
HORTICULTURA

Productivity of male green asparagus genotypes (*Asparagus officinalis* var. *altilis* L.) in their seventh year

Productividad de genotipos masculinos de espárrago verde (*Asparagus officinalis* var. *altilis* L.) en su séptimo año



Romero, F.¹; Castagnino, A. M.^{1,2}; Díaz, K. E.¹; Guisolis, A.¹; Rosini, M. B.¹; Rogers, W. J.^{1,3,4}. *Ex Aequo*.

1. Centro Regional de Estudio Sistémico de Cadenas Agroalimentarias (CRESCA), Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires – UNICEN. República de Italia 780 (7300) Azul, Argentina.
2. Facultad de Ciencias Agrarias, Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA), Buenos Aires, Argentina.
3. Centro de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires – CIC, Argentina.
4. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas – CONICET, Argentina.

Recibido: 21/12/2017

Aceptado: 23/08/2018

ABSTRACT

Romero, F.; Castagnino, A. M.; Díaz, K. E.; Guisolis, A.; Rosini, M. B.; Rogers, W. J.. *Ex Aequo*. 2018. Productivity of male green asparagus genotypes (*Asparagus officinalis* var. *altilis* L.) in their seventh year. *Horticulture Argentina* 37 (93): 24 – 44.

Asparagus is a non-traditional perennial vegetable crop for which evaluation of the performance of different genotypes is required. With the aim of determining the productivity of a set of all-male genotypes from Italy, a trial was planted on 22/11/06 using large (PG) and small (PCH) seedlings. The following characters were evaluated: total (PFT) and commercial (PFC) fresh production, total (NTT) and commercial (NTC) spear number, calibre distribution (J: Jumbo; XL: Extra-Large; L: Large; M: Medium; S: Small and A: *Asparagina*), defects (DE: opened bracts; P: plague damage; and OD: other defects). Thirty-two harvests were carried out between 1/9/14 and 14/11/14. Data were analysed by ANOVA-LSD ($P \geq 0.05$). No significant differences were found between the two seedling sizes. From the thirty-two

harvests, a mean productivity of $14.5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ was obtained, with a commercial prime quality productivity of $5.4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. A total of 553,241 spears were obtained, of which 252,420 were of commercial prime quality, with an average weight of 21 g per spear. Regarding seedling size, no significant differences were found. The Italian genotypes performed better than the control genotype from the USA, with Eros outstanding for PFT, and Ercole, Eros, Italo and H-668 for PFC. For spears produced, significant differences were observed between hybrids: for NTT, Zeno, Eros, Ercole and H-668 stood out, while for NTC, Ercole. Regarding calibre distribution, Italo, UC-157, H-668, Zeno and Eros stood out for J; Eros, Italo, Zeno and H-668 for XL; Eros, Italo, Ercole and H-668, UC-157 and Zeno for L; Ercole, Eros and H-668, and UC-157 for M; UC-157 and Ercole for S; and UC-157 and Ercole for A. In conclusion, all male hybrids represent a valuable production alternative.

Additional Keywords: yield, spears, hybrids, seedlings, calibre.

RESUMEN

Romero, F.; Castagnino, A. M.; Díaz, K. E.; Guisolis, A.; Rosini, M. B.; Rogers, W. J. *Ex Aequo*. 2018. Productividad de genotipos masculinos de espárrago verde (*Asparagus officinalis* var. *altilis* L.) en su séptimo año. *Horticultura Argentina* 37 (93): 24 – 44.

El espárrago es una hortaliza no tradicional perenne, la que puede ingresar a los sistemas productivos como una alternativa de diversificación productiva, siendo necesario evaluar el comportamiento de distintos genotipos para cada zona productiva en particular. Con el objetivo de determinar la productividad de genotipos masculinos italianos se efectuó un ensayo (22/11/2006) mediante plantines (P) grandes (PG) y chicos (PCH). Se evaluó en el séptimo año de cosecha: productividad fresca total (PFT) y comercial (PFC), turiones totales (NTT) y comerciales (NTC), calibres (J: Jumbo; XL: Extra-Large; L: Large; M: Medium; S: Small y A: Asparagina), defectos (DE: espigados; P: daño plagas; y OD: otros defectos). Se efectuaron 32 cosechas en el período del 01/09/2014-14/11/2014. Se realizó análisis de la varianza ANOVA-LSD test ($P \geq 0.05$). No se encontraron diferencias significativas en P.

1. Introducción

El cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis* var. *altilis* L.), representa una alternativa de diversificación productiva perenne para la zona centro de la provincia de Buenos Aires, que admite para su inicio genotipos enteramente masculinos, de calidad uniforme y con mayor concentración de calibres, lo que facilita el manejo postcosecha. Estos deben ser evaluados a fin de determinar los más productivos para una zona en particular. Asimismo, resulta importante estudiar los factores que afectan la calidad y la respuesta a diferentes estrategias de manejo de las plantaciones, como, por ejemplo, el estudio de la incidencia del tamaño de plantín utilizado para el inicio, a fin de determinar si este factor puede llegar a representar una diferencia en el rendimiento, no

Como resultado de las 32 cosechas realizadas se logró una productividad promedio de 14,5 t.ha⁻¹ y comercial de primera calidad de 5,4 t.ha⁻¹. En turiones se lograron 553.241 totales y 252.420 comerciales de primera calidad, siendo el peso promedio por turión de 21 g. Respecto del tamaño de plantines, no se encontraron diferencias significativas. Los genotipos italianos superaron al testigo americano destacándose en PFT Eros y en PFC: Ercole, Eros, Italo y H-668. En turiones producidos se lograron diferencias significativas entre híbridos: en NTT se destacaron Zeno, Eros, Ercole y H-668; mientras que en NTC, Ercole. En distribución de calibres se destacaron, en J: Italo, UC-157, H-668, Zeno y Eros; en XL: Eros, Italo, Zeno y H-668; en L: Eros, Italo, Ercole y H 668, UC-157 y Zeno. En M: Ercole; Eros y H-668 y UC-157. En calibres S: UC-157 y Ercole, mientras en A: UC-157 y Ercole. Los híbridos masculinos, productivamente representan una alternativa valiosa para las características productivas de la Provincia de Buenos Aires.

Palabras claves adicionales: rendimiento, turiones, calibres, híbridos, plantines.

solo en la etapa inicial del cultivo sino también en la etapa adulta de productividad estable.

La diversificación de cultivos en los planteos agrícolas representa una oportunidad a fin de propiciar la optimización de los resultados económicos de dichas empresas (Pascualetti *et al.*, 2013). La cadena agroalimentaria espárrago ha experimentado profundos cambios a nivel global durante las últimas décadas. La aparición de nuevos híbridos de producción más uniforme y nuevas técnicas de manejo tendientes a la optimización de la producción, requieren de una evaluación bajo distintas situaciones de manejo del cultivo: tradicional y bajo cubierta. A nivel mundial se ha expandido la producción y consumo, mientras que en países como Argentina se ha retraído (Risso *et al.*, 2012). Dentro de las especies hortícolas, a nivel global el espárrago experimentó mayor crecimiento anual en el período 2000-2005, con 7,8%, seguido de espinaca (6,5%), ajo (5,5%), hongos comestibles (5,2%) y lechuga (4,1%) (Ferrato & Rodríguez, 2010).

Según Santos (2011), la producción mundial de esta hortaliza aumentó en más de 200% en los últimos 25 años. Es cultivada en sesenta países del mundo, con un clima variable que va del templado frío al tropical (Zipmec, 2013), siendo el espárrago un cultivo que fácilmente se adapta a distintos tipos de clima y a modos de procesamiento, una vez cosechado. En 2010 la superficie global destinada a la producción de espárragos fue de aproximadamente 216.000 ha, con una producción de 1.386.000 t, según la misma fuente. El principal país productor de espárragos es China (88%), seguido de Perú (4%) y Alemania (1,3%), mayor productor europeo (Zipmec, 2013); mientras que los principales países consumidores son Estados Unidos, Alemania y España y el principal exportador mundial es Perú (MINAGRI, 2015).

Algunos países tradicionalmente productores y exportadores debieron introducir, con los años, nuevos genotipos, dado que los originalmente cultivados, no se adecuaban por su productividad, al tipo de clima; y por su calidad, a los mercados potenciales de destino.

