

---

## HORTICULTURA

---

### 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.)

Castagnino, A. M.; Fernández, L.; Rosini, M. B.; Díaz, K.; Rogers, W. J.

Recibido: 07/12/2016

Aceptado: 07/12/2017

---

#### RESUMEN

Castagnino, A. M.; Fernández, L.; Rosini, M. B.; Díaz, K.; 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.

La cadena agroalimentaria espárrago se expandió a nivel mundial, siendo necesaria la evaluación de parámetros de vigor, productividad y comportamiento en poscosecha de diferentes genotipos para determinar los más productivos, de mayor calidad y de mejor comportamiento, por ser una hortaliza perenne con interacción genotipo-ambiente. A fin de evaluar la productividad de híbridos de espárrago y la respuesta a tratamientos poscosecha, se efectuó un ensayo (2011) de la Red Mundial de Ensayos de Espárrago (*Fourth International Asparagus Cultivar Trial*), en su segundo año productivo. Se efectuó

en Azul (36°48' lat.S-59°51' long.O), trece genotipos: Italo, Vittorio, Eros, Ercole, Chinese, Early-California, UC-157, Giove, Patrón, NJ-1189, NJ-1123, NJ-1192 y Franco, con DBCA. Se efectuaron (11/09/2013-16/10/2013), 24 cosechas. Se evaluó producción fresca total (PFT) y comercial (PFC): kg.ha<sup>-1</sup>, turiones totales y comerciales (NTT y NTC) y quitosano en poscosecha. Se realizó análisis de la varianza ANOVA-LSD test (P≥0.05). PFT fue 3664 kg.ha<sup>-1</sup>, mientras PFC: 1386; NTT: 122748 y NTC: 74060 kg.ha<sup>-1</sup>. Se destacó Patrón con PFT: 8540; PFC: 3080; NTT: 222740 y NTC: 137760 turiones.ha<sup>-1</sup>, seguido de Early-California, UC-157 y NJ-1123, destacándose también por los parámetros de vigor (N° tallos y altura), el otoño previo. La superior productividad de Patrón y la buena performance de otros genotipos resultaron alentadoras, en el año de estudio.

**Palabras claves adicionales:** rendimiento, turiones, calibres, híbridos, quitosano.

#### ABSTRACT

Castagnino, A. M.; Fernández, L.; Rosini, M. B.; Díaz, K.; Rogers, W. J. 2017. IV International Asparagus Cultivar Trial in Argentina: factors influencing harvest, productivity and postharvest behaviour in a

collection of asparagus genotypes (*Asparagus officinalis* var. *altilis* L.). Horticulture Argentina 36 (91): 46 - 65.



The asparagus agrifood chain has expanded worldwide, generating the need to evaluate parameters of vigour, productivity and post-harvest behaviour in different genotypes in order to determine those giving the highest production and quality and showing the best post-harvest behaviour, since asparagus is a perennial vegetable subject to genotype-environment interaction. With the aim of evaluating the productivity of asparagus hybrids and their response to post-harvest treatments, a trial was planted in year 2011 within the Global Asparagus Testing Network (Fourth International Asparagus Cultivar Trial) in which the hybrids were evaluated in their second year of production. The trial took place in Azul (36°48'lat.S-59°51', long.W) and consisted of the following thirteen genotypes grown in a randomised complete block design with four replicates: Italo, Vittorio, Eros, Ercole, Chinese, Early-California, UC-157, Giove, Patrón, NJ -1189, NJ-1123, NJ-1192 and Franco.

Twenty-four harvests were carried out between 11/09/2013 and 16/10/2013. Total fresh and commercial productivity (TFP-TFCP), total turion number (TTN) and total commercial turion number (TCTN) were scored. Data analysis was by ANOVA with LSD ( $P \geq 0.05$ ). Mean TFP was 3664 kg.ha<sup>-1</sup>, while mean TFCP was 1386 kg.ha<sup>-1</sup>; mean TTN was 122748 and TCTN 74060. The hybrid Patrón gave the highest performance, with TFP of 8540, PFC of 3080, TTN of 222740 and TCTN of 137760 turiones.ha<sup>-1</sup>, followed by Early-California UC-157 and NJ-1123. This hybrid also stood out for vigour parameters (stem number and height) the previous autumn. The superior performance of Patrón and the good performance of other genotypes in the year of study are encouraging.

**Additional keywords:** yield, turions, calibres, hybrids, chitosan.

## 1. Introducción

En las producciones hortícolas no tradicionales, resulta fundamental el enfoque de cadena que incluya un análisis de los aspectos más relevantes de los diferentes eslabones que componen la misma. Particularmente, en las cadenas agroalimentarias hortícolas perennes, como es el caso del espárrago, es importante estudiar el comportamiento productivo y en poscosecha de los diferentes híbridos, comenzando desde el primer año desde la plantación, dado que la materia prima lograda comparativamente, puede variar. En la etapa de crecimiento temprano del cultivo, las plantaciones no están estabilizadas productivamente, por lo que resulta interesante conocer el comportamiento de los diferentes híbridos en este periodo, para determinar el potencial productivo inicial de los mismos.

Respecto de su importancia, teniendo en cuenta la creciente demanda a nivel mundial, la demanda interna insatisfecha y su adaptación a las condiciones agroclimáticas de la zona centro de la provincia de Buenos Aires, el espárrago constituye una alternativa atractiva para la diversificación productiva, para los emprendedores de la zona de estudio, orientados tanto a la comercialización de productos agroindustriales de primera u otras gamas.

A nivel global, se puede observar una clara tendencia al aumento de la producción de espárragos. Según Santos (2011), la producción mundial de esta hortaliza aumentó en más de 200% en los últimos 25 años. Actualmente se cultivan unas 250.000 ha en sesenta países, siendo la producción total de 6.2 millones de toneladas. Los países con mayores superficies de cultivo de espárragos son China (70.000 ha), Perú (25.000 ha), Alemania (22.000 ha) y México (16.000 ha) (Limgroup, 2016). Como principal exportador se destaca Perú, país que se encuentra entre los diez primeros proveedores de alimentos en el mundo, debido a su gran

apertura comercial y a la promoción de su oferta exportable (Minagri, 2015). Los principales países consumidores son Estados Unidos, Alemania y España (Limgroup, 2016).

En Argentina, el cultivo de esta especie se realiza en las regiones hortícolas: VII, en las Provincias de Buenos Aires y Santa Fe; en la VI, en las Provincias de San Juan y Mendoza; en la V, en la Provincia de Córdoba; en la I, en la Provincia de Tucumán y en la VIII, en la Provincia de Río Negro (Santos, 2011). Argentina ocupa el puesto 19 en producción mundial de espárragos y presenta como ventaja competitiva con respecto a algunos otros países la posibilidad de ingresar en los mercados del hemisferio norte en contraestación, y hay que tener 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).

En cuanto al cultivo, el espárrago, se trata de una cadena agroalimentaria perenne y rústica, altamente percedera cuyo cultivo puede vivir más de 20 años, y que mantiene su parte aérea durante gran parte del año (González Castañón, 2006), y que requiere ser abordada sistémicamente, optimizando los distintos eslabones, a fin de maximizar los resultados logrados. Es una alternativa productiva que puede llegar a rendimientos elevados, de 10 t/ha durante por lo menos 8 años y a partir del tercer año desde la plantación (Castagnino, *et al.*, 2012), además con un muy buen valor del producto cosechado en el mercado. Para dichos resultados es fundamental un adecuado manejo de la cosecha y de la etapa de poscosecha, respetando los indicadores de cosecha del cultivo y los de finalización del ciclo productivo.

Esta hortaliza constituye alimento en el cual la calidad del producto cosechado es de fundamental importancia, tanto para su comercialización en el mercado interno como externo. Para mantener dichos mercados y en el caso de producción de espárragos verdes, es necesario que los turiones en al menos el 80% de su largo mantengan el color verde, que estén turgentes, bien formados y sanos (Castagnino, *et al.*, 2006).

Las plantas están formadas por tallos aéreos ramificados y una parte subterránea o “corona”, constituida por las raíces y sus yemas, cuyas características (tamaño, calidad, sanidad) representan un aspecto decisivo, ya que de ellas depende la producción anual de materia prima, su calidad, como así también la vida útil de la plantación.

