, C9 con un promedio de 107.25 kg.ha⁻¹ y finalmente la C11, en donde se obtuvo una productividad neta final de 85.03 kg.ha⁻¹ (abc). Figura 2.

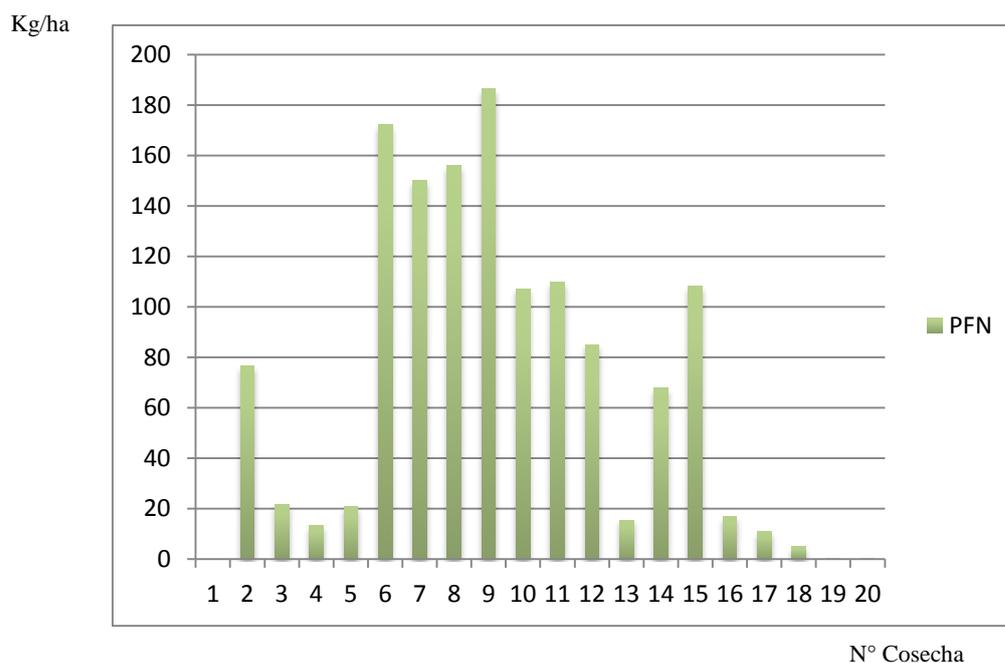


Figura 2: Evolución de la productividad neta a lo largo de todo el período de cosecha de una plantación de espárrago verde invernadero, en su quinto año (Kg.ha⁻¹).

La evolución productiva lograda se corresponde con lo reportado por Falavigna y Palumbo (2001) quienes han indicado que los primeros diez días de cosecha la producción lograda depende de las reservas de la planta y de la temperatura en aumento del comienzo de primavera, a los cuales le sigue un mes aproximadamente de producción elevada, vinculada a las reservas de la planta, y finalmente un período de veinte días de disminución de dichas reservas.

Una vez que se cumplieron los indicadores de fin de cosecha, correspondiente a varios días con alta proporción de calibres bajos, se dio por finalizado el ciclo productivo, con la suspensión de las cosechas, a fin de permitir que el cultivo comience el período vegetativo logrando una altura similar o superior al año anterior.

Respecto de los genotipos en estudio, se destacó la productividad final neta por cosecha del híbrido Ítalo: 166.06 kg.ha⁻¹ (a), seguido de los híbridos UC-157: 43.99, Eros: 43.12 kg.ha⁻¹, Zeno: 31.65 kg.ha⁻¹ y Ercole: 8.54 kg.ha⁻¹, todos ellos formando un mismo grupo (b), Figura 3.

