



Productividad de una plantación de espárrago (*Asparagus officinalis* var. *atilis*) verde iniciados por plantines a lo largo de cuatro temporadas de cosecha

Productivity of a plantation of asparagus (*Asparagus officinalis* var. *Atilis*) initiated green seedlings over four growing seasons

Castagnino, A.M.*, Díaz, K.E., Rosini, M.B., Marina, J.

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Facultad de Agronomía, Centro Regional de Estudio Sistemático de Cadenas Agroalimentarias (CRESCA), República de Italia num. 780 (7300) Prov. de Buenos Aires. C.C. 147 Azul, Argentina.

RESUMEN

Si bien existen dos sistemas de iniciación para el cultivo de espárrago, por arañas y por plantines, sólo el primero permite iniciar la plantación definitiva en el primer año. A fin de determinar la incidencia del tamaño de plantín durante los primeros seis años desde la plantación, se inició un ensayo el 21 de agosto de 2002, con tres tamaños de celda: PG: grande, PM: mediana y PCH: chica (70, 50 y 20 cm³ respectivamente), y dos densidades: D1:35,714 y D2:17,857 pl ha⁻¹, empleando el híbrido UC-157 y evaluando su productividad en el período 2005-2008. Se determinó: peso fresco por cosecha (PFC) y total anual por ha (PFT), número de turiones por cosecha (NTC) y por ha (NT) y peso promedio por turión (PPT). La PFT total 2005-2008 fue 26.300 Kg ha⁻¹ y NT, con un promedio anual de 6,575 kg ha⁻¹ y 480,180 turiones respectivamente. NT mostró una tendencia creciente a lo largo de todo el período de estudio mientras que PFT fue creciente en 2005-2007, disminuyendo en 2008, debido al menor PPT, ocasionado, posiblemente, por competencia intraespecífica. PM permitió lograr el mayor rendimiento PFC: 343 kg ha⁻¹. El PPT promedio

del período fue 14 g. D1 logró el máximo rendimiento a lo largo de todo el período evaluado. Puede concluirse que, cuando el objetivo es obtener elevada productividad inicial, convendría utilizar plantines de tamaño de celda superior a 100 cm³ y que la elección de la densidad es un factor importante, debido a que existiría una relación directa entre el marco de plantación utilizado y la productividad lograda.

ABSTRACT

Although there are two initiation systems for an asparagus crop, i.e. by means of crowns and by means of seedlings, only the former allows the initiation of the definitive plantation in the first year. In order to determine the incidence of the seedling size throughout the first six years since planting, a trial was started on August 21, 2002, with three cell sizes: PG: big, PM: medium and PCH: small (70, 50 and 20 cm³ respectively) and two densities: D1:35,714 and D2: 17,857 pl.ha⁻¹, using the hybrid UC-157 and evaluating its productivity in the period 2005-2008. Fresh weight per harvest (PFC) and total annual fresh weight per ha (PFT), number of turions per harvest (NTC) and per ha (NT) and average weight per turion

PALABRAS CLAVE

Producción, turiones, calibres, calidad, rendimiento, cepellón, densidad.

Información del artículo

Recibido: 05 noviembre de 2012.

Aceptado: 19 de junio de 2013.

*Autor corresponsal:

Castagnino, A.M. Centro Regional de Estudio Sistemático de Cadenas Agroalimentarias, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, República de Italia num.780 (7300) Azul, Prov. de Buenos Aires, Argentina. C.C. 147 Tel. +54(2281) 433 292 / 93, Int. 222. Correo electrónico: amc@faa.unicen.edu.ar.

(PPT) were determined. The PTF 2005-2008 was 26.300 Kg ha⁻¹ and NT, with an annual average of 6,575 Kg ha⁻¹ and 480,180 turions, respectively. NT showed a growing tendency throughout the whole period. Whereas, while the PFT grew in 2005-2007, it decreased in 2008 due to lower PPT, caused possibly by intra-specific competition. PM allowed a greater yield PFC: 343 Kg ha⁻¹. The PPT turned out to be similar to that in 2005-2007, however it decreased in 2008. D1 obtained the maximum yield throughout the whole period. It can be concluded that when the aim is to obtain high initial productivity, it would be advisable to use seedlings of good size. Besides, the choice of density is an important factor due to the fact that there seems to be a direct relationship between the planting frame used and the obtained productivity.