Esta hortaliza, llega al máximo de producción a los 4 ó 5 años (Ellison, 1986; Asprelli *et al.*, 2005; Marina *et al.*, 2011). Los rendimientos que se obtienen son muy variables, y están condicionados por la edad de la plantación, la variedad, las condiciones climáticas, el manejo del lote y también el origen de la semilla empleada (Rivera & Rodríguez, 1999; Marina *et al.*, 2011). 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 (comúnmente denominada “araña”), la que produce en cada temporada un número mayor de yemas que dan origen a turiones de tamaño comercial. Este aspecto es importante debido a que la tendencia en algunos países es hacia el consumo de turiones de bajo calibre, como es el caso de Estados Unidos, (Paske, 1996); mientras, otros mercados, como es el caso de la Unión Europea, demandan mayores calibres, por lo que aquellos países que los abastecen, tienen que optar por genotipos con dicha particularidad.

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 (Giménez Azara, 2017).

Para el inicio de este cultivo, aspecto fundamental y que condiciona la producción y calidad de la materia prima lograda, existen 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; mientras que en el sistema moderno, en cambio, la primera cosecha se produce al año de la plantación, convirtiéndose esto en una ventaja de este sistema, fundamentalmente cuando se utilizan nuevos genotipos, más costosos. (Castagnino, *et al.*, 2006). No obstante esto, es importante destacar, que en el sistema moderno, es imprescindible contar con un aporte hídrico constante durante el primer año, ya que en esa etapa los plantines son muy susceptibles al stress en general, ya sea hídrico o por competencia con malezas (Marina *et al.*, 2010).

En general, e independientemente del sistema de inicio utilizado, una buena plantación requiere tener en cuenta muchos aspectos complementarios, referidos a la individualización del sitio de producción, 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 a plantar; a fin de propiciar la optimización de la producción cuali y cuantitativa.

Los emprendedores argentinos de espárrago, tradicionalmente han cultivado el híbrido heterogéneo americano UC-157 (Castagnino *et al.*, 2009) caracterizado por presentar el 50 % de plantas masculinas y el 50 % de plantas femeninas; obtenido en 1980 por la Universidad de Davis, de California (EEUU) (Serrano Cermeño, 2003). Es un cultivar de alto rendimiento, de gran calidad y amplia adaptación, al punto que se ha sugerido utilizarlo como patrón de comparación para la evaluación de nuevos cultivares (Krarup & Krarup, 2002). Es un híbrido precoz, con brácteas cerradas pero caracterizado por la producción de turiones de bajo calibre, respecto de algunos híbridos masculinos de origen europeo, (Marina *et al.*, 2010).

Si bien las técnicas de manejo y la selección de cultivares de espárragos mejor adaptados a una determinada región se basan esencialmente en las producciones de los cuatro primeros años de cosecha, de los diferentes genotipos en prueba (Corriols, 1983; Krarup, 1995), también sería interesante conocer la producción de tallos en el otoño previo y posterior a la cosecha de estudio, para poder, en el primer caso, estimar la futura cosecha, y en el segundo, evaluar si la cosecha fue la adecuada, para permitir un buen reinicio vegetativo que garantice la posterior cosecha.

También, debido a que los distintos mercados de destino, exigen productos hortícolas con calidad tanto estética como sanitaria y que la sanidad representa uno de los principales factores que inciden en el rendimiento y en la calidad, se estima necesario efectuar la evaluación del porcentaje de turiones dañados.

Paralelamente, a nivel mundial existen nuevos patrones de consumo en las poblaciones de mayores ingresos, que apuntan hacia el consumo de productos sanos, con bajas calorías, con un alto contenido vitamínico y con más fibra, entre otros aspectos.

Existen en el mercado diferentes variedades de espárragos: los verdes, de sabor más pronunciado y de mayor contenido en vitaminas, que son actualmente los más demandados y consumidos en el mercado argentino; los blancos, de sabor más suave; los violetas, de sabor más dulce y suave; y los rosados, cuya comercialización es muy limitada a nivel global. Según Vinson *et al.* (1998) es la hortaliza con mayor actividad antioxidante.

Debido a su demanda creciente y a su perecibilidad como producto en fresco, es necesario implementar tratamientos poscosecha que alarguen la vida de anaquel de este producto, conservando sus atributos de calidad (como por ejemplo turgencia) por periodos más prolongados, accediendo a la demanda de los consumidores cada vez más exigentes con respecto a la calidad de los productos que consumen.

A nivel mundial, se estima que las pérdidas poscosecha de frutas y hortalizas frescas oscilan entre 15 y 85 %, siendo las principales causas las pudriciones, lesiones físicas, desórdenes fisiológicos e inadecuada tecnología o carencia de esta, para el control de la maduración y senescencia. Dada la creciente demanda por parte de los consumidores de alimentos de buen sabor, nutritivos, naturales o mínimamente procesados y de fácil manipulación, la industria de alimentos investiga el reemplazo de los métodos tradicionales de conservación por nuevas técnicas. En tal sentido, la aplicación de películas y cubiertas comestibles basadas en biomoléculas que originan una atmósfera modificada en el interior de los productos vegetales y les proporcionan una capa protectora, constituye una técnica alternativa para la conservación de productos frutihortícolas frescos al reducir la pérdida de agua, permitir el control respiratorio, retrasar el envejecimiento y mejorar la calidad sensorial de los mismos (García, 2008).

La quitina y el quitosano son dos polisacáridos químicamente similares a la celulosa, diferenciándose únicamente por la presencia de nitrógeno. El quitosano, nombre dado a la quitina desacetilada, es un polisacárido natural, biodegradable y no tóxico que se obtiene principalmente de la parte externa de crustáceos tales como cangrejos y camarones. Otras fuentes de quitosano son los insectos, nemátodos y la pared celular de algunos hongos. Comercialmente, el uso del quitosano ha abarcado diferentes industrias como la médica, farmacéutica, biotecnológica, cosmetóloga, alimentaria y agrícola (Bautista-Baños *et al.*, 2005). El uso del mismo en frutas y hortalizas reduce el desarrollo de pudriciones durante el almacenamiento causadas por *Botrytis cinerea*, *Rhizopus stolonifer*, *Alternaria alternata* y *Penicillium expansum*, entre otras. Por otro lado, al formar una película semipermeable, este compuesto (quitosano) ocasiona cambios físico-químicos favorables al metabolismo de las frutas y hortalizas, alargando su vida de anaquel. En general, por su efecto, la síntesis de CO<sub>2</sub>, etileno y la pérdida de agua, se reducen; se retrasa la pérdida de firmeza y se incrementa el contenido de sólidos solubles totales (SST) (Bautista- Baños *et al.* 2005).

Existen numerosos reportes que mencionan significativas reducciones de pudriciones postcosecha en numerosas frutas y hortalizas, cuando fueron tratadas con diferentes dosis de quitosano antes del almacenamiento, retardando el inicio y el proceso de infección (Bautista-Baños *et al.*, 2005), aspecto relevante que nos indujo a estudiar su efecto en poscosecha de espárragos.

A fin de contribuir a la expansión de la producción y consumo de espárrago en Azul, provincia de Buenos Aires, y en el marco de la *Fourth International Asparagus Cultivar Trial* ("4th-IACT") (organizado por ISHS - *International Society for Horticultural Science*), se desarrolló el presente estudio. El mismo tuvo como objetivo evaluar factores que inciden en la productividad, el rendimiento total y comercial, el número y tamaño de turiones, cantidad de descartes, identificando las causas de deterioro de calidad en cosecha y el efecto de diferentes concentraciones de quitosano en poscosecha, de trece híbridos de espárrago.

## 2. Materiales y métodos

Este trabajo se realizó en la zona centro de la Provincia de Buenos Aires (36°48' lat. Sur y 59°51' long. Occidental), en la Chacra Experimental y Laboratorio de Procesado de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA).

El ensayo se realizó sobre un suelo argiudol típico, sin impedimentos en el perfil, con un pH levemente ácido, conductividad eléctrica normal (143,5 µS/cm), moderado a bien provisto de N (nitrógeno) total (0,183 %); bien provisto de fósforo (33,07 ppm, según método de Bray &

Kurtz I), 3,74 % de materia orgánica (método de Walkley & Black), de acuerdo al análisis efectuado en el Laboratorio de Análisis de Suelo de la Facultad de Agronomía (UNCPBA).