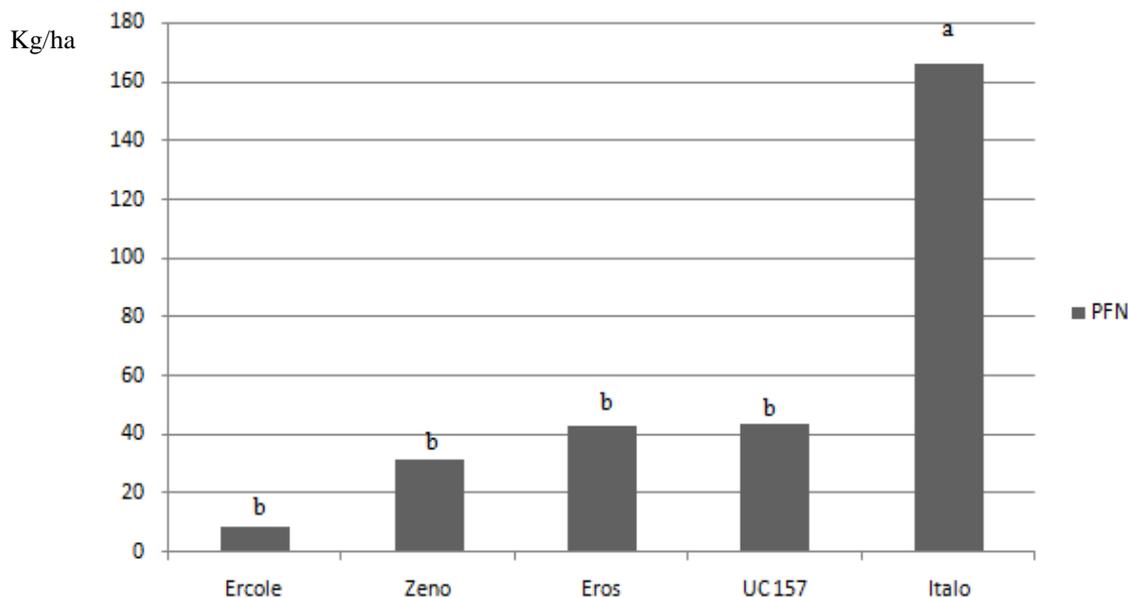


Figura 3: Evaluación comparativa de la producción fresca comercial de primera calidad de cinco genotipos de espárrago verde en su quinto período de evaluación ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de LSD ($p>0,05$).

Similar tendencia reportó Bazán (2015) quien en un ensayo realizado en Villa Mercedes, San Luis, Argentina, indicó que el genotipo Ítalo superó a otros genotipos enteramente masculinos de origen italiano y al UC-157, en un estudio de comportamiento a diferentes densidades, efectuado a campo. Por el contrario difieren de los resultados reportados por Castagnino *et al* (2015), de otro ensayo a campo, en el que los cinco genotipos no mostraron diferencias significativas, obteniéndose, en PFN: Eros: 6,01, Ercole: 5,93; Ítalo: 5,9; H668: 5,76), UC-157: 5,47 y Zeno: 4,7 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, respectivamente, sin mostrar diferencias significativas, lo que indicaría un comportamiento diferencial de dichos genotipos según el ambiente de producción.

Por su número total de turiones cosechados se destacaron los genotipos italianos con: Ítalo (a), seguido de los híbridos Eros y Zeno (b).

La mayor productividad del híbrido Ítalo en invernadero, también en número de turiones, estaría confirmado que la misma se debió no solo a una mayor cantidad de yemas por corona, sino a un mayor tamaño de dichas yemas, en relación a los restantes genotipos. Para dicha variable, Barreto (2013) encontró similar tendencia en la cuarta temporada de cosecha de dichos genotipos en invernadero, en que se destacaron en NTT: Ítalo (a), seguido de Ercole, Eros, Zeno y el testigo UC-157 (b) lo que indicaría que dichos híbridos masculinos tendrían una tendencia productiva más gradual y sostenida en el tiempo que el testigo. Posiblemente esto se deba a la presencia de un 50 por ciento de plantas femeninas en las plantaciones de UC-157, las que disminuyen su vigor antes que las masculinas, debido al gasto energético por la producción de semillas que estas tienen.

También en la producción de turiones comerciales, por cosecha, de primera calidad de espárrago verde, se destacó ampliamente el híbrido Ítalo con 14737 (a), en contraposición de los híbridos Eros con 532, Zeno 3816, UC-157: 3289 y Ercole: 1184 (b), tal como se observa en la Figura 4.

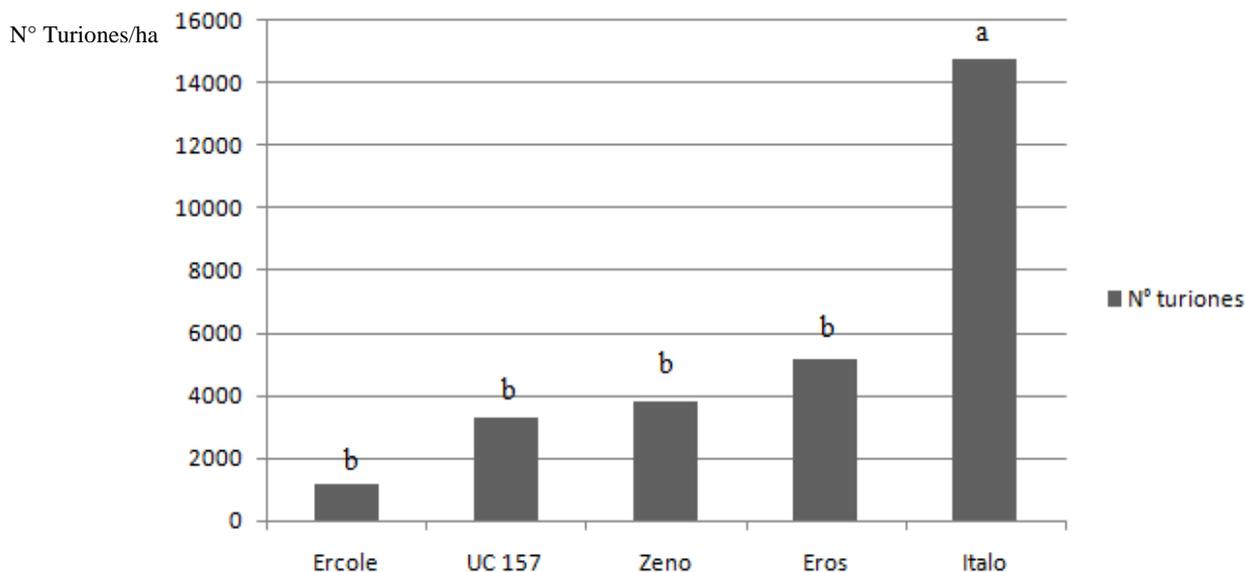


Figura 4: Evaluación de la productividad de turiones comerciales por cosecha, de primera calidad de cuatro híbridos de espárrago verde versus el testigo (NTC)

Respecto a la producción de turiones comerciales a lo largo del período de evaluación se destacó la cosecha número 19 (a) la cual presentó el mayor número de turiones comerciales, luego la cosecha número 16 (ab) y finalmente la número 15 (abc). Figura 5.