KEY WORDS

Production, turions, calibers, quality, yield ball of earth, density.

Introducción

En el cultivo de espárrago, el empleo de plantines como sistema de inicio representa una alternativa válida, cuando se desea iniciar sin demora la vida productiva de una plantación, ya que permite efectuar la plantación definitiva en el mismo año de realización del almácigo. A nivel mundial existen 195,819 ha cultivadas con espárrago, de las cuales 121,694 ha corresponden a espárrago verde. De la producción total, el 64 %, esta destinado al consumo en fresco (Benson, 2009) y el resto para industria de diferentes gamas, como conservas de II Gama, surgelados de III Gama, etc. En Argentina, tradicionalmente se han cultivado entre 2,000 a 4,000 hectáreas de espárrago (FAO, 2006), muy lejos de la actual superficie que se encuentra en las 1,200 ha aproximadamente. La producción promedio en la Argentina es 4.5 t.ha⁻¹ (Befve, 2011).

Respecto del cultivo, hay dos sistemas posibles para iniciar la plantación de espárrago: sistema tradicional de arañas o coronas (STA), que consiste en el empleo de coronas, garras o arañas, que requieren de un año de almácigo a campo, y que, luego de una temporada de crecimiento son retiradas, durante el período de receso invernal, para realizar la plantación del cultivo definitivo. El segundo sistema, también llamado sistema moderno de plantines (SMP), permite iniciar el cultivo definitivo en

primavera, a los setenta a cien días desde la siembra. Las ventajas principales de este último sistema, radica en la optimización del costo de semilla (que en caso de utilizar híbridos, es un aspecto importante al momento de decidirse por un sistema u otro, dado el significativo valor económico de dicho insumo) (Castagnino *et al.*, 2013; Castagnino *et al.*, 2009); mayor uniformidad productiva; mejor logro del cultivo, con la consiguiente anticipación de la operación de cosecha, que en algunos casos, puede iniciarse el año sucesivo a la plantación (Pimpini, 1986); propiciar un mejor uso del espacio; la utilización de sustratos como la vermiculita, perlita y/o turba que permite disminuir los riesgos de sanidad, al evitar las heridas durante el transplante, y menor necesidad de semillas para iniciar el cultivo, respecto de STA. Sin embargo, esta técnica posee la desventaja de tender a confinar al aparato radical en un espacio limitado dentro de las celdas, aportando a la planta cambios de notable importancia sobre la estructura aérea y del aparato radical; la necesidad de mayores requerimientos hídricos durante el primer año, lo que hace imprescindible contar con riego, como así también optimizar cuidados culturales, ya que presenta una elevada susceptibilidad al estrés durante la primera fase del cultivo.

El motivo principal de estos cambios es la denominada restricción radical, que provoca un estrés físico a las plantas que son sometidas a una limitación del volumen de sustrato a disposición de sus raíces. En este caso, no solo el volumen, sino también las dimensiones de las celdas de los contenedores, puede jugar un rol importante en la manifestación de dicho estrés (Hanson *et al.*, 1987; Latimer, 1991). La respuesta de las plantas, sujetas a restricción radical, se inicia después que el sistema radical ha ocupado todo el volumen a su disposición; lo cual se manifiesta en una visible disminución del crecimiento y en una alteración de la morfología de las partes aérea y radical (Mugnai, 1998), que puede impactar en el rendimiento futuro de la plantación.

El ciclo vital de las plantas de espárrago verde puede ser subdividido en las siguientes fases: 1) crecimiento temprano (primeros dos años), caracterizados por un fuerte desarrollo vegetativo; 2) productividad creciente (3°-4° año) que corresponde a los dos primeros años de cosecha; 3) productividad estable (4°-12° año) y 4) productividad decreciente (12-20° año) (Falavigna, 2006).

La densidad de plantación aconsejable en ambos sistemas, para la producción de espárrago verde, es de 20,000

a 30,000 pl ha⁻¹ con una distancia entre hileras de 1.40 m y 0.20-0.40 m entre plantas (Castagnino et al., 2009).