La zona de estudio cuenta con clima templado, una temperatura media anual de 15 °C, con promedios en verano de 22 °C y 8 °C en invierno y un promedio de precipitaciones de 960 mm anuales.

La preparación del lote comenzó varios meses previos a la plantación y consistió en varias pasadas de rastra de discos y dos de arado de cincel, cruzados. Previo a la misma se pasó nuevamente una rastra de discos y se terminó de refinar mediante motocultivador. Finalmente, se procedió a la apertura de los surcos con surcador y a una profundidad de 0,25 m.

La plantación se efectuó el 16/11/2011, con una densidad de 23.810 pl.ha<sup>-1</sup> y con un marco de plantación de 1,4 m entre hileras y 0,3 m entre plantines.

El diseño experimental consistió en cuatro bloques distribuidos completamente al azar (DBCA), con surcos de 7 m de largo. Cada bloque incluyó 15 surcos, cada uno de los cuales correspondiente a una parcela con 27 plantas, siendo los laterales de ambos lados, de bordura. Los caminos entre los bloques fueron de 4 m, mientras que las cabeceras y los laterales de 5 m, ocupando el ensayo una superficie total de 1690 m<sup>2</sup>.

Los híbridos incluidos en el ensayo fueron de tres orígenes distintos: europeo: Italo, Vittorio, Eros, Ercole, Giove y Franco; asiático: Chinese y americano: Early-California, UC-157, Patrón, NJ-1189, NJ-1123 verdes y NJ-1192, violeta. Una vez realizada la plantación, con respecto al manejo del cultivo, se mantuvo el ensayo libre de malezas mediante un sistema combinado de labores mecánicas, con motocultivador, manuales y control químico. En pre-plantación se aplicó Trifluralina a razón de 2 l.ha<sup>-1</sup>, la que se incorporó manualmente. Posteriormente, también en pre-plantación se aplicó Linurón a razón de 2 l.ha<sup>-1</sup>. En años posteriores se utilizó una mezcla de 0,5 kg.ha<sup>-1</sup> al 35 % de Metribuzín (C<sub>8</sub>H<sub>14</sub>N<sub>4</sub>O<sub>5</sub>) y 2,5 l.ha<sup>-1</sup> al 31,7 %, de Pendimetalín (C<sub>13</sub>H<sub>19</sub>N<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) (a partir del segundo año), en pre-emergencia. En posemergencia, se aplicó en los sectores donde fue necesario: Glifosato (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>NO<sub>5</sub>P), y Bentazon C<sub>10</sub>H<sub>12</sub>N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>S en las partes afectadas por *Cyperus rotundus*.

El riego fue de carácter complementario y se efectuó por goteo los dos primeros años desde la plantación con una frecuencia semanal, en función de los requerimientos.

Respecto de las plagas, no fue necesario efectuar controles, dado que durante las recorridas realizadas al ensayo, tanto en la etapa vegetativa como en la productiva, no se detectaron plagas específicas del cultivo de espárrago sino especies polífagas por debajo del umbral de daño económico del cultivo, al igual que lo reportado por Novella, *et al.*, (2017), en la evaluación de otro ensayo, en la misma zona de estudio. Como resultado de los monitoreos realizados, se detectó la presencia de *Diabrotica speciosa* y *Chrysodina cuprescens* (Coleoptera: Chrysomelidae); *Dichelops furcatus* y *Piezodorus guildinii* (Hemiptera: Pentatomidae); *Phthia picta* (Hemiptera: Coreidae) y *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) y *Trips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae). En la etapa de producción se detectó en algunos momentos la presencia de oruga grasienta *Agrotis ipsilon* y bicho bolita *Armadillium vulgare* cuyos daños de perforaciones y barrenado en la base de los turiones, no afectaron la calidad comercial de los mismos dado que se encontraban por debajo de la altura de corte (0,24 m).

En cuanto a fertilización: se efectuó una aplicación de fondo en bandas de 0,30 m con fosfato diamónico ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>), con una dosis de 250 kg.ha<sup>-1</sup>, en tanto que anualmente se realizaron aplicaciones al voleo con urea (CH<sub>4</sub>N<sub>2</sub>O), durante el período vegetativo, con dosis variables según el momento del ciclo del cultivo.

Respecto del período de evaluación, se efectuaron 24 cosechas mediante cortes manuales (11/09/2013-16/10/2013), con una frecuencia de día por medio. La cosecha se inició cuando los turiones alcanzaron el estado de madurez comercial, caracterizado por los siguientes parámetros: longitud mínima de 23 cm y cabeza del turión compacta, siguiendo la

metodología indicada por el Protocolo de calidad de Espárrago Verde, generado por la SAGPyA (Resolución-SAGPyA N°249/2007). Los turiones se cortaron con cuchillos, a ras del suelo, mediante un corte transversal y neto, evitando el corte a bisel. La unidad de muestreo por parcela fue de 27 plantas, siendo el total por híbrido 108. Una vez cosechados, los turiones fueron trasladados al laboratorio de procesamiento evitando demoras para no desmerecer el producto.

El acondicionamiento de la producción se efectuó en el Laboratorio de procesamiento de la Facultad de Agronomía, siguiendo las indicaciones del mencionado protocolo. La secuencia de procesamiento utilizada 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, determinación del número de turiones por calibre, cuantificación de los defectos de los turiones de descarte y envasado.

Las variables estudiadas fueron: productividad total: PFT (peso fresco total) y comercial de 1° calidad: PFC (peso fresco comercial), en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ; número de turiones totales: NTT y comerciales: NTC; peso promedio por turión: PPT; % de descarte: D; Pérdida de peso fresco por día y total: PPF y PPFT y distribución de calibres: C; según el diámetro medido 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.

En el periodo vegetativo previo a la cosecha se estudió como parámetro de vigor del cultivo el número de tallos (Ta) a fin de comprobar si existe correlación entre la cantidad de turiones producidos y el número de tallos logrados por el cultivo, de modo que éstos permitan predecir la productividad a lograr.

En poscosecha, se efectuó un estudio exploratorio de una duración de 21 días, sobre el efecto de dos dosis diferentes de la película comestible quitosano, sobre la vida útil comercial y calidad de turiones de los genotipos de espárragos más representativos por sus características (color) y por su productividad; en turiones almacenados a 4 °C en heladera exhibidora de vegetales con una humedad relativa aproximada de 70 % aproximadamente.

A tal fin se realizó un ensayo con un testigo y dos tratamientos, T) Testigo; D1) Dosis 1: Quitosano al 0,13% y D2) Dosis 2: Quitosano al 0,25%, y tres repeticiones, en genotipos diferentes, para lo cual se sumergieron los turiones en la solución durante 10'. Posteriormente, se los mantuvieron en heladera a 4 °C  $\pm$  1 durante 21 días evaluando la respuesta cuali-cuantitativa de atados de 20 cm de largo, durante todo el período de poscosecha. La película comestible utilizada fue quitosano: Poly-D-glucosamina al 2,5 %, denominado comercialmente Raisan, producto orgánico de origen natural, biodegradable, no tóxico utilizado para la mejora de la calidad y rendimiento de los cultivos. Se evaluó: pérdida de peso fresco diaria: PPF y pérdida de peso fresco total: PPFT, mediante análisis de la varianza (ANOVA) y prueba de Mínima Diferencia Significativa (LSD) con significancia  $p \geq 0,05$ .

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1. Producción general

En la Tabla 1 se observa que la producción total obtenida, en promedio para el segundo año de estudio fue de  $3.664 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , mientras que la comercial de primera calidad de  $1.386 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . La producción fresca total lograda, superó en un 75 % a la primera cosecha evaluada del ensayo motivo de este estudio, en que se obtuvieron  $931 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (Castagnino *et al.*, 2013).