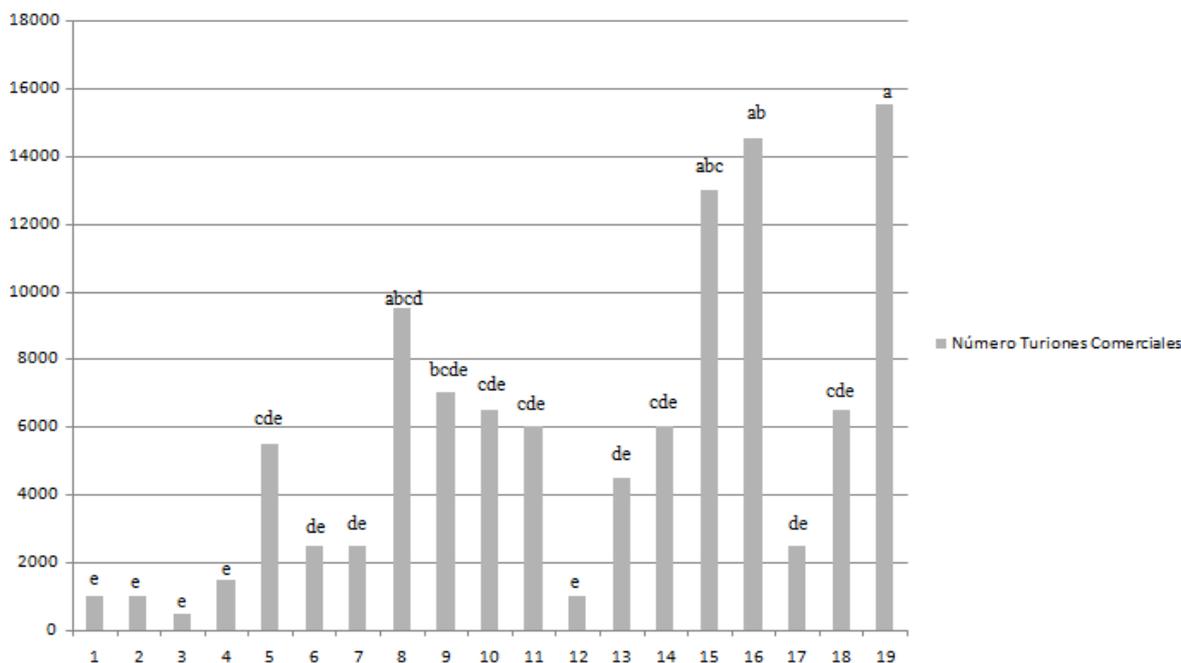


Figura 5: Evolución de la producción de turiones a lo largo del período de evaluación (NTC). Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de LSD ($p > 0,05$).

El haber obtenido la mayor cantidad de turiones en la cosecha 19, a los 57 días de haber iniciado el período de cosecha y que en la misma se haya logrado la menor producción en kilogramos, refleja un claro indicador de que el cultivo llegó al momento de suspender la cosecha, por el bajo calibre promedio obtenido, lo que indicaría que las plantas estarían comenzando a debilitándose.

Calibres por Híbrido:

Respecto de la distribución porcentual de calibres lograda se obtuvieron en J: 4 %, XL: 5 %, L: 37%, M: 40 %, S: 14 %, ASP: 1 %, habiéndose obtenido diferencias para los calibres L y M. En L se destacó el híbrido Ítalo (55 %) y en M el híbrido Ercole (57 %), seguido de Eros (50 %); en S, Ítalo (23 %) y en Asp. Eros (3 %), tal como se indica en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1: Distribución porcentual de calibres de turiones de híbridos de espárrago verde producidos en invernadero en su quinta temporada de evaluación.

Híbrido	J (%)	XL (%)	L (%)	M (%)	S (%)	ASP (%)	% Total
Zeno	0	6,9	55,2	34,5	3,4	0	100
Ercole	0	0	28,6	57,1	14,3	0	100
Eros	0	5,6	27,8	50,0	13,9	2,8	100
UC 157	3,8	11,5	34,6	34,6	15,4	0	100
Ítalo	13,7	2,1	35,8	25,3	23,2	0	100
Promedio	7,3	4,7	36,8	33,7	17,1	0,5	100

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

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). En tal sentido, la mayor predisposición a producir turiones de elevado calibre del genotipo Ítalo indica la conveniencia de su cultivo, cuando uno de los objetivos principales es la producción de turiones de gran calibre (J).