El rendimiento y calidad de cualquier cultivo está determinado por un componente genético y un componente ambiental (Holliday, 1960). El componente genético está dado por el cultivar utilizado. La inexistencia de evaluaciones objetivas y las dificultades propias de hacerlas en una especie perenne, llevaron, hace más de dos décadas, a la plantación del cultivar UC-157 y sus derivados en Chile por Krarup (Krarup y Mann, 1997), cuyos resultados indicaron que se trata de un cultivar de amplia adaptación, de elevado rendimiento y de buena calidad, al punto que sugirieron utilizarlo como patrón de comparación para la evaluación de nuevos cultivares. El componente ambiental está dado por numerosos factores, entre ellos, la población de plantas por unidad de superficie. El turión o producto comercial del espárrago, por ser una estructura vegetativa, al aumentar la población presenta una respuesta en su rendimiento, que se define como una curva de hipérbola rectangular (Holliday, 1960). Es decir, a medida que aumenta la población de plantas, aumenta el rendimiento total y comercial, hasta una población límite por sobre la cual no hay mayores incrementos y los rendimientos se mantienen estables.

Para una adecuada evaluación del rendimiento es necesario considerar no sólo el rendimiento total (incluyendo el descarte), sino también la productividad neta comercial ya que la misma refleja el potencial de producción de turiones sin espigado. En estudios realizados por Krarup y Contreras (Krarup y Contreras, 2002) en Chile, en la VIII Región; y por Nichols y Woolley (1985) en Nueva Zelanda, lograron fracciones no exportables de la producción total que variaron entre 15-50 % y 34-88 %, respectivamente. Dos objetivos se logran automáticamente a través del aumento de la productividad del cultivo: el mejoramiento de la calidad de los turiones y la disminución del costo unitario del producto (Falavigna, 2006).

El objetivo de éste trabajo fue determinar la incidencia de tres tamaños de plantines y dos densidades, sobre la productividad de una esparraguera durante los primeros cuatro años de cosecha.

Materiales y Métodos

Ubicación: Para este trabajo se realizó la siembra de las semillas en las diferentes bandejas el

21/08/2002 en el invernadero ubicado en Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), La plantación definitiva se efectuó el 2/11/2002 en la Chacra Experimental de la Facultad de Agronomía, sobre la Ruta Nacional N° 3, Km. 305 (36° 48' lat. Sur y 59° 51' long. Occidental), en el partido de Azul, Pcia. de Buenos Aires, sobre un suelo argiduo típico, sin impedimentos en el perfil.

Preparación del lote: Se preparó mediante varias pasadas de rastra de discos cruzadas y se complementó con motocultivador BCH de 10 HP, equipado con fresa. Los surcos se marcaron mediante el empleo de motocultivador equipado con escardillo. Se realizó fertilización de fondo con fosfato diamónico en banda, a razón de 250 kg ha⁻¹.

Producción de los plantines: Se efectuó en un invernadero ubicado en la Facultad de Agronomía-UNCPBA, en Azul, Argentina. Las semillas utilizadas correspondieron a la variedad UC-157 F2, fueron sembradas en bandejas de poliestireno expandido esterilizadas, sobre sustrato mezcla de vermiculita y turba, también esterilizado. Para la obtención de los plantines se utilizaron bandejas con tres tamaños distintos de alvéolos: grande (PG: 70 cm³); mediano (PM: 50 cm³) y chico (PCH: 20 cm³). Una vez sembradas las bandejas, fueron colocadas en el interior del invernadero de 3.5 m de altura, con techo semicircular y provisto de ventilación frontal y lateral. Las mismas fueron apoyadas sobre una mesada enrejada a una altura de 1.10 m de modo tal de no permitir la salida de las raíces por los orificios de drenaje (*air-pruning*). El riego se efectuó mediante un sistema abierto sin recuperación de la solución nutritiva.

Plantación: La plantación a campo de los tres tamaños de plantines considerados se efectuó empleando, para cada caso, dos marcos de plantación: 1.4 x 0.20 m (D1) y 1.40 x 0.40 (D2), correspondientes a 35,714 y 17,857 pl ha⁻¹ respectivamente. La superficie del ensayo fue 498 m². Las hileras del cultivo se ubicaron en dirección nortesur en correspondencia con la dirección de los vientos predominantes en la zona.