Argentina presenta como ventaja competitiva con respecto a otros países, la posibilidad de ingresar en los mercados del hemisferio norte en contraestación, sobre todo teniendo en cuenta que muchas experiencias han demostrado que producir fuera de la estación trae aparejado numerosos daños fisiológicos a las plantas, en particular a las coronas (Castagnino *et al.* 2006). La máxima producción nacional se logró en 1992 y fue de 8.700 t.año⁻¹ en que la superficie productiva fue de 3.329 ha (Rivera-Rodríguez, 1999). A mediados de la década del noventa, varias esparragueras entraron en su máxima producción y, posteriormente a dicho período, la superficie y producción disminuyeron, encontrándose actualmente en una etapa de recuperación, impulsada principalmente por la demanda interna, la recomposición del nivel de actividad económica y el desarrollo gastronómico premium.

En Argentina, la superficie productiva de espárragos ha atravesado distintas etapas con el correr del tiempo. Desde las primeras plantaciones, hace casi 100 años, la misma fue creciendo hasta 1992, llegando a 3.200 ha, para luego decaer a 1000 has aproximadamente.

Entre las principales causas de dicha disminución se destacan los altos costos productivos y el bajo rendimiento unitario (Novella, *et al.*, 2017). Actualmente existe una demanda interna en Argentina creciente e insatisfecha (Pascualetti *et al.*, 2013).

Según Fernández Lozano *et al.* (2015), el MCBA, principal mercado concentrador argentino, comercializa entre 15–17% del total de hortalizas consumidas en el país, siendo el volumen total correspondiente a espárragos en el período 2013 – 2014 de 598.900 kg (2013: 256.300 Kg y 2014: 342.600 kg, respectivamente), sin diferencias

estadísticas entre las medias mensuales, 2013: 2373 kg y 2014: 3.172 kg, respectivamente. En dicho período el 99% correspondió a espárragos producidos en Argentina y solo se registraron importaciones desde Perú (2013: 1,25% y 2014: 1,42%). Ocho provincias componen el calendario de oferta nacional, destacándose en orden de importancia San Juan, Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, Corrientes, Catamarca, Mendoza, y San Luis. Respecto a los meses de comercialización se destacan: octubre, septiembre, noviembre, diciembre, febrero, marzo, agosto, abril, julio, junio, mayo y enero lo que demuestra la existencia de demanda todo el año de esta hortaliza (Fernández Lozano *et al.*, 2015).

Respecto del género *Asparagus*, consta de alrededor de 150 especies que se encuentran como plantas perennes herbáceas y arbustos leñosos. En cuanto al espárrago (*Asparagus officinalis* L., diploide) es una hortaliza muy apreciada y se cultiva en diferentes ambientes, desde zonas de clima templado frío de desiertos, climas mediterráneos y zonas tropicales. Como consecuencia de ello, los genetistas han desarrollado diferentes variedades que se diferencian por su rasgos morfoagronómicos, hábito de crecimiento y el estado ploidic (pocos triploides y tetraploides se utilizan cultivares). Varios métodos de mejora genética se utilizan para cultivos en desarrollo, entre los que destaca el cultivo *in vitro* de anteras, técnica de cultivo que permite producir clones homocigotos útiles para la obtención de híbridos F 1 (Riccardi *et al.*, 2011).

El espárrago es una planta herbácea perenne, angiosperma monocotiledónea plurianual perteneciente a la familia de las Liliáceas. Es una planta dioica, es decir que forma flores masculinas y femeninas en plantas diferentes. La planta masculina es más vigorosa, precoz y productiva comparada con aquella femenina, sin embargo, produce turiones más finos; los frutos, en cambio, producidos sólo por la parte femenina, son pequeñas bayas rojas que contienen semillas negras (Riccardi *et al.*, 2011).

Al tratarse de un cultivo perenne dioico, en el que las plantas femeninas presentan una vida útil menor y una productividad de turiones que difiere significativamente respecto de las masculinas, más productivas y de calidad uniforme; resulta interesante estudiar la adaptación de los genotipos enteramente masculinos como los obtenidos por el CRA (Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura) en Italia, durante los primeros años y también en la etapa de productividad estable. Esto se debe a que, se ha demostrado que los genotipos bien adaptados presentan una tendencia productiva más estable en el tiempo. En el caso de los que no se adaptan bien, se los puede individualizar a los pocos años de iniciadas las plantaciones, dado que disminuyen considerablemente su producción. Por el contrario, también hay otros casos que en los primeros años no muestran un elevado rendimiento, pero si una tendencia creciente pronunciada que puede motivar que en el tiempo lleguen a superar a otros que si mostraron superior rendimiento en los primeros años. Por estas diferencias y el impacto sobre la calidad productiva y comercial, es que puede resultar conveniente el cultivo de genotipos masculinos.

En el caso del empleo para el inicio de nuevas plantaciones de genotipos enteramente masculinos es necesario evaluarlos a lo largo de varios años, a fin de conocer su adaptación a cada zona productiva en particular (Pascualetti *et al.*, 2013).

Las plantas de esta especie constan de un rizoma subterráneo del cual se dividen las raíces y las yemas que dan lugar a los turiones, parte comestible del espárrago los que empiezan a acrecentarse y a desarrollarse al final del invierno, cuando la temperatura está en aumento, desde que se llega a acerca de 10°C, porque en estas condiciones empieza a manifestarse una fuerte migración de sustancias nutritivas que van de las

raíces a las yemas (Riccardi *et al.*, 2011) de cuyo tamaño dependerá el calibre de los turiones producidos.

Otros autores han indicado ventajas adicionales de los genotipos masculinos como 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 & Sezov, 1971) y además, no tienen el inconveniente de las plantas de la pérdida de energía metabólica, a raíz de la producción de frutos o bayas (Falavigna, 2001) como en el caso de las plantas femeninas.

Dado que el grosor de los turiones es un carácter que queda definido en el primer año productivo para toda la vida útil de la esparraguera (Cointry *et al.*, 2000) se ha determinado que el incremento en el rendimiento está influido por el tamaño de la porción perenne de las plantas (“araña”), la que produce en cada temporada un número mayor de yemas que dan origen a turiones de tamaño comercial. De esto último se desprende que es de fundamental importancia estudiar con profundidad la incidencia del tamaño del órgano de inicio, ya se trate de arañas o plantines, sobre el rendimiento, tanto en volumen como en distribución de calibres de la producción; en la etapa inicial y en la etapa adulta de las plantaciones.

El sistema de inicio en un cultivo de espárrago tiene dos alternativas: a través de arañas (sistema tradicional) o a través de plantines con cepellón (sistema moderno). En el primer caso se requiere un año para la producción de las coronas, de modo que la producción comercial comienza a partir del segundo año desde la plantación definitiva. En el sistema moderno, en cambio, la primera cosecha se produce al año de la plantación, convirtiéndose esto en una ventaja de este sistema. Otras ventajas del sistema de plantines son que presenta mayor plasticidad en la programación de los trasplantes, y una elevada seguridad sanitaria (Castagnino *et al.*, 2006). En el sistema moderno es imprescindible contar con riego durante los primeros tres años de las plantaciones (etapa de productividad creciente), ya que, durante la misma, los plantines son muy susceptibles al stress en general. Independientemente del sistema de inicio seleccionado, una buena plantación requiere tener en cuenta muchos aspectos complementarios, referidos a la individualización del terreno más oportuno, a una adecuada preparación del mismo, a la precisión del manejo cultural, a la fertilización de fondo, a la época y modalidad del trasplante (Sportelli, 2002) y también a la densidad a utilizar y al tamaño del órgano de inicio (plantines o arañas) aspecto que puede influir en el rendimiento principalmente durante los primeros años desde la plantación.

Es un cultivo perenne cuyo ciclo vital se divide en cuatro fases: de crecimiento temprano (1° y 2° años) o de desarrollo vegetativo; productividad creciente (3° - 4° año) de primeros años de cosecha; productividad estable (4° - 10° año) y productividad decreciente (10° año en adelante). (Falavigna, *et al.*, 2001). En esta especie es importante considerar no sólo el rendimiento total del cultivo, sino también la calidad de sus turiones producidos, ya que el porcentaje de descarte puede variar significativamente entre cultivares (González, 2001) y según aspectos de manejo del cultivo y cosecha. Existen actualmente en el mercado genotipos que varían en su precocidad, distribución de la productividad, calidad, uniformidad, apariencia, fibrosidad, grado de cierre de las brácteas, resistencia a plagas y enfermedades, etc. que deben ser evaluados en distintos ambientes.