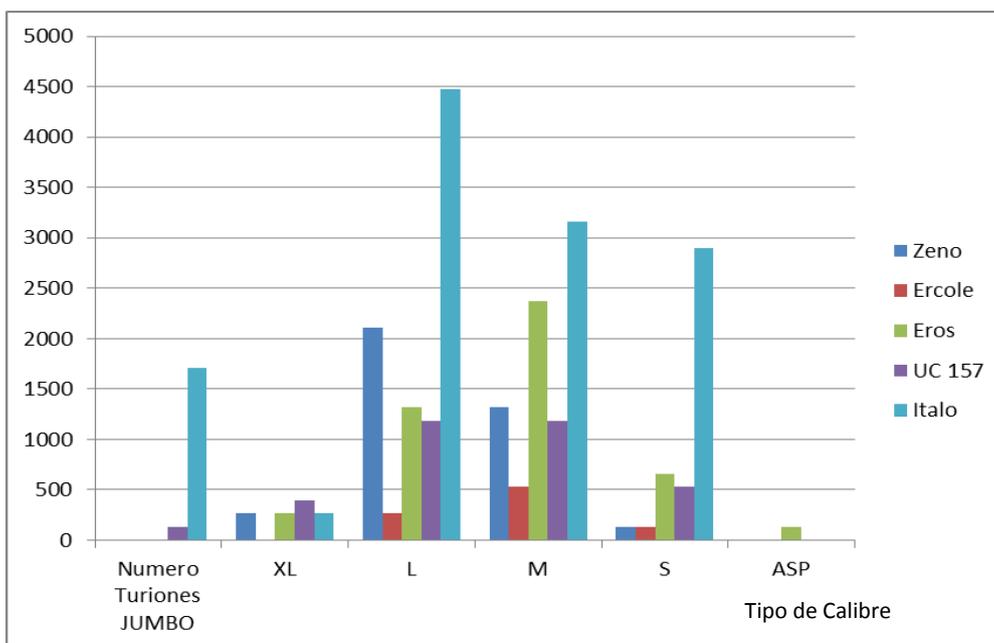


Figura 6: Calibres de turiones de híbridos de espárrago verde producidos en invernadero en su quinta temporada de evaluación.

En cuanto a la producción de turiones totales por hectárea y considerando que la densidad de plantación fue de 33333 plantas.ha⁻¹, puede observarse que el híbrido Ítalo en este caso también se destacó por sobre el resto, en donde dicho genotipo logró 442168 turiones.ha⁻¹, Eros: 153940 turiones.ha⁻¹ (a), Zeno: 114475 turiones.ha⁻¹ (b), y por último Ercole: 35.526 turiones.ha⁻¹ (c). Respecto de la producción comercial, se destacó Ítalo tanto en PFN como en NTC. Tabla 2.

Tabla 2: Productividad en kg netos por cosecha y en número de turiones comerciables obtenidos en invernadero de cinco híbridos de espárrago verde en su quinto período productivo.

Híbrido	PFN	NTC
	Kg ha-1	N° turiones/ha/cos
Ercole	8,55 ^b	22496 ^b
UC 157	14 ^b	62491 ^b
Zeno	31,65 ^b	72485 ^b
Eros	43,99 ^b	97489 ^b
Ítalo	166,05 ^a	279984 ^a

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

Similar tendencia obtuvo Barreto (2013) quien indica que evaluando la cuarta temporada de cosecha se lograron en promedio una productividad de turiones de tres grupos: el primero sólo con Ítalo (a), el segundo formado por los híbridos UC-127 y Eros (b), finalizando con el grupo de los híbridos Zeno y Ercole (c)

Defectos encontrados:

Por tratarse de un cultivo de primicia en invernadero, el principal defecto detectado fue la presencia de turiones espigados (62 %), al igual que lo reportado por otros autores como Kirchenbilder *et al* (2015), quien indicó haber obtenido 64 % de la producción de turiones en invernadero, espigados.

Los restantes defectos detectados, en orden de importancia fueron: turiones que debieron ser cosechados cortos, dado que estaban próximos a espigarse, daño de plagas y otros defectos (turiones deformes, enfermos, etc.) (Figura 7). Dichos valores demuestran la necesidad de aumentar la frecuencia de cosecha, tendiente a minimizar el defecto de espigado y/o bajar el largo de corte, máxime si el objetivo es colocar en el mercado bandejas, atados o bolsas de turiones cortos o puntas de espárrago, cuando se trata de producciones de primicia en invernadero, con cultivos sometidos a gran amplitud térmica diaria y elevada temperatura máxima diaria.

En el caso del híbrido Zeno, obtenido para cultivo de espárrago blanco y también cultivado como verde, diversos autores han indicado su mayor tendencia al espigado, respecto de los restantes genotipos en estudio, como en este caso.

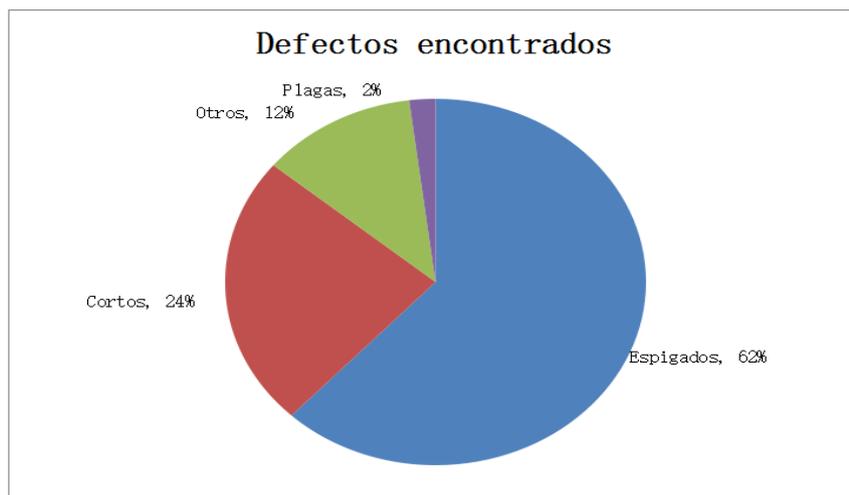


Figura 7: Distribución porcentual de defectos encontrados en la producción de espárrago verde en invernadero.