El número de turiones obtenido mostró un marcado crecimiento para NTT, resultando de 122.748 y para NTC  $74.060 \text{ turiones}\cdot\text{ha}^{-1}$ , en comparación con la cantidad lograda el primer

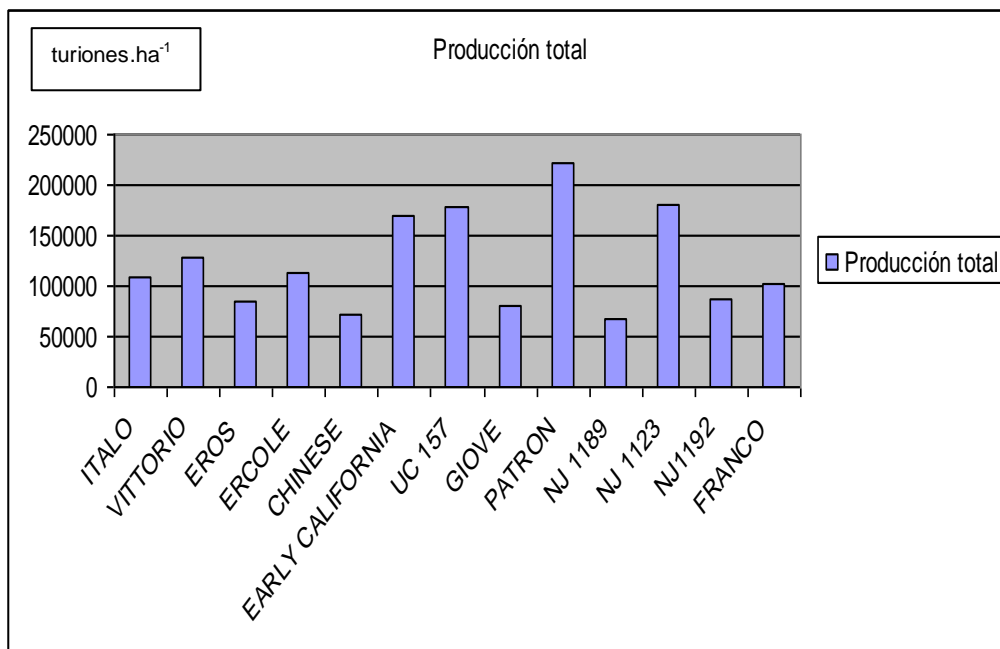
año, que fue 63.932 turiones totales y 26.116 turiones comerciales (Castagnino *et al*, 2013), correspondientes en una superioridad de 48 y 65 % respectivamente. En cuanto al peso promedio por turión (PPT), en la presente evaluación fue de 19 g.turión<sup>-1</sup>.

### 3.2. Producción de los distintos genotipos en estudio

Respecto de los híbridos, se obtuvo una diferencia de 6720 kg.ha<sup>-1</sup> entre el más productivo (Patrón) y el menos productivo (NJ-1192), correspondiente a una diferencia entre ambos del 370%, para la temporada de estudio. Las marcadas diferencias entre híbridos pudieron observarse también en el recuento de tallos realizados la temporada previa a la presente cosecha evaluada.

De los genotipos en estudio, Patrón obtuvo la mayor producción total por cosecha: 356 kg ha<sup>-1</sup> (a) y en producción comercial: 128 kg ha<sup>-1</sup>). número de turiones totales y con calidad comercial NTT: 9.281 (a) y en NTC: 5.740 (a).

En PFT le siguieron: Early-California: 240 (b); NJ-1123: 233 (b) y UC-157: 169 (bc) kg cos<sup>-1</sup> (Figura 1). Dichos híbridos presentaron similar tendencia en el primer año evaluado, en que los mismos rindieran, en PFT: NJ 1123: 224 (b), UC-157: 223 (b) y Early-California: 200 (bc) kg.ha.cos<sup>-1</sup> (Castagnino *et al*, 2013).



**Figura 1.** Producción fresca total de trece genotipos de espárrago verde en su segunda temporada de cosecha, en Azul provincia de Buenos Aires (turiones.ha<sup>-1</sup>)

En PFC, se destacaron en orden de importancia, además de Patrón, Early-California: 117 (a), NJ-1123: 99 (b) y UC-157: 82 (b) (Tabla 1). En el primer año, también se destacó Patrón en PFC con 124 (a). No fue el caso de Early-California, que en dicho año produjo 67 (cd) al igual que NJ-1123 quien obtuvo 68 (cd); mientras que UC-157 siguió a Patrón con 91 (b) seguido de Italo con 71 (bc) (Castagnino *et al.*, 2013).

En cuanto al número de turiones totales producidos por cosecha (NTT), los híbridos que se destacaron después de Patrón, fueron NJ-1123: 7490 (b); UC-157: 7449 (b) y Early-California: 7064 (b); mientras que en producción de turiones comercial (NTC) el orden de los mismos fue: UC-157: 4987 (b), Early-California: 4742 (bc) y NJ-1123: 4235 (c) turiones ha<sup>-1</sup> (Tabla 1). La diferencia en un 36 % entre la producción de primera calidad y la total, se debe a los recortes de base y turiones defectuosos.



En PPT, superaron la media: Early-California y Chinese con el mismo valor, seguido de Giove y NJ-1189 con igual valor, NJ-1123, Patrón, Italo, Eros y Franco (Tabla 1).

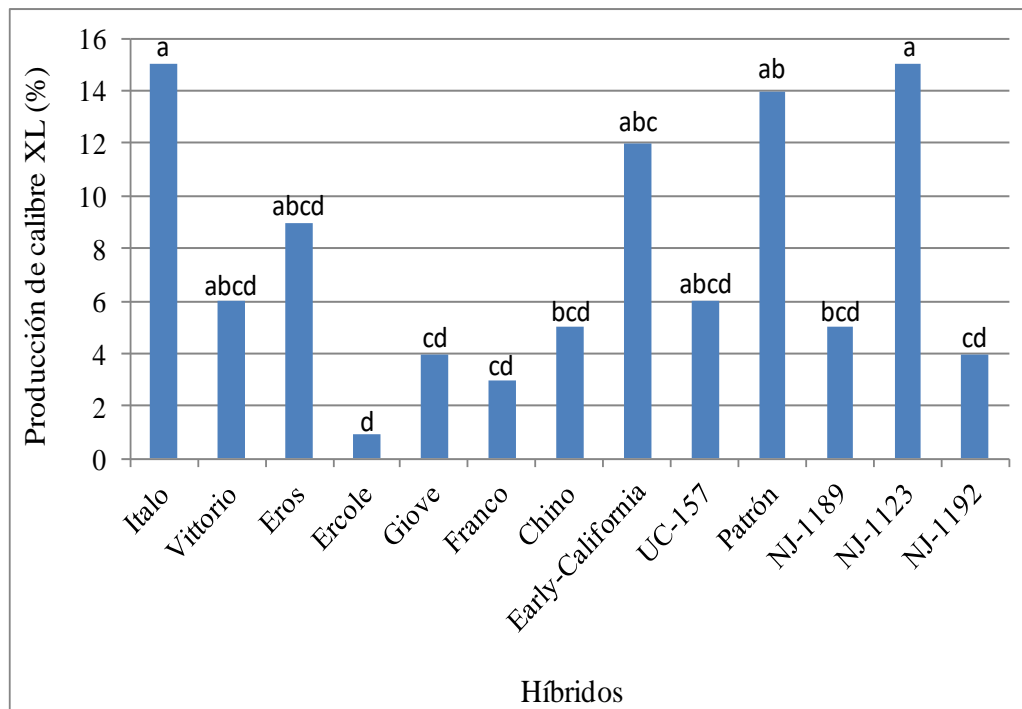
**Tabla 1.** Evaluación de la productividad total (PFT) y comercial (PFC) de híbridos de espárrago verde en su segunda temporada de evaluación en Azul, provincia de Buenos Aires