Para su comercialización en el mercado interno como externo es necesario que los turiones sean verdes en al menos el 80% de su largo, que estén presentados turgentes, bien formados y sanos (Castagnino *et al.*, 2006). La tipicidad, seguridad alimentaria y trazabilidad del producto son atributos claves. Por tal motivo Argentina dispone, para estas y otras hortalizas, con un protocolo de calidad como guía para los emprendedores,

la que además puede llegarles permitir contar con el Sello de Calidad de Alimentos Argentinos que es una de las herramientas de diferenciación con que cuenta el país.

Los productores argentinos de espárrago, tradicionalmente han cultivado el híbrido heterocigoto americano UC-157 (Castagnino, *et al.*, 2009), obtenido en 1980 por la Universidad de Davis, de California (EEUU) (Serrano Cermeño, 2003). Es un cultivar que por su alto rendimiento, calidad y amplia adaptación, ha sido sugerido como patrón de comparación para la evaluación de nuevos cultivares (Krarup & Krarup, 2002).

El espárrago es un cultivo cuyas 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) (Cattivelo, 2002; Gatti *et al.*, 2005; Risso, 2012; Giménez Azara *et al.*, 2016). Por esta causa resulta necesario la realización de una importante labor de procesado en fresco, debido a la gran distribución en todos los calibres, como por ejemplo en el caso del genotipo UC-157 y a diferencia de los híbridos masculinos quienes cuentan con una muy superior concentración de calibres y superior ciclo de vida, lo que los hace agronómicamente superiores (Fiala & Jolivet, 1979; Giménez Azara, 2016). Además, según Falavigna & Palumbo (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 llegando hasta el 70 % después del 8° – 10° año; y, aunque el diámetro de los turiones es inferior (1 o 2 mm en promedio) a los de las plantas femeninas, como se mencionara, 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).

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). Según algunos autores como Falavigna & Palumbo (2001) indican que la productividad de los híbridos y la calidad de turiones pueden ser estimadas con mayor precisión 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 (Giménez Azara *et al.*, 2016).

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 duración mínima de 5 años (2 de implantación y 3 de producción), como en el presente caso (Giménez Azara *et al.*, 2016). La exigencia de realizar dichas 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 & Palumbo, 2001), entre otras. 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 (Falavigna & Palumbo, 2001).

Además, el espárrago, desde el punto de vista nutricional, su consumo es muy valorado por los beneficios para la salud. Están constituidos sobre todo por agua, son ricos en fibra y proteínas, vitaminas y minerales. En relación con su contenido vitamínico, se destaca la presencia de folatos, provitamina A (beta-caroteno) y de las vitaminas C y E. A excepción de los folatos, el resto cumplen una importante acción antioxidante. También están presentes otras vitaminas del grupo B como la B1, B2, B3 y B6. En cuanto a minerales, los espárragos presentan cantidades importantes de potasio, hierro, fósforo y yodo, además de calcio y magnesio, aunque en menor proporción. La composición por 100 gramos de porción comestible contiene: Energía: 18 Kcal, Agua: 93.6 ml, Proteínas: 2.9 ml, Hidratos de carbono: 1.7 g, Fibra: 1.5 g, Potasio: 207 mg, Sodio: 3 mg, Fósforo 59 mg, Magnesio: 12.5 mg, Vitamina A: 53 mcg de Eq. de retinol, Folatos: 113 mcg y Vitamina C: 21.6 mg (Consumer, 2016).

Respecto de los distintos tipos de espárrago en el mercado, los verdes, son de sabor más pronunciado y de mayor contenido en vitaminas, que son actualmente los más demandados y consumidos en el mercado argentino; mientras que los blancos, son de sabor más suave; los violetas, de sabor dulce y suave, según Castagnino *et al.* (2017). Además, según Vinson *et al.* (1998) es la hortaliza con mayor actividad antioxidante.

En este contexto, el objetivo del presente trabajo es evaluar el comportamiento productivo de diferentes genotipos masculinos de espárrago verde, versus un testigo de origen americano, en su etapa adulta, de productividad estable, a fin de determinar los más adaptados a la zona centro de la provincia de Buenos Aires, en plantaciones iniciadas con dos tamaños de plantines, estudiando su productividad total y comercial, su distribución de calibres y la incidencia de diferentes factores que afectan la calidad y la producción neta lograda, al séptimo año desde la plantación.

2. Materiales y métodos

2.1. Sitio de producción: El cultivo de espárragos en evaluación se encuentra ubicado en la Chacra Experimental de la Facultad de Agronomía (36°48' lat. Sur y 59°51' long. Occidental) sobre un suelo Argiudol típico sin impedimentos en el perfil y con 3,55% de materia orgánica.

2.2. Características climáticas de la zona: la ciudad de Azul posee un clima templado, con temperatura media anual de 15°C, con promedios en verano y en invierno de 22 y 8°C respectivamente y precipitaciones promedio de 960 mm, distribuidos uniformemente.

2.3. Características del ensayo: La superficie total del ensayo fue de 1.200 m², considerando un ancho total de 24 m (incluyendo laterales) y un largo de 50 m (correspondiente a 7 m de largo de cada uno de los 4 bloques, 3 caminos internos de 4 m cada uno y 5 m de cabeceras en ambos lados). La densidad de plantación utilizada fue de 23.809 plantas/ha, con un marco de plantación de 1,4 m entre líneas y 0,3 m entre plantas. La superficie de cada parcela evaluada fue de 10 m² y la cantidad de plantas evaluadas por parcela de 27.

2.4. Diseño experimental: bloques al azar, con cuatro repeticiones.

2.5. Almácigo: Los plantines se sembraron el día 31/08/2006 utilizando como sustrato una mezcla de turba (70%) y perlita (30%).

2.6. Plantación: La plantación se inició 22/11/2006, mediante el sistema de plantines. El ensayo se plantó con una profundidad de 25 cm. Previo a la plantación se realizó una fertilización de fondo en banda con fosfato diamónico y posteriormente, durante cada verano se efectuaron aplicaciones parcializadas de urea en banda.

2.7. Tamaños de plantines: Se emplearon speedlings de dos volúmenes de celda: PG (Plantín Grande): 120 cm^3 . cepellón⁻¹ y PCH (Plantín Chico): 70 cm^3 .

2.8. Manejo del cultivo: El lote se mantuvo libre de malezas mediante labores mecánicas con motocultivador, manuales y químicas. En pre-plantación se aplicó Trifluralina a razón de 2 L.ha^{-1} , la que se incorporó manualmente. Posteriormente, también en pre-plantación, se aplicó Linurón a razón de 2 L.ha^{-1} y los años posteriores una mezcla de Metribuzín ($\text{C}_8\text{H}_{14}\text{N}_4\text{OS}$) y Pendimetalín ($\text{C}_{13}\text{H}_{19}\text{N}_3\text{O}_4$), a razón de: Metribuzín: $0,5 \text{ kg.ha}^{-1}$ al 35 % y Pendimetalín: $2,5 \text{ L.ha}^{-1}$ al 31,7 %, en pre-emergencia. En posemergencia se aplicó, en los sectores que fue necesario: Glifosato ($\text{C}_3\text{H}_8\text{NO}_5\text{P}$), y Bentazon ($\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_3\text{S}$) en los sectores afectados por *Cyperus rotundus*.

Respecto al riego fue de carácter complementario. Solo se regó el año de la plantación por surco y los dos siguientes por goteo y posteriormente el cultivo se manejó de secano.

2.9. Período de cosecha: Se realizaron 32 cosechas en el período 01/09/2014-14/11/2014, con una frecuencia de día por medio. Los indicadores de cosecha considerados fueron los siguientes: longitud mínima de 23 cm y cabeza del turión compacta. Se efectuó manualmente, con cuchillos, a ras del suelo, mediante un corte transversal y neto, evitando el corte a bisel.

2.10. Monitoreo de plagas: Se realizaron muestreos semanales durante el período de cosecha en el campo y se evalúan 10 turiones al azar por cada repetición a fin de identificar las plagas presentes y en poscosecha, se evaluó la cantidad de turiones defectuosos por daño de plagas.