Además, el empleo de invernadero para la producción de primicia de espárrago verde permitió lograr un anticipo de un mes respecto de los mismos híbridos, en el ensayo comparativo que se encontraba ubicado en el exterior del invernadero (datos no publicados) y otros ensayos, tal como lo indica Barreto (2013). Dicho anticipo resulta muy importante para el posicionamiento de este producto en el mercado ya que responde a la demanda continua que posee esta hortaliza.

3.2. Poscosecha

La calidad comercial de los turiones correspondientes a las tres presentaciones en estudio, se mantuvo durante tres semanas. Al cabo de dicho período de almacenamiento a 4°C, los turiones cortos acondicionados en atados fueron los que manifestaron como defecto, signos de deshidratación en su base.

Respecto de la evolución del peso fresco (EPF), los turiones cortos de espárragos acondicionados en bandejas y en bolsas, tuvieron un mejor comportamiento respecto de los acondicionados en atados, durante los 20 días que duró el período de evaluación. Figura 8.

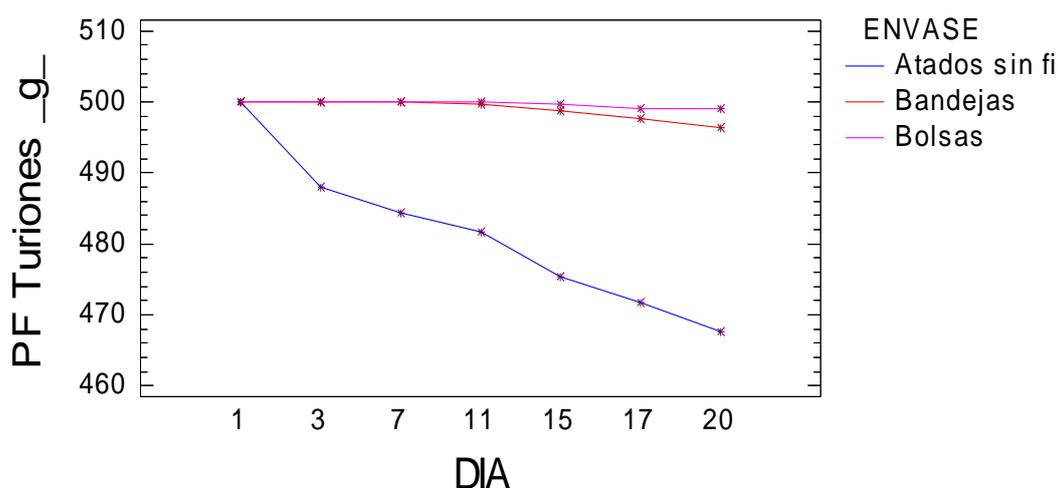


Figura 8: Evolución del peso fresco de diferentes envases de espárrago verde durante el período de poscosecha.

El testigo (atado sin film) resultó ser aquel que más se deshidrató, conservando 481 g (b), presentando diferencias significativas respecto de los tratamientos BA y BO que no difirieron significativamente entre ellos, con 498 y 499 g respectivamente (a), (Figura 9).

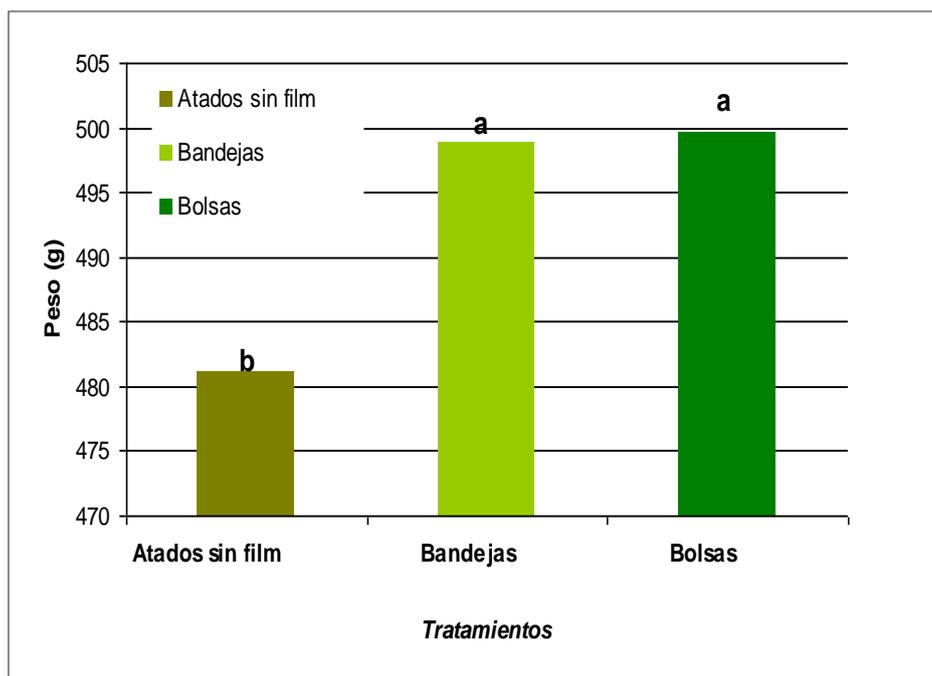


Figura 9: Grado de deshidratación de espárrago verde, acondicionado en diferentes envases durante el período de poscosecha.