N°	HIBRIDO	PRODUCTIVIDAD				
		Producción fresca total	Producción fresca comercial	Número de turiones totales	Número de turiones comerciales	Peso Promedio por turión
		PFT	PFC	NTT	NTC	PPT
		kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	turiones ha <sup>-1</sup>	turiones ha <sup>-1</sup>	g turion <sup>-1</sup>
1	ITALO	3080 <sup>cd</sup>	1260 <sup>cd</sup>	108500 <sup>cde</sup>	60480 <sup>def</sup>	21
2	VITTORIO	3500 <sup>cd</sup>	1400 <sup>c</sup>	128520 <sup>c</sup>	71820 <sup>d</sup>	19
3	EROS	2660 <sup>cd</sup>	840 <sup>de</sup>	85260 <sup>cfg</sup>	41160 <sup>gh</sup>	20
4	ERCOLE	3220 <sup>cd</sup>	1260 <sup>cd</sup>	113820 <sup>cd</sup>	68320 <sup>d</sup>	18
5	CHINESE	2380 <sup>cd</sup>	1120 <sup>cd</sup>	72800 <sup>g</sup>	44520 <sup>gh</sup>	25
6	EARLY CALIFORNIA	5768 <sup>b</sup>	2800 <sup>a</sup>	169540 <sup>b</sup>	113820 <sup>bc</sup>	25
7	UC 157	4060 <sup>bc</sup>	1960 <sup>b</sup>	178780 <sup>b</sup>	119700 <sup>b</sup>	16
8	GIOVE	2240 <sup>d</sup>	1120 <sup>cde</sup>	79800 <sup>fg</sup>	47460 <sup>efg</sup>	24
9	PATRON	8540 <sup>a</sup>	3080 <sup>a</sup>	222740 <sup>a</sup>	137760 <sup>a</sup>	22
10	NJ- 1189	2100 <sup>d</sup>	700 <sup>c</sup>	67200 <sup>g</sup>	28700 <sup>h</sup>	24
11	NJ- 1123	5600 <sup>b</sup>	2380 <sup>b</sup>	179760 <sup>b</sup>	101640 <sup>c</sup>	23
12	NJ-1192	1820 <sup>d</sup>	980 <sup>cde</sup>	86800 <sup>cfg</sup>	63700 <sup>de</sup>	15
13	FRANCO	2660 <sup>cd</sup>	1260 <sup>cd</sup>	102200 <sup>def</sup>	63700 <sup>de</sup>	20
Promedio		3664	1386	122748	74060	19

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

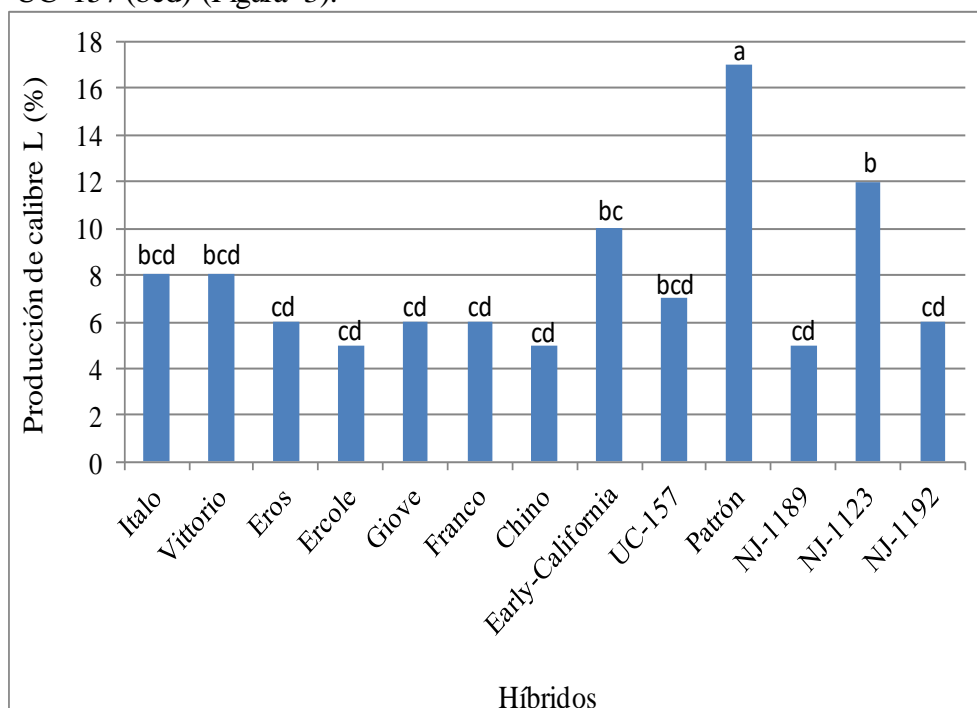
### 3.3. Distribución de calibres

Respecto de los mayores calibres logrados de la producción comercial obtenida de cada genotipo, en Jumbo (J), solo se obtuvieron turiones el híbrido Franco (1000 turiones.ha<sup>-1</sup>), posiblemente debido a la corta edad de la plantación, la que cuenta con yemas que dan origen a los turiones, de pequeño diámetro. En XL se destacaron NJ-1123 e Italo (a), seguido de Patrón (ab), Early California (abc) y finalmente de Eros, UC-157 y Vittorio (abcd) (Fig 2).



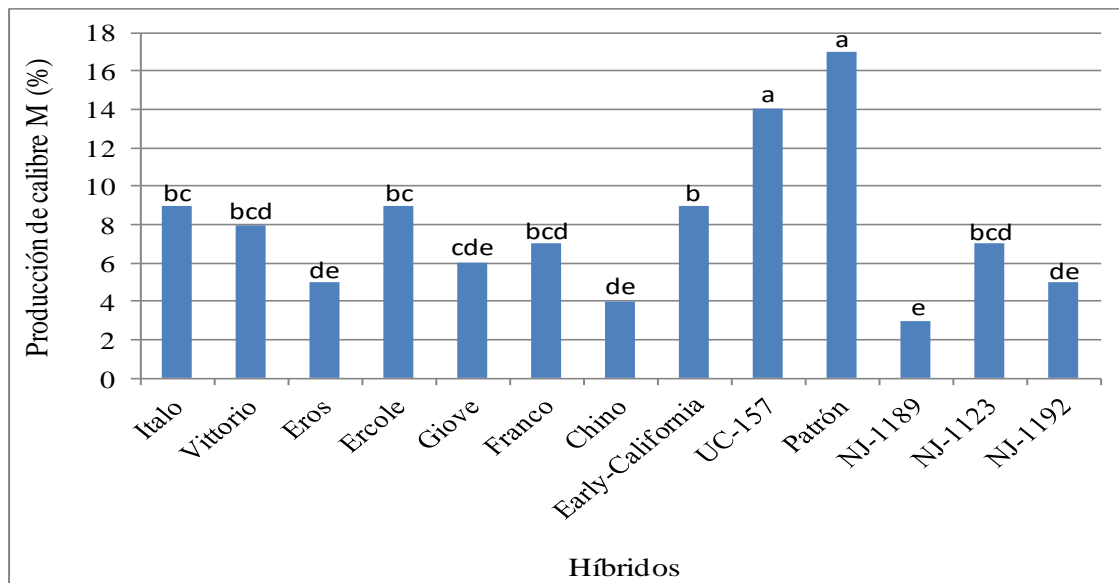
**Figura 2.** Porcentaje de turiones producidos de calibre XL de trece híbridos de espárrago en su segunda temporada de evaluación. Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de LSD ( $p > 0,05$ ).

En el calibre L se destacó Patrón (a), seguido de NJ-1123 (b) y Early-California (bc), Italo, Vittorio, UC-157 (bcd) (Figura 3).



**Figura 3.** Porcentaje de producción del calibre Large (L) de trece genotipos de espárragos en su segunda temporada de evaluación. Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de LSD ( $p > 0,05$ ).

En el calibre medium se destacaron Patrón, UC-157 (a), seguido de Early-California (b), Italo y Ercole (bc) y posteriormente Vittorio, NJ-1123 y Franco (bcd) (Figura 4).



**Figura 4.** Porcentaje de producción del calibre Medium (M) de trece genotipos de espárrago en su segunda temporada de evaluación. Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de LSD ( $p > 0,05$ ).

Dicho calibre (intermedio) se corresponde con las preferencias de los consumidores regionales según un estudio anteriormente realizado en el que se detectó la preferencia de turiones verdes de calibres intermedios en más del 60 % de los casos. Dichos consumidores además manifestaron su preferencia por consumir turiones con brácteas cerradas, de color uniforme, turgentes, bien derechos y debidamente acondicionados (Castagnino *et al.*, 2011). En el caso de los menores calibres (S) se destacaron UC-157 (a), Patrón (b), Early-California (c), posiblemente debido a que los tres cuentan con la presencia de plantas masculinas y femeninas, las primeras de las cuales caracterizadas por producir mayor cantidad de turiones de calibre uniforme, aunque de un diámetro menor, mientras las femeninas producen turiones en menor cantidad y de mayor calibres, contando con un ciclo de vida menor.