Manejo del cultivo: Durante el primer año de cultivo definitivo, para el control de malezas, se utilizó en preemergencia herbicida Linurón al 50 % (2 L ha⁻¹) y se complementó dicha aplicación con limpiezas manuales en la hilera y mecánicas con motocultivador entre las filas. A partir del segundo año, se procedió a efectuar las labores culturales necesarias

para el mantenimiento de dicho ensayo libre de malezas y de plagas. A tal fin se efectuaron remociones superficiales con motocultivador en entre fila y manuales en las hileras a razón de cuatro anuales con una periodicidad promedio de 1.5 meses. A partir del tercer año se procedió a aplicar Metribuzin al 48 % (1.5 L ha^{-1}) y Pendimetalín al 33 % (2.5 L ha^{-1}) en preemergencia de las malezas. Para el control de cebollín (*Cyperus rotundus*) se utilizó Basagrán a razón de 2 L ha^{-1} . Para el control de plagas se utilizó un insecticida sistémico, Imidacloprid al 35 % (1.5 L ha^{-1}). Durante el año de implantación se efectuaron riegos complementarios a fin de propiciar el arraigamiento adecuado de los plantines.

Clima: El clima del área ha sido clasificado como de tipo subhúmedo mesotermal, con poca o nula deficiencia de agua. El régimen de precipitaciones presenta una distribución normal con una distribución anual de 850 mm con picos de otoño y primavera. Los vientos predominantes son del N y NE y en menor medida del SE y SO. La temperatura media anual es de 13.9°C ; 21°C la del mes más cálido y 6.3°C la del mes más frío. El promedio libre de heladas es de 208 días, la fecha promedio de primera helada es el 4 de mayo y la de última helada es el 4 de septiembre no registrándose años sin heladas (Valicenti *et al.*, 2010).

Cosecha: Se efectuaron cosechas manuales durante la mañana con una frecuencia de día por medio, cortando los turiones a 23-24 cm de largo como mínimo. En cada cosecha se procedió a cortar todos los turiones emergidos de cada parcela, del largo mencionado. El número de cosechas anuales fue variable, ya que respondió a los indicadores de cosecha. La misma se suspendió cuando se produjo variación de calibre en el 50 % de la producción. Anualmente se efectuaron de 20 a 24 cosechas anuales.

Características climáticas del partido de Azul: El clima del área ha sido clasificado como de tipo subhúmedo mesotermal, con poca o nula deficiencia de agua. El régimen de precipitaciones presenta una distribución normal con una distribución anual de 850 mm con picos de otoño y primavera. Los vientos predominantes son del N y NE y en menor medida del SE y SO. La temperatura media anual es de 13.9°C ; 21°C la del mes más cálido y 6.3°C la del mes más frío. El promedio libre de heladas es de 208 días, la fecha promedio de primera helada es el 4 de mayo y la de última helada es el 4 de septiembre no registrándose años sin heladas (Hanson *et al.*, 1987).

Características del Híbrido: UC-157 es un cultivar heterocigota, muy precoz, con turiones de calibre medio, con brácteas cerradas, aún en condiciones de cosecha con altas temperaturas (Falavigna, 2006). De alto rendimiento y de buena calidad, de turiones son verdes, cabeza cerrada, de diámetro intermedio, con un peso promedio de 25 g en plantaciones adultas y es tolerante a *Fusarium* sp. y a *Puccinia asparagi*; y libre de *Asparagus Latent Virus 2*. Se lo ha plantado en forma importante en países latinoamericanos (González, 2001). Es un híbrido heterocigota, por lo que presenta el 50 % de plantas femeninas. Es un cultivar que resiste bastante bien la sequía, gracias a que su enraizamiento es profundo (San-Martín-Izcue, 1988).

Evaluaciones efectuadas: Peso fresco por cosecha (PFC) y total por ha (PFT), número de turiones por cosecha (NTC) y por ha (NT); peso promedio por turión (PPT). Para las determinaciones de peso se utilizó una balanza electrónica "Sensotronic" SE 500.

Para el acondicionamiento en fresco de los turiones cosechados se siguieron las recomendaciones del Protocolo de Calidad para Espárrago Fresco (SAGPyA, 2007) argentino, donde se especifican las características de un producto de calidad.