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

Respecto a la pérdida de PF / tratamiento, en el caso de BO fue 0,08 %, en BA de 0,21 % (a), mientras que en A fue de 3,73 %.

Estos resultados se corresponden con los indicados por Kirschenbilder (2015) en un estudio de similares tratamientos, realizado sobre turiones largos (de 22 cm). En el mencionado estudio, dicha autora también indicó que solo los turiones largos acondicionados en atados mostraron signos de deshidratación, al finalizar las tres semanas de estudio.

Respecto de la conservación de las características organolépticas visuales, deseables, de los turiones cortos evaluados, a lo largo del período de almacenamiento, con el empleo de bolsas, las mismas se mantuvieron durante todo período, en el caso de las bandejas por 17 días y los atados tan solo por 10 días.

En cuanto a las tres presentaciones evaluadas, la diferencia encontrada, se corresponde con la mencionada por Guisolis *et al* (2010) quien, estudiando el comportamiento en poscosecha de turiones largos, indicó la 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. Dicha autora encontró que la diferencia promedio general de deshidratación de espárragos largos, durante el periodo de evaluación de poscosecha fue un 26 % menor mediante el empleo de film. No se ha encontrado bibliografía respecto al empleo de bolsas para el almacenamiento de espárrago verde.

El superior comportamiento de las bandejas para el acondicionamiento de espárragos verdes durante la etapa de poscosecha, en relación a los atados, coinciden con los indicados por Barreto (2013) quien hace referencia a la posibilidad de extender la vida útil de los turiones de espárrago verde frescos mediante el empleo de bandejas y que, de este modo, los turiones pueden conservar su peso fresco y sus características organolépticas por más tiempo, sin alterar su peso inicial significativamente, respecto del uso de atados convencionales sin film;

pudiéndose comprobar también que, mediante el uso de B, la pérdida de peso fresco en el período de referencia fue gradual, no ocurriendo lo mismo con A.

En cuanto a la extensión del período de estudio, el mismo se corresponde con el informado por Núñez *et al* (2000), quien estudiando la duración de la calidad de turiones almacenados en cámara fría, encontró que la misma fue de 19 días.

Por lo expuesto, para un adecuado proceso de poscosecha de turiones cortos, resultaría conveniente utilizar la técnica de IV Gama respecto de los tradicionales atados, ya sea mediante el empleo de bolsas, como también bandejas, para la optimización de la calidad del producto final.

4. Conclusiones

El híbrido Ítalo, por su producción de primicia en invernadero, demostró comportarse de manera superior en todas las variables estudiadas, comparado con los otros híbridos estudiados.

En cuanto a la evolución productiva a lo largo de todo el período de cosecha, queda en evidencia que la mayor productividad final comercial de primera calidad es posible lograrla a mediados del período de cosecha, adelantándose un mes respecto de la producción a campo.

El principal defecto encontrado por tratarse de un cultivo de primicia en invernadero fue la presencia de turiones espigados, lo cual indicaría la conveniencia de la frecuencia diaria de cosecha.

Respecto de los distintos tipos de envases factibles de ser utilizados, se demostró la conveniencia del empleo de la técnica de IV Gama, mediante bolsas de polipropileno o de bandejas, para la optimización de la calidad del producto final, contribuyendo además a extender el período de almacenamiento de turiones, prolongando su vida útil y por consiguiente el período de oferta para su consumo.

De esta manera queda en evidencia la importancia de una adecuada planificación del cultivo que incluya una correcta elección del híbrido a cultivar, como así también, la de complementar la producción lograda con una adecuada técnica de acondicionamiento y presentación del producto final, tendiente a optimizar el posicionamiento del mismo en el mercado.

5. Bibliografía

Asprelli P. D., López-Anido F. S. y Country E. L. 2005. Caracteres agronómicos en el cultivo de espárrago de diferentes edades y manejos. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 2005; 40 suppl 1:47-52.