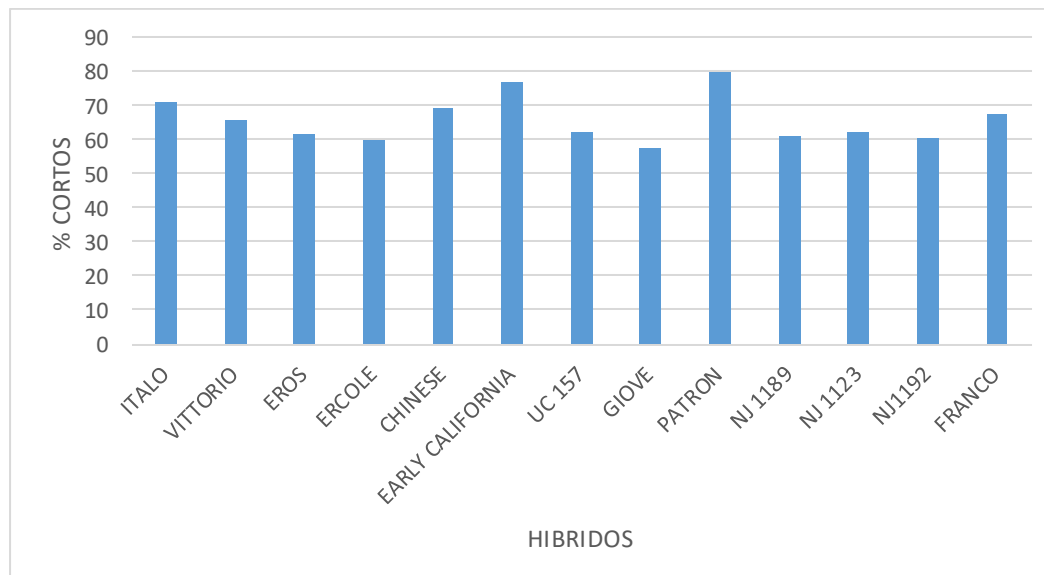
### 3.4. Defectos encontrados

En la Tabla 2 se muestran los principales defectos encontrados, en los genotipos en estudio.

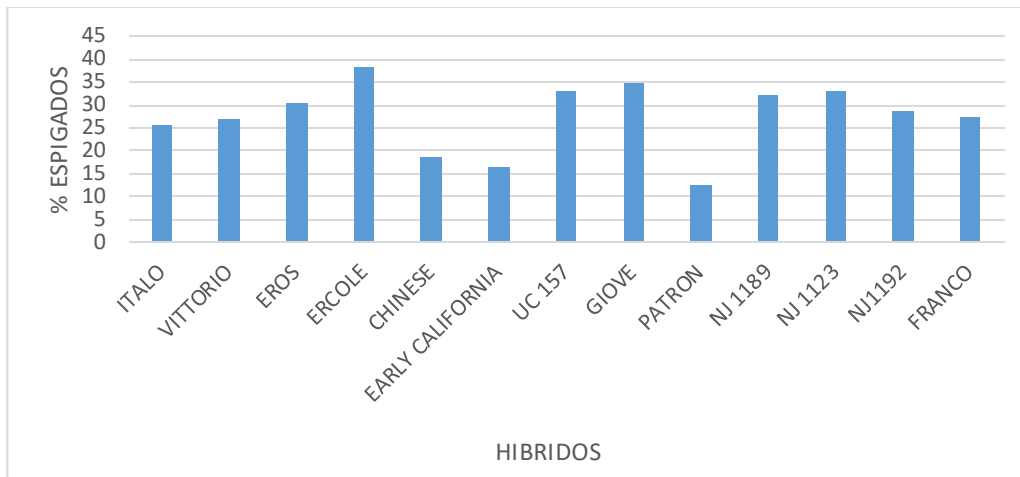
**Tabla 2.** Evaluación porcentual de defectos encontrados en la producción obtenida de trece híbridos de espárrago verde en su segunda temporada de cosecha, de los turiones obtenidos de segunda y descarte.

Híbridos	Turiones espigados	Daño de plagas	Turiones muy cortos	Otros defectos
	%	%	%	%
ITALO	25,85	0,00	70,75	3,40
VITTORIO	27,03	0,00	65,95	7,03
EROS	30,28	0,00	61,47	8,26
ERCOLE	38,46	1,28	59,62	0,64
CHINESE	18,46	0,00	69,23	12,31
EARLY CALIFORNIA	16,49	0,00	77,13	6,38
UC 157	33,06	1,00	62,10	3,84
GIOVE	34,83	0,00	57,30	7,87
PATRON	12,75	0,00	80,08	7,17
NJ- 1189	32,17	0,87	60,87	6,09
NJ-1123	33,18	0,47	62,09	4,27
NJ-1192	28,79	0,00	60,61	10,61
FRANCO	27,50	0,00	67,50	5,00

Respecto de los defectos encontrados se manifestó en mayor medida el de turiones cortos (DMC) (de menos de 22 cm que es el largo comercial), principalmente en los híbridos Patrón y Early-California (Figura 5). Posiblemente debido a su mayor predisposición a producir turiones espigados, por lo cual, y a fin de minimizar las pérdidas por descarte, estos fueron cosechados ni bien mostraron tendencia a la apertura de sus brácteas y de este modo fue posible obtener turiones cortos comerciales en vez de espigados de descarte.

**Figura 5.** Evaluación porcentual de turiones de espárrago verde descartados por cortos (< 22 cm) de trece híbridos en estudio.

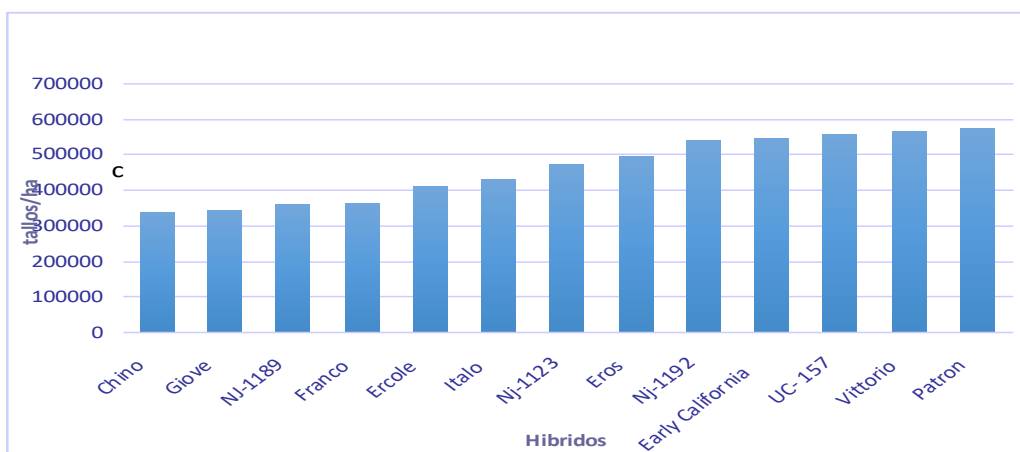
En segundo término se destacó el defecto de espigado (DE), (Tabla 2), siendo los híbridos que produjeron mayor proporción de turiones espigados: Ercole, Giove, UC-157, NJ-1123 y NJ-1189 (Figura 6).



**Figura 6.** Evaluación porcentual de turiones descartados de trece genotipos de espárrago verde, por el defecto de espigado

### 3.5. Parámetros de vigor del cultivo: número de tallos (Ta)

Los resultados productivos logrados, se corresponden, en su mayoría, con la producción de tallos por planta y por ha<sup>-1</sup> obtenida de los distintos híbridos, en el otoño anterior a la producción evaluada en el presente trabajo. Los tallos logrados en promedio como resultado de la temporada vegetativa previa a la cosecha, fueron de un rango de 14 a 23 tallos.pl<sup>-1</sup> y por ha de 330000 – 570000 (Figura 7). Esto indicaría que la cantidad de tallos presentes en las plantas al momento de finalizar el período vegetativo, permitiría indicar el comportamiento productivo que las mismas tendrán en la siguiente temporada de cosecha, por lo que efectuar recuentos de tallos en el otoño previo, representa una valiosa herramienta.