La secuencia seguida para las determinaciones fue: lavado de los turiones cosechados, determinación del peso fresco total y del número total de turiones, corte a 22 cm, selección de los turiones comerciales, determinación del peso fresco neto y el número de turiones comerciales y cálculo de peso promedio/turión.

Se realizó el análisis de la varianza (ANOVA) de tipo factorial a dos vías, considerando como factores tres tamaños de plantines (PG, PM y PCH), dos densidades (D1 y D2), durante cuatro años de cosecha (2005, 2006, 2007 y 2008). Las variables en estudio fueron productividad anual Peso Fresco (kg ha^{-1}) y N° turiones ha^{-1} . Las medias fueron separadas con el test de la mínima diferencia significativa (LSD) para $p \leq 0.05$.

Resultados y Discusión

La producción total comercial del período evaluado fue $26,300 \text{ kg ha}^{-1}$ con un promedio anual de turiones $6,575 \text{ kg ha}^{-1}$, mientras que respecto del número de turiones, se cosecharon en total 1,920,720 turiones totales

siendo el promedio anual de 480,180 turiones ha^{-1} y el peso promedio por turión (PPT) 14 g.

Estos resultados coinciden con los correspondientes a otro estudio de cuatro años, de un ensayo iniciado por el STA a diferentes densidades y tamaños del órgano de inicio, en el que se logró un promedio anual de 6,162 kg ha^{-1} . Por el contrario en NT, dicho estudio permitió lograr un promedio anual de turiones muy inferior de 327,115, lo cual indicaría la tendencia de las plantas iniciadas por plantines a producir mayor cantidad de turiones, de menores calibres, respecto de las provenientes de arañas (Castagnino *et al.*, 2013).

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas variables analizadas:

Impacto de dos densidades sobre la productividad de espárrago verde en el período 2005-2008.

La máxima productividad se logró en 2007 mediante el empleo de la mayor de las densidades en estudio, seguido de 2008, 2006 y 2005, destacándose en todos los casos la D1, como se muestra en la Figura 1. El segundo bienio duplicó al primero en cuanto a la productividad lograda promedio por cosecha.

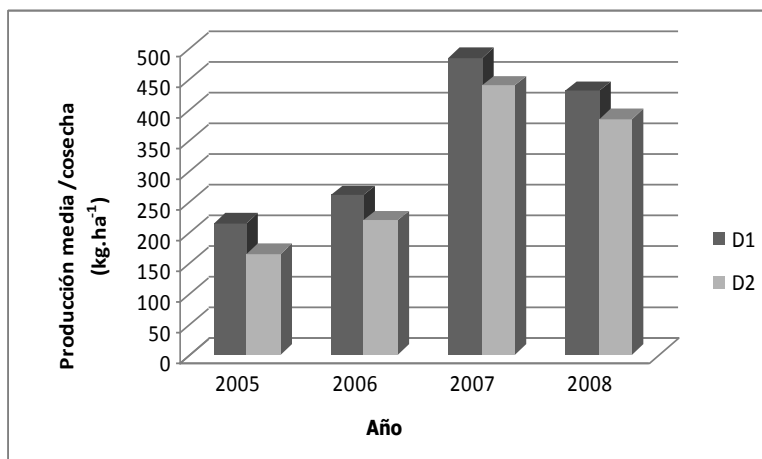


Figura 1. Productividad neta por cosecha de dos densidades en el cultivo de espárrago verde a lo largo de cuatro años.

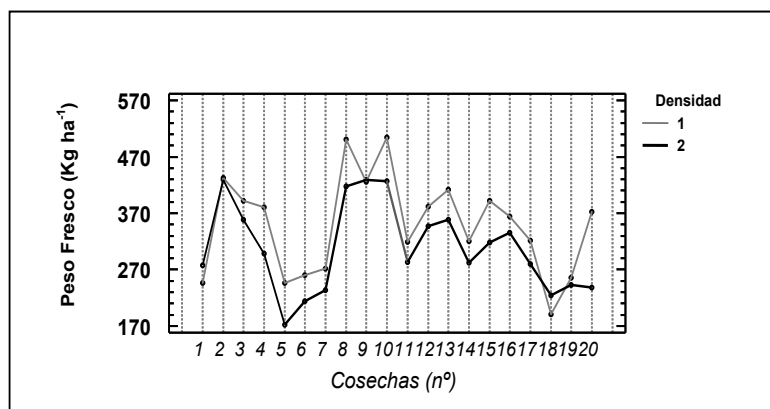


Figura 2. Evolución del peso fresco de espárrago verde obtenido a lo largo del período de cosecha 2005 – 2008 mediante el empleo de dos densidades.