2.11. Híbridos evaluados: Los genotipos evaluados fueron: Italo, Zeno, Eros, Ercole, H668, Marte y Giove, enteramente masculinos de origen italiano y como testigo el híbrido dioico UC-157, de origen norteamericano. Entre sus características, según Falavigna (2001; 2004) se destacan:

- Italo: primer híbrido íntegramente masculino producido en Italia adaptado a ambientes cálidos y áridos del Mediterráneo, de turiones muy homogéneos con cerrado óptimo de brácteas y que ha manifestado alto vigor en las plantas en terrenos infectados con Fusarium.
- Zeno: híbrido masculino, con esfumaduras antociánicas de calibre medio, adaptado a la producción como verde y blanco, aunque mejor adaptado a blanco.
- Eros: enteramente masculino, caracterizado por elevada productividad en su zona de origen (norte de Italia), de precocidad media, empleado tanto para la producción de turiones verdes como blancos. De elevado calibre, intensa coloración antociánica y elevada dimensión de las brácteas que permanecen adheridas a la punta del turión, aun cuando superan los 20 cm de altura.
- Ercole: caracterizado por su elevada productividad, aunque más precoz respecto de Eros, de color verde brillante, de alta productividad y de mediana precocidad. Este

genotipo presenta una coloración verde intensa con matices antocianicos de color morado.

- H668: híbrido experimental que al momento de la plantación aún no era comercial.
- Marte: híbrido enteramente masculino, que presenta una elevada uniformidad fenotípica. De productividad media, de calibre medio y uniforme, adaptado a la producción de turiones blancos y verdes. De color de fondo verde oscuro y brácteas violáceas bien cerradas.
- Giove: híbrido enteramente masculino caracterizado por su elevado calibre y tendencia a buen cierre de brácteas.
- UC-157: híbrido heterocigota, muy precoz, con turiones de calibre medio, con brácteas cerradas, aún en condiciones de cosecha con altas temperaturas. 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 (Perfetti Del Corral, 2007). Los resultados de algunos estudios han demostrado que UC157 es un cultivar de alto rendimiento, de gran calidad y amplia adaptación y se caracteriza morfológicamente por presentar el 50% de plantas femeninas y el 50% masculinas (Krarup & Krarup, 2002).

2.12. Acondicionamiento de la producción: La producción lograda se acondicionó en el laboratorio de procesamiento de la Facultad de Agronomía, teniendo en cuenta la metodología indicada en el Protocolo de Calidad de Espárrago Verde generado por la SAGPyA (Resolución-SAGPyA N°249/2007). La secuencia de procesamiento utilizada para la producción lograda de cada parcela fue: lavado, determinación de peso total, corte, selección por calidad en dos categorías, determinación de peso fresco comercial y calibrado de los turiones comerciales. Las categorías consideradas fueron: comercial, motivo del presente trabajo y descarte. Se consideraron de categoría comercial los turiones bien desarrollados, de consistencia firme, forma, color, sabor y olor característico, en estado fresco, enteros, limpios, sanos, con cabeza compacta y bien cerrada, libres de pudrición, de defectos mecánicos, manchas o indicios de heladas, sin tallos hundidos y sin floración; libres de daños de plagas, insectos vivos y enfermedades, de cualquier material extraño; sin signos de deshidratación; con yemas terminales y brácteas completamente cerradas, libres de signos de lignificación, rectos, sin curvatura del ápice y de tamaño y calibre uniforme y con una tolerancia máxima de color blanco de 4 cm desde la base (SAGPyA, 2007).

2.13. Secuencia de procesamiento: La secuencia de procesamiento utilizada para la producción lograda de cada parcela fue: lavado, determinación de peso total obtenido, determinación del número de turiones totales, corte a 22 cm, selección por calidad; determinación de peso fresco comercial; calibrado de los turiones comerciales y determinación del número de turiones por calibre, cuantificación de los defectos de los turiones de descarte y envasado. Los turiones comerciales fueron clasificados en las siguientes categorías, según su calibre (diámetro a 2 cm desde la base): Small (S): 6 – 9 mm; Medium (M): 9 – 12 mm; Large (L): 12 – 16 mm; Extra Large (XL): 16 – 18 mm; Jumbo (J): >18 mm tal como indica el Protocolo de Calidad Argentino mencionado (SAGPyA, 2007).

Las variables productivas estudiadas fueron:

- Productividad fresca total: PFT en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.
- Productividad fresca comercial: PFC en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.
- Número de turiones totales: NTT.

- Número de turiones comerciales: NTC.
- Peso promedio por turión: PPT, en gramos.
- Distribución de calibres: J: Jumbo; XL: Extra-Large; L: Large; M: Medium; S: Small y A: Asparagina.
- % de descarte: D.
- Defectos encontrados: DE: espigados; DP: daño plagas; DC: cortos y DO: otros defectos.
- Cosechas: C.

2.14. Análisis estadístico: Para evaluar los resultados productivos obtenidos, se efectuó análisis de la varianza (ANOVA) y prueba de Mínima Diferencia Significativa (LSD, ‘Least Significant Difference’ por sus siglas en inglés) con significancia $p \leq 0,05$. El software estadístico utilizado fue Statgraphic® Plus, versión 5.1 (Statistical Graphics Corporation, Warrenton, VA, USA). Para la variable NT se procedió a la conversión a raíz cuadrada a fin de cumplir con los supuestos de normalidad.

3. Resultados y discusión

3.1. Producción general:

Como resultado de las 32 cosechas realizadas se logró una productividad promedio de 14,5 t.ha⁻¹ y comercial de primera calidad de 5,4 t.ha⁻¹. En número de turiones se lograron 553.241 totales y 252.420 comerciales de primera calidad, siendo el peso promedio por turión de 21 g. La diferencia superior al 50%, entre ambos valores, indicaría la necesidad de aumentar la frecuencia de cosecha a diaria e incorporar un segundo largo de corte (que podría ser de 17 cm o menor) de modo de poder optimizar el porcentaje comercial de primera calidad.

Estos resultados fueron, en kg comerciales, 18% inferiores al promedio de los primeros 4 años evaluados (en que se logró una producción comercial de 6575 kg.ha⁻¹ promedio). Los mencionados resultados, obtenidos a los 12 años de la plantación, fueron 5 % inferior a los informados por Guisolis *et al.*, (2010) en que la productividad promedio a campo para diferentes situaciones de estudio (tamaños de plantines y densidades), en un ensayo en el final de la etapa de productividad creciente que resultó de 240 g.pl⁻¹.

3.2. Efecto del tamaño de plantines en el séptimo año productivo:

Respecto del tamaño de plantines, no se encontraron diferencias significativas para dicho factor, en ninguna de las variables estudiadas, lo que estaría indicando que, para las plantaciones de espárrago verde en la etapa adulta de productividad estable, ya no incidiría el tamaño del órgano de inicio (Tabla 1).

Tabla 1: Evaluación de la productividad fresca total y comercial (t.ha⁻¹) de espárrago verde en una plantación iniciada con plantines, de distintos tamaños, en su séptimo año.

Plantines	PFT	PFC	NTT	NTC
PG	14,71	5,29	559.023	251.636
PCH	14,36	5,49	547.460	253.205
	ns*	ns	ns	ns

*ns (no significativo)

PFT: producción fresca total; PFC: producción fresca comercial; NTT: número de turiones total y NTC: número de turiones comerciales.

Las diferencias de la productividad lograda para los distintos tamaños en estudio resulto inferior al 1 %, tanto en productividad total como comercial en kg y en número de turiones. La PFT general del ensayo correspondió 50,6% a PG y 49,4 a PCH; en NTT: 50,5% a PG 49,5% a PCH; a diferencia de la productividad neta en que en el caso de PG superó a PCH tanto en PFC como en NTC, lográndose en promedio, en PCH, en PFC: 50,9 y en NTC: 50,2%; mientras que con PG, en PFC se obtuvo 49,1% en PFC y 49,8% en NTC. Posiblemente dichas diferencias se expliquen por la mayor competencia intraespecífica en el caso de las arañas provenientes de los plantines grandes que induciría a un mayor espigado lo que incide en la producción neta.

Por el contrario en el caso de las raíces provenientes de los plantines chicos al no tener tanta competencia intraespecífica, mayor proporción de la producción total, corresponde a producción neta.