**Figura 7.** Producción de tallos por ha de distintos híbridos de espárrago durante el período vegetativo previo a la cosecha evaluada.

El número de tallos obtenidos en el otoño, previo a la presente cosecha fue 259163, superando la media de 19 tallos/planta, Early-California, UC-157, Patrón, Vittorio y NJ-1192 (a), seguido de NJ-1123 y Eros (ab), (Tabla 3).

**Tabla 3.** Cantidad de tallos totales por planta y por ha producidos por una plantación de diferentes híbridos de espárrago en el otoño previo a la segunda temporada de cosecha.

Híbridos	Tallos/planta	Tallos/ha
ITALO	18 <sup>bc</sup>	428571 <sup>bc</sup>
VITTORIO	24 <sup>a</sup>	566667 <sup>a</sup>
EROS	21 <sup>ab</sup>	495238 <sup>ab</sup>
ERCOLE	17 <sup>bc</sup>	409524 <sup>bc</sup>
CHINESE	14 <sup>c</sup>	338095 <sup>c</sup>
EARLY-CALIFORNIA	23 <sup>a</sup>	542857 <sup>a</sup>
UC-157	23 <sup>a</sup>	557143 <sup>a</sup>
GIOVE	14 <sup>c</sup>	342857 <sup>c</sup>
PATRON	24 <sup>a</sup>	571429 <sup>a</sup>
NJ-1189	15 <sup>c</sup>	357143 <sup>c</sup>
NJ-1123	20 <sup>ab</sup>	471428 <sup>ab</sup>
NJ-1192	23 <sup>a</sup>	538095 <sup>a</sup>
FRANCO	15 <sup>c</sup>	361905 <sup>c</sup>
<b>Promedio</b>	<b>19</b>	<b>460073</b>

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

### 3.6. Poscosecha

Como resultado de la aplicación de quitosano a diferentes dosis se observaron, a partir del segundo día de la aplicación, en D1 y D2, se observó daño sobre los turiones de deshidratación pronunciada de las bases y pequeñas manchas deprimidas, necróticas alargadas, con pérdida de coloración y, que fue agudizándose con el correr de los días, tal como se observa en las Foto 1.



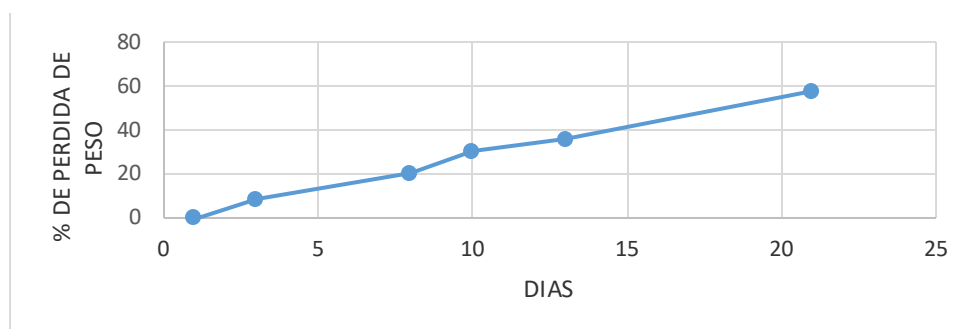
**Foto1:** Efecto de dos dosis de quitosano sobre la base de turiones de espárrago, respecto del testigo (Dosis 1: centro; dosis 2: izquierda y testigo: derecha)

Se incluyeron en la evaluación los híbridos que habían mostrado una productividad comercial promisoría o bien que se distinguían del resto por sus características organolépticas, como el NJ-1192, híbrido violeta. La PPFD promedio fue 1,37 %. Foto 2.



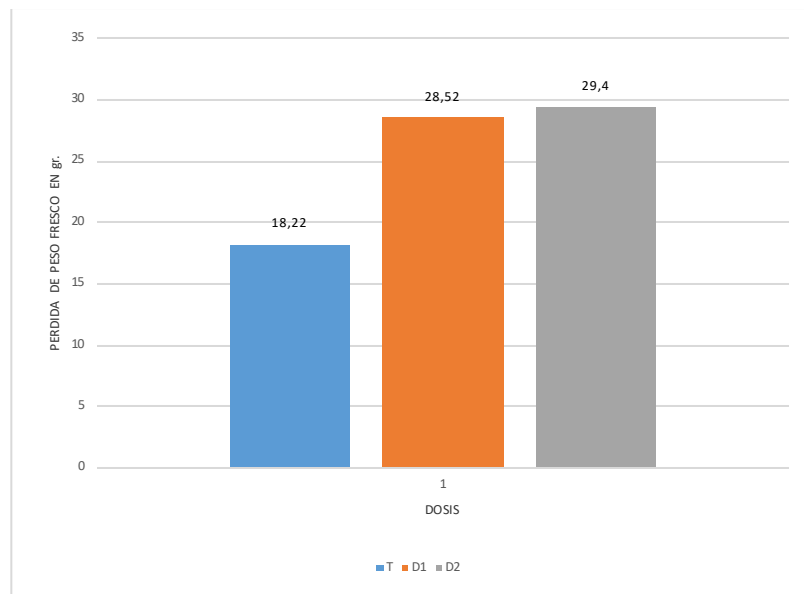
**Foto 2:** Híbridos de espárrago verde y violeta sometidos a diferentes dosis de quitosano, el día 1.

La PPFT promedio de todos los híbridos con y sin quitosano, a lo largo del período de poscosecha fue aumentando gradualmente (Figura 8).



**Figura 8:** Evolución de la pérdida porcentual de peso fresco promedio de turiones de espárrago verde de los distintos híbridos evaluados, a lo largo del período de poscosecha.

En el caso del testigo (sin quitosano) la deshidratación producida por diferencia de presión de vapor del vegetal y el ambiente fue menor, por lo que tuvo una pérdida de peso fresco inferior (g), a las dos dosis en estudio, tal como se muestra en la Figura 9 y Foto 1.



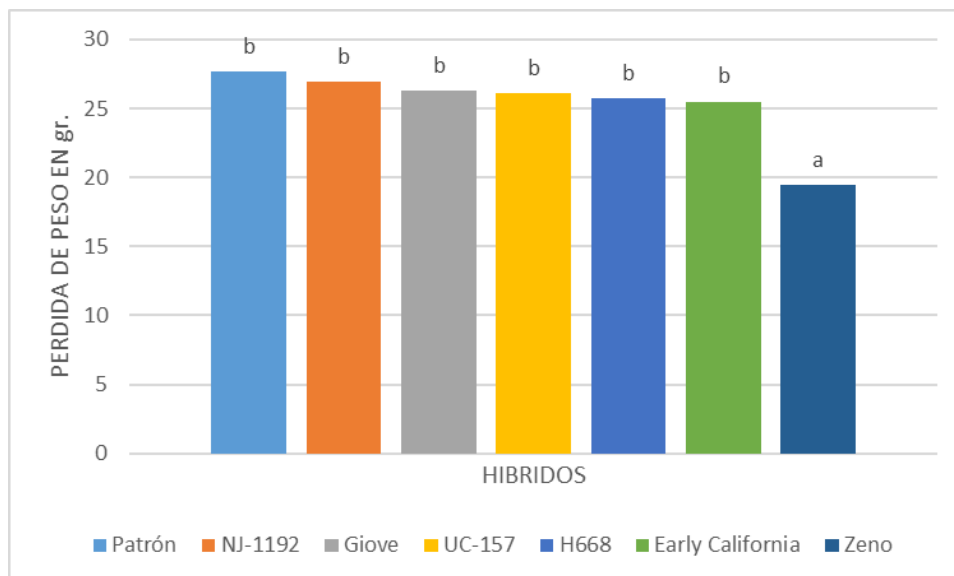
**Figura 9.** Pérdida de peso fresco promedio de turiones de espárrago tratados con dos dosis de quitosano en el período de poscosecha,



**Foto 3:** Efecto del quitosano sobre la base de los turiones de los híbridos de espárrago en evaluación el día 21, desde la aplicación.