Barreto, MS. 2013. Producción de primicia en invernadero de híbridos masculinos de espárrago (*Asparagus officinalis* var. *altilis* L.) 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. Consultado 06 jun. 2015 Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/produccion-primicia-invernadero-hibridos.pdf>. Bazán, P. L.; Funes, M. B.; Castagnino, A. M.; Martínez, A. N.; Colombino, M. A. 2015. Evaluación del número y calibrado de turiones de híbridos de espárrago verde, en dos distancias de plantación, en Villa Mercedes San Luis. Actas XXXVIII Congreso Argentino de

- Horticultura. Horticultura
Argentina 34(85): 53.
- Befve, C. 2011. Espárragos: producción Mundial. En <http://www.befve.com>
- Benson B. Espárragos en el mundo. XI International Asparagus Symposium (IAS). 2009 nov. Perú. Disponible en <http://www.ias2009peru.com/presentations/> Bornand F, Bazan P, Castagnino AM, Falavigna A. Evaluación del rendimiento de híbridos de espárrago verde en su primer bienio productivo en la provincia de San Luis. Revista Horticultura Argentina 2011; 30: 244.
- Bramlett K.S., Houck K.A., Borchert K.M., Dowless M.S., Kulanthaivel P., Zhang Y., Beyer T.P., Schmidt R., Thomas J.S., Michael L.F., Barr R., Montrose C., Eacho P.I., Cao G., Burris T.P. 2003. A natural product ligand of the oxysterol receptor, liver X receptor. Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics. 307, 291-296.
- Caffarena, A., Castagnino, A. M., García, M., Falavigna, A., & Guisolis, A. (2014). Evaluación sensorial de diferentes híbridos masculinos de espárrago (*Asparagus officinalis*) verde. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 8(1), 112-125.
- Castagnino AM, Falavigna A, Urricariet P, Copello M, Azpelicueta J, Rosini MB. 2012. First Fruit Production of hybrid asparagus in Argentina. Proceedings of the Twelfth International Asparagus Symposium. Acta Horticulturae 2012 c 950(1):153–167.
- Castagnino, A.; Díaz, K.; Rosini, M.; Pizarro, G.; Mondini, S.; Martinoia, G. y Falavigna, A. 2015. Evaluación de la productividad y distribución de calibres de híbridos masculinos italianos de espárrago verde (*Asparagus officinalis* L.) de una plantación adulta iniciada con dos tamaños de plantines, en Azul. Actas XXXVIII Congreso Argentino de Horticultura. Horticultura Argentina 34(85): 66.
- 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.
- Catalá, R.; Gavara, R. 2001. Nuevos envases. De la protección pasiva a la defensa activa de los alimentos envasados. Arbor CLXVIII, 661: 109-127.
- Cattivelo, C. 2002. L'asparago bianco. Bioagricultura 76: 33-34.
- Colic M., Pavelic K. 2000. Molecular mechanisms of anticancer activity of natural dietetic products. Journal of Molecular Medicine 78 (6), 333-336.
- Corriols L., 1988. “Miglioramento genético dell’ asparago in Francia”. Agricoltura e Ricerca, 8(63-64): 25-32.
- Dean, BB. 1999. The effect of temperature on asparagus spear growth and correlation of heat units accumulated in the field with spear yield. In Benson B. (ed). Proc. 9th Int. Asparagus Symp. Acta Hortic. 289-295 p.
- Drost, DT. 1997. Asparagus. In: Wien, H. C. (ed). The physiology of vegetable crops. Cambridge: CAB: International. 621-649 p
- Ellison, JH. 1986. Asparagus breeding. Breeding Vegetables Crops. Wesport: AVI, Basset, M. J. (ed). 521-569 p.
- Falavigna A.; Palumbo A.D. 2001. La coltura dell’ asparago. Editorial Calderini. ISBN 88-506-0015-1. Capítulo 2, página 21. Capítulo 3,

- página 23 a 32. Capítulo 4, página 37 y 39.
- Falavigna A., Casali P.E., 1995. "Valutazione produttiva di ibridi di asparago". L' Inf. Agrario, LI(6): 59-63.
- Falavigna, A. 2004. Strategia per la ottimizzazione e valorizzazione de la produzione di asparago in Sicilia. Spadafora, Italia. Editorial Grillo y Famá.
- Falavigna, A. 2006. I Punti critici dell'asparago in campo e nel post-raccolta. Speciale Le strategie di coltivazione, le esigenze di valorizzazione. L'Informatore Agrario 1: 52-55.
- FAO, 2012. Faostat. En: <http://faostat.fao.org/>; consulta Octubre 2013.
- Fariás, V; Krarup C; Contreras, S. 2004. Efectos de población sobre rendimiento y calidad de turiones de cuatro cultivares de espárrago. Ciencia e Investigación Agraria. 31(2): 119-127.
- Fiala V., Jolivet E. 1979. Variation in biochemical composition of *Asparagus officinalis* roots in relation to sex xpression and age. Proceeding of the 5 th international Asparagus Symposium. Ed. G. Reuther (Germania), pp 74-81.
- Fuentes Alventosa, J. A 2009. Caracterización de componentes bioactivos del espárrago verde: obtención de ingredientes funcionales a partir de los subproductos generados durante su transformación industrial. Tesis de doctorado. Departamento de Bromatología y Tecnología de los alimentos, Universidad de Córdoba, España.
- Gatti I, Cravero V, López-Anido F y Cointry E. Evaluación de siete poblaciones de espárrago (*Asparagus Officinalis* L.). Pesquisa Agropecuria Brasileira 2000; 35 (6):1151-1157.
- Gatti I., Cravero V., Asprelli P., López Anido F. and Cointry E. 2005. Heritability and Expected Selection Response for Yield Traits in Blanched Asparagus. Genetic and Molecular Research 4(1):67-73.
- González A.G., Hernández J.C., León F., Padrón J.I., Estévez F., Quintana J., Bermejo J. 2003. Steroidal saponins from the bark of *Dracaena draco* and their cytotoxic activities. Journal of Natural Products. 66 (6), 793-798.
- Guisolis, A., A. Castagnino, K. Díaz, P. Sastre-Vázquez, J. Marina y A. Zubiría. 2010. Impacto de técnicas innovadoras aplicadas a la cadena agroalimentaria espárrago (*Asparagus officinalis* L.) para optimizar el posicionamiento en diferentes mercados. Rev. Venez. Cienc. Tecnol. Aliment. 1(2), 95-112.
- Jaramillo-Carmona, S., Vázquez-Castilla, S., Fuentes-Alventosa, J. M., Guillén-Bejarano, R., Rodríguez-Arcos, R., & Jiménez-Araujo, A. 2010. Polisacáridos ferulados: nuevos componentes saludables de la fibra del espárrago.
- Kawashina, H; Nonaka; M. 2000. Characteristics of the thermal environment in sloping greenhouse. Acta Horticulturae 519:181-189.
- Kirschenbilder, E., Castagnino, A. M., Díaz, K. E., Rosini, M. B., & Falavigna, A. 2015. Cadena espárrago: producción de diferentes genotipos en su quinto año y comportamiento en poscosecha. Agronomía Mesoamericana, 26(1), 99-109.
- Krarup, H; Krarup, J PL. 1987. Rendimiento de espárragos verdes y blancos bajo dos modalidades de cosecha. Agro Sur. (15): 47-53.
- Liverotti, O., A. Zubiría y A. Castagnino. 2011. Tendencias de la comercialización de espárrago en el MCBA durante el último bienio.