Estos resultados difieren de evaluaciones anteriores realizadas de dicha plantación, en los primeros años de cosecha, en que en la etapa de productividad creciente (2010) el efecto del tamaño de plantín presentó diferencias significativas en el rendimiento comercial (PFC) PG: 7813 (a) y PCH: 7.403,2 (b) kg.ha⁻¹; mientras que presentaron similar PFT, lográndose en PCH: 13.486,4 y PG: 13.852,6 kg.ha⁻¹ (Castagnino *et al.*, 2011).

Si bien comparativamente para ambos tamaños en producción total no hubo diferencias como así tampoco en el rendimiento comercial, respecto de la productividad lograda en kg., en el tamaño G de plantines hubo una diferencia de 9.415 kg entre PFC y PFT; mientras que en plantines CH la diferencia fue de 8867 kg. (Figuras 1 y 2) Dichas diferencias se corresponden con lo oportunamente mencionado con la productividad promedio total y comercial del ensayo.

3.3. Evaluación de la Producción Fresca Total (PFT) a lo largo del período de cosecha:

En cuanto a las 32 cosechas evaluadas (C), en PFT se destacaron significativamente cosechas intermedias del período evaluado como habitualmente ocurre en el ciclo productivo de espárrago. Concretamente se destacaron la C15 (a), C7 (b), seguidas por C14 (bc) y C18 (bcd), respecto del conjunto de las demás y en PFC la C15; C14 y C7. En NTT se destacaron la C15(a) y C14 (b), seguido de la C31 (bc), las C29 y C5 (bcd). En NTC también se destacaron la C15 (a) y C14 (b), seguidas de la 7 (bc), 16 (cd) y 13 (de).

Dichos resultados se corresponden con los obtenidos por Giménez Azara *et al.*, (2016), quien evaluando la productividad de los mismos genotipos en invernadero sostuvo que, durante la evolución productiva a lo largo de todo el período de cosecha, la mayor productividad final comercial de primera calidad fue posible lograrla a mediados del período.

3.4. Productividad de diferentes híbridos de espárragos verde:

Los genotipos italianos superaron al testigo americano. Respecto de los híbridos masculinos, se observaron diferencias significativas tanto en producción total como en comercial, superando la media en turiones comerciales Ercole, UC-157, H668, Italo y Zeno. (Tabla 2).

Tabla 2: Productividad fresca total y comercial de genotipos masculinos italianos de espárrago verde en su etapa de productividad estable, vs el testigo americano UC-157.

Híbridos	PFT	PFC	NTT	NTC
	t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹	turiones.ha ⁻¹	turiones.ha ⁻¹
UC-157 (T)	11,85 ^d	5,55 ^{ab}	514.910 ^b	283.721 ^{ab}
H-668	12,68 ^b	5,78 ^a	596.750 ^a	269.920 ^{ab}
Ercole	15,48 ^b	5,96 ^a	592.410 ^a	290.389 ^a
Eros	17,60 ^a	5,95 ^a	589.930 ^a	251.421 ^{bc}
Marte	12,55 ^{cd}	3,92 ^c	478.020 ^b	183.852 ^d
Italo	13,99 ^{bc}	5,78 ^a	504.060 ^b	253.007 ^{bc}
Zeno	15,13 ^b	4,82 ^b	596.688 ^a	234.630 ^c

Letras distintas dentro de las columnas indican diferencias significativas de acuerdo a LSD, para $P \leq 0,05$. (n=128).

PFT: producción fresca total; PFC: producción fresca comercial; NTT: número de turiones totales y NTC: número de turiones comerciales.

Para la variable PFT se destacó significativamente el híbrido Eros (a), seguido por Italo (ab), sin diferencia significativa entre los mismos. Los híbridos H668, Ercole y Zeno (b); Marte (bc) se comportaron al mismo nivel de significación estadística; mientras que en esta variable, el testigo de origen americano UC-157 (c), resultó significativamente inferior al resto de los híbridos evaluados. (Tabla 3).

En el caso de la variable producción fresca comercial, se destararon los híbridos Eros, Ercole, H-668 e Italo con (a), seguido del Testigo UC 157 (ab), sin diferencia significativa entre los mismos, El híbrido Zeno (b), se comportó al mismo nivel de significación estadística que el Testigo, mientras que en esta variable, el híbrido Marte (d), resultó significativamente inferior al resto de los híbridos evaluados. (Tabla3).

Tabla 3: Distribución de turiones de diferentes calibres, de genotipos de espárrago verde de una plantación a campo en su séptimo año.

Calibres	J		XL		L		M		S		A	
	turiones.ha ⁻¹	%	turiones.ha ⁻¹	%	turiones.ha ⁻¹	%	turiones.ha ⁻¹	%	turiones.ha ⁻¹	%	turiones.ha ⁻¹	%
UC-157	12.164 ^{ab}	4	24.747 ^b	9	51776 ^{ab}	18	74.710 ^{abc}	18	76.220 ^a	27	46.035 ^a	16
H-668	11.489 ^{ab}	4	33.945 ^{ab}	13	60199 ^a	22	75.640 ^{ab}	22	56.459 ^{bc}	21	30.194 ^b	11
Ercole	6.358 ^b	2	24.980 ^b	9	61913 ^a	21	88.158 ^a	21	67.521 ^{ab}	23	42.371 ^a	15
Eros	14.372 ^{ab}	6	37.929 ^a	15	63566 ^a	25	75.953 ^{ab}	25	40.306 ^{de}	16	19.834 ^{bc}	8
Marte	8.004 ^b	4	25.876 ^b	14	44913 ^b	24	59.461 ^c	24	31.670 ^e	17	20.578 ^{bc}	11
Italo	16.250 ^a	6	37.879 ^a	15	62074 ^a	25	74.608 ^{abc}	25	43.124 ^{cde}	17	18.420 ^c	7
Zeno	11.185 ^{ab}	5	29.041 ^{ab}	12	53779 ^{ab}	23	70.169 ^{bc}	23	49.330 ^{cd}	21	19.338 ^{bc}	8

Letras distintas dentro de las columnas indican diferencias significativas de acuerdo a LSD, para $P \leq 0,05$. (n=128).

J: Jumbo; XL: Extra-Large; L: Large; M: Medium; S: Small y A: Asparagina

La diferencia entre la producción de primera calidad y la total, se debe a los recortes de base y turiones defectuosos (Castagnino *et al*, 2017). El inferior resultado en producción comercial obtenido con el híbrido Marte, se corresponden con lo indicado por Pascualetti *et al* (2013) en una evaluación comparativa que incluyó los híbridos evaluados en el presente trabajo.

En el caso de número de turiones producidos se lograron diferencias significativas entre híbridos para las variables turiones totales y comerciales. En NTT se destacaron Zeno, Eros, Ercole y H-668 (a) quienes, en promedio, superaron a los demás híbridos (Marte, Italo y UC157 (b)), en un 8,4 %; mientras que en NTC, Ercole (a) se destacó estadísticamente respecto de los híbridos UC-157 y H-668 (ab), seguidos por Eros e Italo (bc), Zeno (c) y Marte (d) (Tabla 2).

En estudios realizados por otros autores Italo, UC 157, H668 y Marte fueron los híbridos más valorados en el trabajo realizado para conocer los gustos y preferencias de los consumidores (Caffarena *et al.*, 2015).

De los valores de producción comercial obtenidos surge que el peso promedio por turión fue de entre 21 y 30 g, destacándose en orden de importancia: Eros: 30 g, Italo 28 g, Marte y Ercole: 26 g, Zeno: 25 g, UC-157: 23 g y H-668: 21 g. (Figura 1).