De los híbridos incluidos evaluados, Zeno fue el que menor pérdida de peso fresco mostró (Figura 10 y Foto 3), posiblemente debido a su mayor fibrosidad, dado que se trata de un genotipo generalmente utilizado para blanco, que en este caso se lo cultivó para la obtención de turiones verdes. En los restantes genotipos, la respuesta a las diferentes dosis fue más marcada, como por ejemplo se observa en la foto 4 a continuación.





**Figura 10.** Evaluación comparativa de la pérdida de peso fresco de híbridos de espárrago tratados con quitosano durante el período de poscosecha.

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



**Foto 4:** Grado de deshidratación de las bases de turiones de espárrago por efecto del quitosano, respecto del testigo (derecha).

De los resultados obtenidos con el quitosano evaluado se pudo observar necrosis en los turiones, posiblemente debido a que el producto es ligeramente ácido (pH promedio 6 – 6,5). Por tal motivo se estima que sería conveniente efectuar nuevas evaluaciones utilizando otros tipos de quitosano, por ejemplo RaiSan común con pH neutro y también RaiSan GL, el que está empezando a utilizarse en producciones intensivas frutales como cítricos, palta y banana. Dicho producto lleva en su composición un plastificante natural, que hace que una vez que seque el producto sobre la superficie de la fruta, la película tenga una mejor adhesión y flexibilidad, lo que evitaría resquebrajaduras y daños en la base de los turiones.

#### 4. Conclusión

Los resultados logrados indican que el espárrago es una alternativa productiva interesante en el que existen marcadas diferencias productivas entre los genotipos en el mercado y en el comportamiento en poscosecha.

Por su productividad total de turiones resulta alentador el comportamiento de los híbridos Patrón y Early California seguidos de NJ-1123 y UC-157, mientras que cuando se pretende lograr turiones de elevado calibre se adecuan el cultivo de Chinese, Early California, NJ-1189 y Giove.

Las dosis y el método de aplicación de quitosano sobre los turiones de todos los híbridos estudiados en el tiempo poscosecha de este estudio determinaron deshidratación y deterioro de la calidad de los mismos. Se deben realizar más trabajos en poscosecha que incluyan también la evaluación de otros plastificantes naturales para extender el período poscosecha de turiones de espárragos con calidad comercial.

Además, sería conveniente continuar con determinaciones productivas anuales de este ensayo a fin de comprobar si las tendencias obtenidas en los primeros años, se mantienen.

## 5. Bibliografía

- Asprelli, P.D.; F.S. López-Anido and E.L. Cointry. 2005. Caracteres agronómicos en cultivares de espárrago de diferentes edades y manejos. *Pesquisa Agropecuaria*. Bras. 40, 47-52.
- Bautista-Baños S., A.N. Hernández-Lauzardo, M. G. Velázquez del Valle, E. Bosquez-Molina and D. Sánchez-Domínguez. 2005. Quitosano: una alternativa natural para reducir microorganismos poscosecha y mantener la vida de anaquel de productos hortofrutícolas. *Revista Iberoamericana Tecnología Postcosecha*. Volumen 7 (1). Pag. 1 – 6. 2005.
- Castagnino, A. M.; Díaz, K. E.; Rosini, M. B.; Guisolis, A.; 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. Enero-Junio, 2011. ISSN: 2218-4384.
- Castagnino, A. M.; Rosini, M. B.; Díaz, K. E.; Guisolis, A. y Marina, J. 2013. Productive evolution of green asparagus at different densities and size of crowns in the period 2005 – 2008. *Revista Biociencias, de la Universidad Autónoma de Nayarit*. Pág. 48 – 60. Vol. 2 (2): 69-82. Enero ISSN 2007-3380.
- Castagnino, A.; 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.
- Castagnino, A.M., K. Diaz, M.B. Rosini. 2009. Manual de cultivos hortícolas innovadores. Editorial Hemisferio Sur, S. A. Capítulo 10. pp. 111-137. Buenos Aires, ARG.
- Castagnino, A.M., K.E. Díaz, M.B. Rosini, A. Guisolis and J. Marina. 2012. Productividad de una plantación de espárrago verde (*Asparagus officinalis* var. *altilis* L.) con diferentes tamaños de “arañas” y densidades, en su séptimo año *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 3 (2): 285-301.
- 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. *Bragantia* 59 (1), 21-26. BRA.
- Corriols, L. 1983. Fast cultivar evaluation in asparagus trials. *Asparagus Research Newsletter*, Palmerston North;1(2): 10 pp.
- Ellison, J.H. 1986. Asparagus breeding. pp. 521-569. En: Basset, M.J. (ed.). *Breeding Vegetable Crops*.
- García, M.A. 2008. Películas y cubiertas de quitosano en la conservación de vegetales. *Revista ciencia y tecnología de alimentos*. Vol 18 (1). Pág. 71 – 76.
- 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. Horticultura Argentina 35 (88): Sep.-Dic. ISSN de la edición on line 1851-9342. Pag. 16-35.
- González Castañón, M. L. 2006. Utilización del cultivo de espárrago verde en bandas para el control de la erosión en terrenos de mediana pendiente. Dirección General de Desarrollo Rural, Centro de Transferencia Agroalimentaria, Publicación Núm.174 n Año 2006. Unión Europea. Editado por Diputación General de Aragón. I.S.S.N.: 1137/1730.
- Krarup, A. 1995. Rendimiento de veintiocho genotipos de espárrago en sus cuatro primeros años de cosecha. Agro Sur 23(2): 107-116.
- Krarup, C. and A. Krarup. 2002. Potencialidad productiva del espárrago en Chile. Agronomía y Forestal UC 14 (4): 9-14. CHL. Vegetables crops.
- Limgroup 2016. China, el mayor productor de espárragos (70.000 ha). 2016. [http://www.freshplaza.es/article/94714/China,-el-mayor-productor-de-esp%C3%A1rragos-\(70.000-ha\).](http://www.freshplaza.es/article/94714/China,-el-mayor-productor-de-esp%C3%A1rragos-(70.000-ha).) Fecha de consulta: 10/04/2016.
- Marina, J., A.M. Castagnino, K.E. Díaz, P. Sastre Vázquez and A. Guisolis, A. 2010. Cadena Agroalimentaria espárrago: alternativas tradicionales e innovadoras para optimizar la productividad en su etapa adulta. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. ISSN: 2011-2173. Vol. 4 (1). Pág. 55 – 66.
- Marina, J; Castagnino, A; Díaz, K; Sastre Vázquez, P; Guisolis, A. 2011. Cadena Agroalimentaria espárrago: alternativas tradicionales e innovadoras para optimizar la productividad en su etapa adulta. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. ISSN: 2011-2173. Vol. 4 (1), 2010. Pag. 55 – 66.
- MINAGRI, Ministerio de Agricultura y Riego 2015. El Perú es el primer exportador mundial de espárragos, quinua y maca. <http://semanaeconomica.com/articulo/economia/comercio-exterior/172512-minagri-el-peru-es-el-primer-exportador-mundial-de-esparragos-quinua-y-maca/>. Fecha de consulta: 08/03/2016.
- Novella, A.; Castagnino, A. M.; Martinoia, G.; Durante, M.; Díaz, 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.
- Paske, M. 1996. Importing fresh asparagus. A personal viewpoint. Acta Hort. 415, 19-23. USA.
- 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.
- Rivera, I., y Rodríguez, J. P. 1999. Perfil del mercado: Espárrago. INTA, 1-36.
- SAGPyA. 2007. SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y ALIMENTOS 2007. Protocolo de calidad para espárrago fresco. Resolución SAGPyA N° 249/2007. [http://www.alimentosargentinos.gov.ar/programa\\_calidad/diferencia](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/programa_calidad/diferencia)

- cion/sello/SAA010\_Esparrago\_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:15/11/2016]
- Serrano Cermeño, Z. 2003. Espárrago: técnicas de producción. Pag. 93. ISBN: 84-607-9062-2.
- Sportelli, G. F. 2002. L'asparago può sfondare anche nel Mezzogiorno. *Culture protette*, 2:23-27
- 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.