Resultados similares fueron encontrados por Kelly *et al.*, 1999 y Holliday, 1960, quienes trabajaron con cuatro niveles de poblaciones (11,950, 15,930, 23,910, y 47,820 plantas ha⁻¹) y alcanzaron el mayor rendimiento con la población más elevada, llegando a la conclusión que un menor espaciamento genera un rendimiento algo menor de turiones aunque de mayor calibre, y que el peso promedio de los turiones cosechados es levemente inferior.

Respecto de las veinte cosechas promedio evaluadas durante el período de estudio, en la Figura 2 puede obser-

varse como la mayor densidad permitió lograr superiores rendimientos a lo largo de todo el período de evaluación.

A excepción de la cosecha 18 en que se destacó la menor de las densidades en estudio, en todas las restantes, se destacó la mayor densidad, en el PFT cosechado, o bien coincidieron como fue el caso de las cosechas 2 y la 9. Dichos resultados estarían indicando que no habría competencia intraespecífica entre las raíces de las plantas (Figura 3).

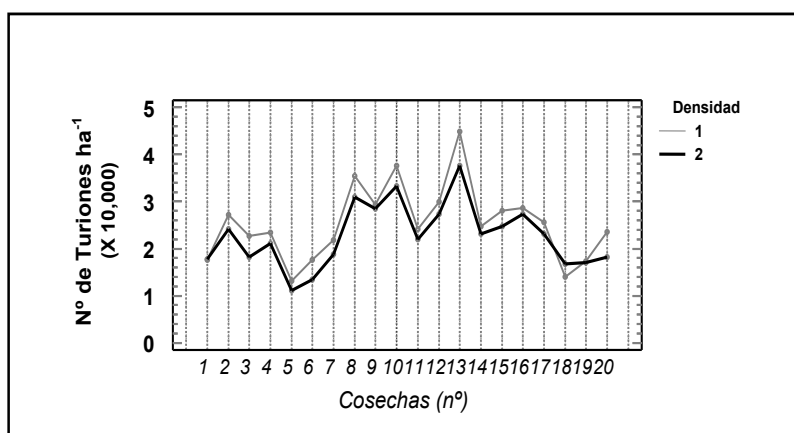


Figura 3. Evolución de la productividad de turiones de espárrago verde obtenidos a lo largo del período de cosecha 2005 – 2008 mediante el empleo de dos densidades.

Similares resultados se lograron respecto del número de turiones cosechados, ya que también en la cosecha 18 se logró una menor cantidad de turiones con la mayor densidad, resultando superior D1, para este indicador, a excepción de las cosechas 1 y 9. Dichos resultados también estarían indicando en este caso, que no habría competencia intraespecífica entre las raíces de las plantas.

A pesar que el rendimiento depende del número y tamaño de los turiones cosechados, el número de turiones emitidos sería la componente más importante del rendimiento que lo afectaría de manera directa, tal como observaron Ito y Currence (1964). Este hecho tendría su origen en los procesos fisiológicos que regulan el crecimiento vegetativo, ya que el diámetro del turión está relacionado con el tamaño de la raíz o araña, el número de yemas y la cantidad de carbohidratos disponibles (Blasberg, 1932). En el caso del espárrago, la cantidad de fotoasimilados almacenados en las raíces, actuaría como recurso limitante en la

determinación del número y el diámetro de los turiones, de modo que un mayor número implica un menor diámetro y viceversa, existiendo una compensación entre ellos (Cointry *et al.*, 2000).

El tamaño del órgano de inicio influye en la acumulación de sustancias de reserva, de las cuales dependen la producción de turiones al año siguiente, su calidad y como consecuencia la rentabilidad del productor. Por esta causa, al momento de planificar y realizar una plantación, debería prestarse especial cuidado a la clasificación y selección de los órganos de inicio a cultivar, tal como se sugiere en el trabajo de Castagnino *et al.*, (2012).