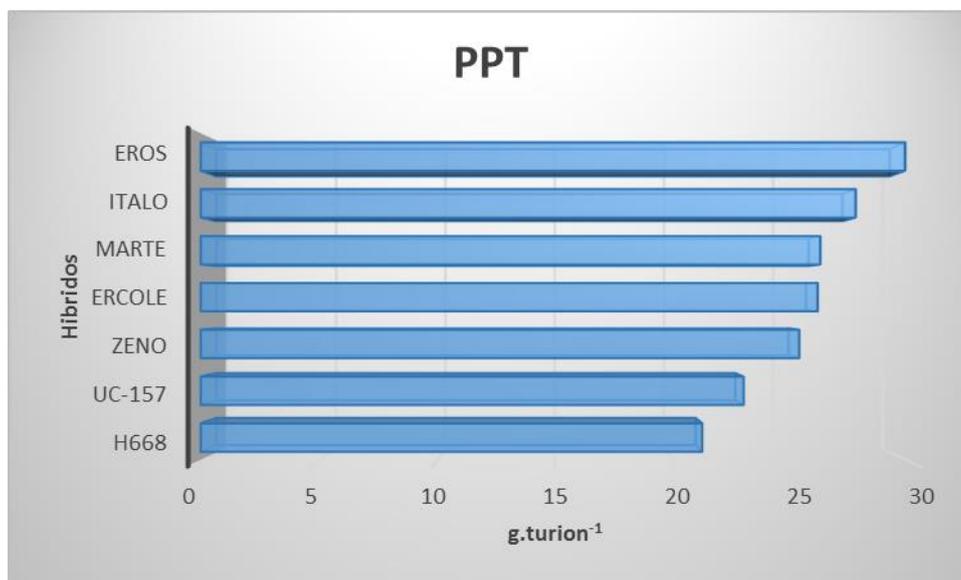


Figura 1: Peso promedio por turión (PPT) de diferentes híbridos de espárrago verde

El acortamiento de la cosecha favorece la obtención de turiones de mejor calidad, expresada, entre otros, por un mayor peso medio. La prolongación del tiempo de cosecha resulta en una disminución de la calidad de los turiones (Knaflesky, 2013).

3.5. Distribución de calibres de los turiones:

En distribución de calibres se destacaron, en J: Italo^a; UC-157, H-668, Zeno y Eros^{abb}; en XL: Eros, Italo^a; Zeno y H-668^{ab}. En L: Eros, Italo, Ercole y H 668^a; UC-157 y Zeno^{ab}. En M: Ercole^a; Eros y H-668^{ab} y UC-157^{abc}. En calibres S: UC-157^a y Ercole^{ab}, mientras que en A: UC-157 y Ercole^a (Tabla 3).

Los genotipos con una mayor proporción de calibres elevados (los que son demandados por los mercados de la Unión Europea, en los que Argentina debería mejorar su posicionamiento) correspondiente a los calibres J, XL y L, fueron en porcentaje: Italo y Eros (46 %), Marte (41 %), Zeno (40%), H-668 (39 %) y Ercole (32%); mientras que, en el caso de UC-157, produjo solamente 31 % de turiones de dichos calibres. Tabla 4. Además, el genotipo UC-157, presentó una elevada dispersión de calibres, que posiblemente se deba a que el mismo cuenta con el 50 % de plantas femeninas, menos productivas y de mayor calibre y 50% de plantas masculinas, más productivas de turiones pero de menor calibre. (Figura 2).

Las preferencias de calibres por parte de los consumidores es un aspecto importante dadas las mencionadas diferencias en la demanda, en los mercados de destino (Giménez Azara, 2016). En tal sentido, en estudios realizados en Argentina, el 60 % de los consumidores prefirió el calibre mediano, seguido por los pequeños y luego los grandes (Castagnino, *et al.*, 2011). 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).

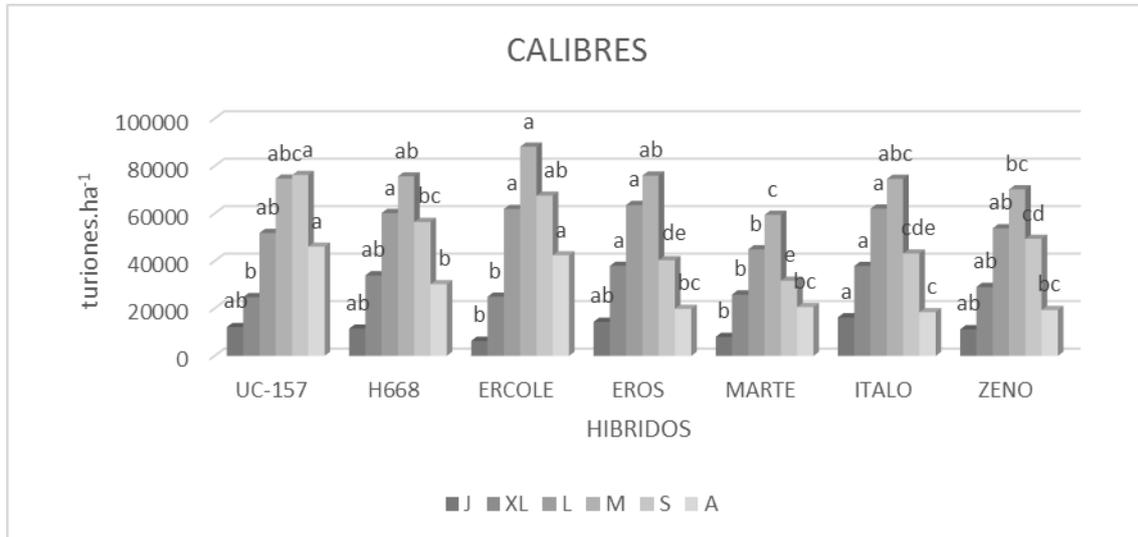


Figura 2: Evaluación comparativa de la distribución de calibres lograda mediante diferentes genotipos. Letras distintas indican diferencias entre híbridos para cada calibre en particular. de una plantación a campo en su séptimo año. (J: Jumbo; XL: Extra-Large; L: Large; M: Medium; S: Small y A: Asparagina).

Los híbridos masculinos presentaron una superior concentración de calibres (Figura 2). Este aspecto los torna agrónomicamente superiores, según diversos autores como Fiala & Jolivete, 1979; Giménez Azara *et al.*, 2016.

Contar con una elevada concentración de calibres es un aspecto importante a fin de facilitar labor de procesado en fresco.

Las exigencias en calidad son, en general, cada vez mayores (Risso *et al.*, 2012). Por este motivo, resulta necesario estudiar como complemento de la productividad, la distribución de calibres, no solo en los primeros años del cultivo, donde se obtiene un crecimiento exponencial, sino fundamentalmente en la etapa adulta (Barreto, 2013) donde las plantas que dan origen a los turiones presentan yemas más desarrolladas.

3.6. Defectos encontrados:

El 97% de los defectos encontrados correspondió a aspectos de manejo. El 70 % promedio a defecto de espigado, que podría haberse evitado con una mayor frecuencia de cosecha y el 27 % a turiones que debieron cosecharse muy cortos para evitar su espigado podrían ser comercializados como puntas de espárrago. Respecto al daño de plagas, solo se detectó en el 0,43 % de los turiones defectuosos cosechados, mientras que hubo un 3 % de otros defectos como enfermedades, turiones torcidos, huecos, planos, etc. (Tabla 4).

Tabla 4: Distribución porcentual de defectos de híbridos de espárrago verde de una plantación a campo en su séptimo año.

Híbridos	DE	DP	DC	DO
	%	%	%	%
UC 157	63	1	34	2
H668	67	0	30	3
Ercole	72	0	25	2
Eros	69	1	25	5
Marte	72	0	25	3
Italo	65	0	30	4
Zeno	75	1	22	3

Letras distintas dentro de las columnas indican diferencias significativas de acuerdo a LSD, para $P \leq 0,05$. (n=). (DE: defecto de espigado; DP: daño de plagas; DC: defecto de turiones muy cortos y DO: otros defectos).

En cuanto a cada defecto en particular, para DE se manifestó en mayor medida en: Zeno^a, Eros, H668, Marte y Ercole^b, Italo y UC-157^c; mientras que DP en: Zeno^a, Eros, UC-157, H668, Italo y Marte^{ab}, y Ercole^b. (Tabla 5).

Tabla 5: Defectos encontrados en turiones de espárrago verde de distintos genotipos de una plantación a campo, en la etapa de productividad estable.