- En: XXXIV Congreso Argentino de Horticultura. Asociación Argentina de Horticultura (Asaho), Buenos Aires.
- Mann J.I., Cummings J.H. 2009. Possible implications for health of the different definitions of dietary fibre. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases*. 19, 226-229.
- Marina, J. A.; Castagnino, A. M.; Sastre-V., P.; Díaz, K. y Guisolis, A. P. 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.
- Martínez-Flores S., González-Gallego J., Culebras, J.M. y Muñón M.J. 2002. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición Hospitalaria*. XVII (6) 271-278.
- MINEDU, 2005. Disponible en www.minedu.gob.pe.
- Moon, D. 1976. Yield potencial of *Asparagus officinalis* L. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*. 4: 435-438.
- Nichols, MA; Fisher, KJ. 1999. Improving the efficiency of cultivar evaluation of green asparagus. 1999. In Benson B (ed). *Proc. 9th int. Asparagus Symp. Acta Hort.* 479:157-161.
- Nuñez, E.G., y A.D. Casas. 2000. Composición nutricional de turiones de espárrago verde (*Asparagus officinalis* L.) y su relación con la vida post-cosecha. Tesis de Maestría. Producción Agrícola. UNALM, Lima, Perú.
- Pascualetti, M; Castagnino, A. M; Rosini, M. B; Durante, M, Zubiría, A. 2013. Margen bruto de diferentes híbridos de espárrago verde (*Asparagus officinalis* var. *altilis* L.), en la provincia de Buenos Aires., *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* -7 (2): 201-216.
- Pita, G; Pontes, M; Vargues; L. 1998. A Mediterranean greenhouse energy balance. *Acta Horticulturae* 456: 375-382
- Raimondo, E., & Espejo, C. 2002. Envases para frutas y hortalizas frescas. *Revista Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo* 34 (1), 93.
- Risso, A; Castagnino, AM; Díaz, K; Rosini, MB; Marina, J; Falavigna, A. 2012. Productividad y calidad de cuatro híbridos de espárrago verde (*Asparagus officinalis* var. *altilis* L.) en invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 6(1): 55-66.
- SAGPyA - Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. 2007. Protocolo de calidad para espárrago fresco. Resolución SAGPyA N° 249/2007. http://www.alimentosargentinos.gov.ar/programa_calidad/diferenciacion/sello/SAA010_Esparrago_v08.pdf.
- Sastre-Vázquez, P; Guisolis, A; Castagnino, AM; Díaz, K; Marina, J; Zubiría, A. 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): 95-112.
- Sivtsev M.V, Sizov S.S, 1971. Dynamics of sugar accumulation and invertase activity in specimens of different sexes among dioecious plants. *Soviet Plant Physiology*, 18(1): 43-46.
- Southon S., Price K.R., Johnson I.T., Gee J.M. 1988. The effect of Gypshophila saponins in the diet on mineral status and plasma cholesterol concentration in the rat.

- British Journal of Nutrition. 59 (1), 49-55.
- Stampacchia, P; Colurcio, M; Spena, TR. 2008. Preferenze, profili e tendenze del consumo dei prodotti di IV gamma. Consultado 18 jun. 2014. Disponible en: http://www.escp-eap.net/conferences/marketing/2008_cp/Materiali/Paper/It/Stampacchia_Colurcio_RussoSpena.pdf
- Thevenin L., Doré C. 1976. L'amélioration de L'asperge et son atout majeur, la cultura in vitro. *Ann. Am. Plantes*, 26(4): 655-674
- Wilson, DR; Cloughley, CG; Sinton, SM. 1999. Model of the influence of temperature on the elongation rate of asparagus spears. In Benson, B. (ed.). *Proceedings 9th International Asparagus Symposium*. Acta Hort. 479: 297-304.