Híbridos	DE		DP		DC		DO	
	Turiones.ha ⁻¹	%						
UC 157	4.773,44 ^c	9,98	54,69 ^{ab}	19,44	2.523,44 ^a	13,67	171,88 ^b	8,11
H668	7. 242,19 ^b	15,14	39,06 ^{ab}	13,89	3.195,31 ^a	17,3	272,97 ^b	12,89
Ercole	7.039,06 ^b	14,72	0 ^b	0	2.484,38 ^a	13,45	226,56 ^b	10,7
Eros	7. 421,87 ^b	15,52	62,5 ^{ab}	22,22	2.718,75 ^a	14,72	531,25 ^a	25,08
Marte	7. 226,56 ^b	15,11	7,82 ^{ab}	2,78	2.500 ^a	13,54	257,81 ^b	12,17
Italo	5.367,19 ^c	11,22	39,06 ^{ab}	13,89	2.476,56 ^a	13,41	320,31 ^b	15,12
Zeno	8.765,63 ^a	18,32	78,13 ^a	27,78	2.567,22 ^a	13,9	337,22 ^{ab}	15,92
TOTAL	47.835,94	100	281,25	100	18.465,66	100	2118	100

Letras distintas dentro de las columnas indican diferencias significativas de acuerdo a LSD, para $P \leq 0,05$. (n=128). (DE: espigados; DP: daño plagas; DC: cortos y DO: otros defectos).

3.6.1. Defecto de espigado:

El principal defecto encontrado es el espigado, lo que motivó la diferencia de 63 % entre la producción total y comercial, manifestándose el mismo en mayor medida en el híbrido Zeno, en relación a la cantidad de turiones defectuosa para cada genotipo. (Figura 3).

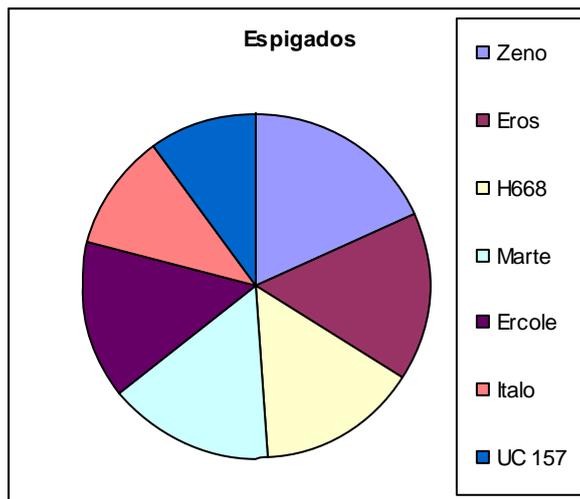


Figura 3: Defecto de espigado en turiones de espárrago verde de diferentes genotipos.

Estos resultados coinciden con Giménez Azara *et al.*, (2016) quien encontró como principal defecto la presencia de turiones espigados en una evaluación cuyas cosechas también fueron realizadas con una frecuencia de día por medio, por lo que sugería la conveniencia de efectuar cosechas diarias.

El espigado, motivo de descarte, es el defecto que causa el mayor nivel de rechazos en el proceso de exportación de turiones verdes (Risso *et al.*, 2013) por lo que es muy importante efectuar una adecuada selección, eliminando de la primera calidad los turiones con brácteas abiertas.

3.6.2. Defecto de plagas:

No tuvo importancia el daño por plagas, posiblemente debido a que se trata de un cultivo que se caracteriza por una buena sanidad, por su gran adaptación agroclimática para la zona de estudio. En el año de evaluación sólo se evidenció en la etapa de producción, en el suelo, *Agrotis ipsilon* (oruga grasienta) y *Armadillium vulgare* (bicho bolita). Los daños detectados por dichas plagas de suelo, se encuentran normalmente en la base de los turiones, por lo que durante el procesado, al momento del recorte de base, se elimina quedando los turiones de largo comercial libre de daños, en proporción de los turiones defectuosos cosechados de los distintos genotipos. (Figura 4).

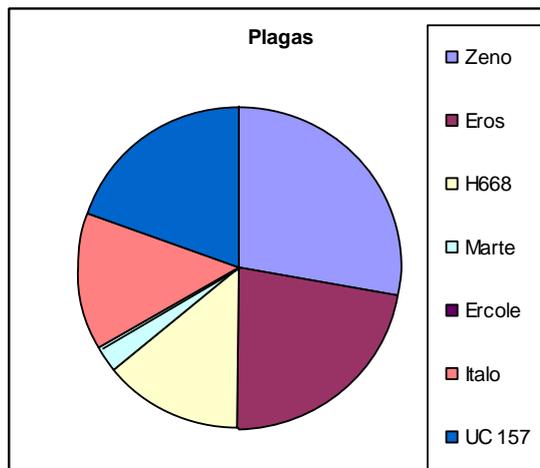


Figura 4: Presencia de plagas en turiones de espárrago verde de diferentes genotipos.

En la etapa vegetativa se detectó la presencia de los siguientes insectos ubicados en la parte aérea: *Macrosiphum euphorbiae* (pulgón verde de la papa), *Myzus persicae* (pulgón del duraznero) y *Frankliniella occidentalis* (trips de las flores), siendo su abundancia baja, durante todo el período productivo. No obstante, es necesario un monitoreo continuo de las plantaciones, dado que la presencia de estos insectos puede llegar a constituir una amenaza para el cultivo ya que son posibles vectores de virus y por lo tanto pueden tener efecto indirecto de mayor magnitud. En el caso de *Frankliniella sp.*, su importancia merece ser considerada no solo por el daño causado sino por las restricciones respecto a la recepción de un producto libre de insectos en ciertos mercados de destino y también por su posible relación como vector en la transmisión de virus. (Martinoia *et al.*, 2015).

3.6.3. Otros daños:

El defecto denominado “otros daños”, correspondiente a turiones curvos, deformes, huecos, etc. en ningún caso superó el 5 % del total de turiones defectuosos. Se manifestó en mayor medida en el híbrido Eros, tal como se observan las cantidades relativas para cada genotipo en la Figura 5.

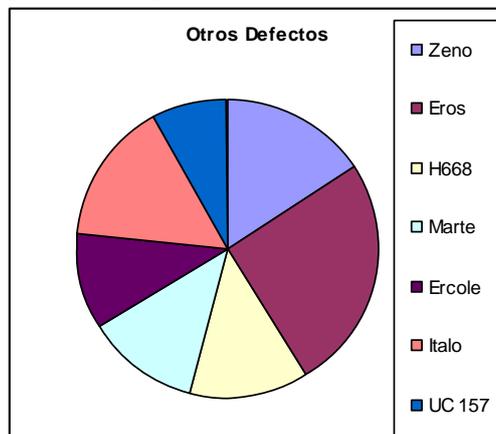


Figura 5: Otros defectos encontrados en espárragos de diferentes genotipos.

3.6.4. Turiones muy cortos:

No se encontraron diferencias significativas entre híbridos para el factor en estudio correspondiente a los turiones que debieron ser cosechados muy cortos, para evitar su espigado y poderlos aprovechar como puntas de espárrago, tal como se observan las cantidades relativas para cada genotipo. (Figura 6).

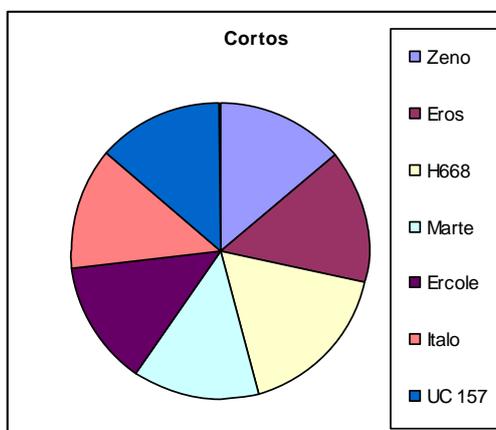


Figura 6: Turiones muy cortos de espárragos de diferentes híbridos cosechados de una plantación de espárrago verde en su etapa de productividad estable.

4. Conclusiones

Si bien la producción comercial resultó alentadora en relación a la productividad histórica nacional, las diferencias encontradas con la producción total indican que en espárrago es prioritario utilizar una elevada frecuencia de cosecha, diaria o inclusive dos veces al día, si es posible de realizar, en función a sistema productivo en particular.

Respecto del tamaño de plantín utilizado en la producción, un aspecto importante para los primeros años, se comprobó que al séptimo año no incidió en ninguna de las variables estudiadas.

Para el año de estudio, se comprobó la conveniencia de los genotipos masculinos Eros, Ercole, H668 e Italo.

Respecto de los calibres, cuando el mercado de destino los exige bajos, conviene por su mayor proporción el híbrido UC-157, mientras que los genotipos masculinos pueden orientarse mejor a mercados de mayores exigencias de calibres.

5. Bibliografía

- Barreto S, Castagnino A. M, Díaz K.E., Falavigna A., Marina J., Rosini M.B. Producción de primicia en invernadero de Híbridos masculinos de espárrago (*Asparagus officinalis*) y Procesado IV Gama Optimización del Posicionamiento en el Mercado. *Rev Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 2012; 3 suppl 2:152-176.
- Caffarena, A., Castagnino, A.M., García, M., Falavigna, A., & Guisolis, A. (2015). Evaluación sensorial de diferentes híbridos masculinos de espárrago (*Asparagus officinalis*) verde. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(1), 112-125.
- Castagnino, A.M.; Fernández, L.; Rosini, M.B.; Díaz, K.D.; Rogers, W. J. 2017. IV Ensayo Internacional de Cultivares de Espárrago en Argentina: factores de cosecha, productividad y comportamiento en poscosecha de una colección de genotipos de espárrago (*Asparagus officinalis* var. *altilis* L.). *Horticultura Argentina* 36 (91): 46 - 65.
- Castagnino, A.M.; Díaz, K.E.; Rosini, M.B.; Guisolis, A. y Marina, J. 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., K.E. Díaz, y M.B. Rosini. 2009. Manual de cultivos hortícolas innovadores. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina.
- Castagnino, A.M., P. Sastre Vázquez and A. Menet. 2006. Cadena agroalimentaria espárrago: influencia del tamaño de arañas en la producción comercial de espárrago verde. *Revista Cultivos Tropicales*. ISSN 0258-5936. Publicado en Vol. 27 N° 4. Pag. 53 – 59. CUB
- Cattivello, C. 2002. L'asparago bianco. *Bioagricultura* 76: 33-34.
- Cointry, E., F.S. López Anido, I. Gatti, V.P. Cravero, I.T. Firpo and S.M. García. 2000. Early selection of elite plants in asparagus. *Revista Bragantia* Vol 59 (1), pp 21-26. Brasil

- Falavigna, A. 2004. *Strategia per la ottimizzazione e valorizzazione de la produzione di asparago in Sicilia*. Editorial Grillo e Famá. Spadafora, Italia.
- 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.
- Fernández Lozano, J.; Liverotti, O.; Peralta, M.; Zubiría, A.; Castagnino, A. M. 2015. *Diversidad de especies hortícolas y aromáticas comercializadas en 2014*. Actas XXXVII Congreso Argentino de Horticultura
- Ferrato, J.; Rodríguez Fazzone, M. 2010. *Buenas Prácticas Agrícolas para la agricultura familiar. Cadena de las principales hortalizas de hojas en Argentina*. FAO, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, INTA, Facultad de Ciencias Agrarias; Universidad Nacional de Rosario, pp 22-90
- 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.
- 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.
- Giménez Azara, C.; Castagnino, A.M.; Díaz, K.; Tarantino, M.B.; Rogers, W.J. 2016 *Quinta evaluación de genotipos de espárrago en invernadero y respuesta a técnicas de envasado*. 19 Horticultura Argentina 35 (88). ISSN 1851-9342
- González, M. 2001. *Espárrago verde: variedad, distancias y profundidad de plantación*. Revista Tierra Adentro N^a 39, pp 27-29. Perteneciente al Instituto de investigaciones agropecuarias del Ministerio de agricultura de Chile.
- Guisolis, A., Castagnino, A.; Díaz, K., Sastre Vázquez, P., Marina, J.; Zubiría, A. 2010. *Impacto de técnicas innovadoras aplicadas a la cadena agroalimentaria espárrago para optimizar el posicionamiento en diferentes mercados*. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Vol. 1 Número 2: 095-112. ISSN 2218-4384.
- <http://verduras.consumer.es/espárragos/introduccion> - Espárragos. Propiedades nutritivas.
- <http://www.zipmec.com/es/espárragos-historia-produccion-comercio.html> (2013) Espárragos - historia, producción, comercio. Fecha de consulta: 28/06/2016.
- Knaflewski. 2013. *La calidad de los turiones de espárrago es mejor con una temporada de cosecha corta*. Fecha de consulta: 21/12/2017. Disponible en: http://www.poscosecha.com/es/noticias/la-calidad-de-los-turiones-de-espárrago-es-mejor-con-una-temporada-de-cosecha-corta/_id:79348/
- Krarp, C. and A. Krarp. 2002. *Potencialidad productiva del espárrago en Chile*. Agronomía y Forestal UC 14 (4): 9-14. CHL. Vegetables crops.
- Krarp, C. y A. Krarp. 2002. *Potencialidad productiva del espárrago en Chile*. Agronomía y Forestal UC 14(4), 9-14.
- 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.
- Martinoia, G. I.; Castagnino A. M.; Otaño, A. C.; Wynne M. J. y Díaz K. E.. 2015. EL trips de las flores, *Frankliniella occidentalis* en híbridos de espárrago verde (*Asparagus officinalis*). *Horticultura Argentina* 34 (85): Ene.-Abr. 2017. ISSN de la edición on line ISSN 1851-9342. Pag. 43.
- MINAGRI, Ministerio de Agricultura y Riego 2015. El Perú es el primer exportador mundial de espárragos, quinua y maca. <http://semanaeconomica.com/articulo/economia/comercioexterior/172512-minagri-el-perues-el-primer-exportador-mundialde-esparragos-quinua-y-maca/>. Fecha de consulta: 08/03/2016.
- Novella, A.; Castagnino, A. M.; Martinoia, G.; Durante, M.; Diaz, K; Tarantino, M. B. 2017. Evaluación productiva y económica de una plantación adulta de espárrago verde *Asparagus officinalis* var. *altilis* L. en la provincia de Buenos Aires. *Horticultura Argentina* 36 (89): Ene.-Abr. 2017. ISSN de la edición on line 1851-9342. Pag. 70-96.
- Pascualetti, M., A.M. Castagnino, B.M. Rosini, M. Durante, M., y A. Zubiría. 2013. Margen bruto de diferentes híbridos de espárrago verde (*Asparagus officinalis* var. *altilis* L.), en la provincia de Buenos Aires. *Rev. Colomb. Cienc. Hort.* 7:201-216.
- Perfetti Del Corral, J. 2007. Espárrago: Producción y comercio. Corporación Colombia Internacional
- Riccardi, P.; Casali, E.; Mercati, F.; Falavigna, A.; Sunseri, F. 2011. Genetic characterization of asparagus doubled haploids collection and wild relatives. *Scientia Horticulturae* 130 (2011) 691-700.
- Risso, A., A.M. Castagnino, K. Díaz, B.M. Rosini, J. Marina, y A. Falavigna. 2012. Productividad y calidad de cuatro híbridos de espárrago verde (*Asparagus officinalis* L. var. *altilis*) en invernadero. *Rev. Col. Cienc. Hort.* 6:55-66.
- Risso, A; Castagnino, AM; Díaz, K; Rosini, MB; Marina, J; Falavigna, A. 2012. Productividad y calidad de cuatro híbridos de espárrago verde (*Asparagus officinalis* L. var. *altilis*) en invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 6(1): 55-66.
- Rivera, I., y Rodríguez, J. P. 1999. Perfil del mercado: Espárrago. INTA, 1-36.
- 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_Espárrago_v08.pdf.
- Santos, B. 2011. Análisis económico del empleo de dos híbridos (UC-157 y Italo) de espárrago verde con destino a diferentes mercados [en línea]. Trabajo Final. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/analisis-economico-empleo-dos-hibridos.pdf> [Fecha de consulta: 21/12/2017]
- Serrano Cermeño, Z. 2003. Espárrago: técnicas de producción. Pag. 93. ISBN: 84-607-9062-2.
- 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.

Sportelli, G. F. 2002. L'asparago può sfondare anche nel Mezzogiorno. *Culture protette*, 2:23-27

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.

Vinson J.A., Hao, Y. Xuehui, S; Zubik, L. 1998. Fenol antioxidante cantidad y calidad de los alimentos: verduras. *Journal Agric. Food Chem.* 1998; 46 (9): 3630 a 3634.

Horticultura Argentina es licenciado bajo Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 2.5 Argentina.