Evolución del rendimiento total a lo largo de cuatro años de estudio

El rendimiento general del ensayo en NT producidos mostró una tendencia creciente a lo largo de todo

Tabla 1.
Evolución de la producción de espárrago verde en una plantación iniciada por plantines (2005-2008).

Año	PFT		NT/cosecha	N Total
	Kg.cosecha ⁻¹	Kg.año ⁻¹	turiones.cosecha.año ⁻¹	turiones.año ⁻¹
2005	173 ^d	3,460 ^d	10,965 ^d	219,300 ^d
2006	233 ^c	4,660 ^c	20,486 ^c	409,720 ^c
2007	482 ^a	9,640 ^a	31,529 ^b	630,580 ^b
2008	427 ^b	8,540 ^b	33,056 ^a	661,120 ^a
Promedio	328.75	6,575	24,009	480,180

Letras distintas en superíndices de una misma columna indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

el período de estudio, mientras que en kg ha^{-1} la tendencia fue creciente durante los tres primeros años evaluados (2005-2007), disminuyendo en el último debido al menor peso promedio por turión, ocasionado, posiblemente, por el inicio de la etapa de decadencia productiva del cultivo (Tabla 1).

Si bien algunos autores sugieren que mediante el empleo de plantines es posible lograr una tendencia creciente en el rendimiento durante un período mas prolongado, en este caso, por tratarse de un cultivo de secano, es probable que las plantas hayan anticipado el ingreso en la etapa de productividad decreciente (Falavigna, 2006).

La tendencia creciente obtenida en rendimiento a lo largo del período estudiado coincide con lo encontrado en otro estudio realizado en la misma zona de producción, en el que se logró el máximo valor en la tercera temporada de producción, en que se duplicó el rendimiento respecto al

primer año evaluado (Castagnino *et al.*, 2013). Similar tendencia fue indicada por las evaluaciones realizadas por Ellison (1986) y Asprelli *et al.*, (2005).

Dichos resultados resultan alentadores si se considera que se trata de una plantación de secano. Por el contrario, otros ensayos realizados, en la misma zona de producción pero con riego por goteo iniciados por plantines de diferentes híbridos, en su cuarta temporada de evaluación, tuvieron un rendimiento muy superior en PF, aunque inferior en cantidad de turiones, como lo indicado por Castagnino *et al.*, (2012). En el mismo se logró un promedio de $8,965 \text{ kg ha}^{-1}$, con una productividad de turiones de $397,515$ y un PPT de 23 g .

Respecto de la evolución del peso fresco a lo largo de las cosechas evaluadas puede observarse un comportamiento mas regular durante el primer año de estudio, respecto de los restantes, tal como se observa en la Figura 4.

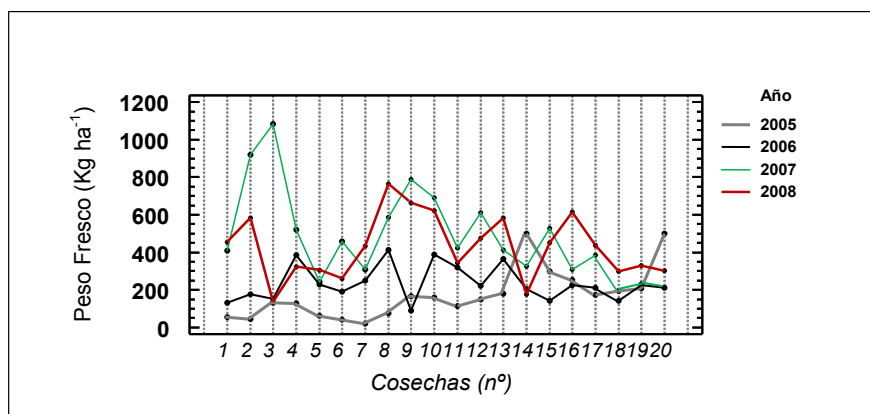


Figura 4. Evolución del peso fresco obtenido de espárrago verde durante el período 2005 – 2008.

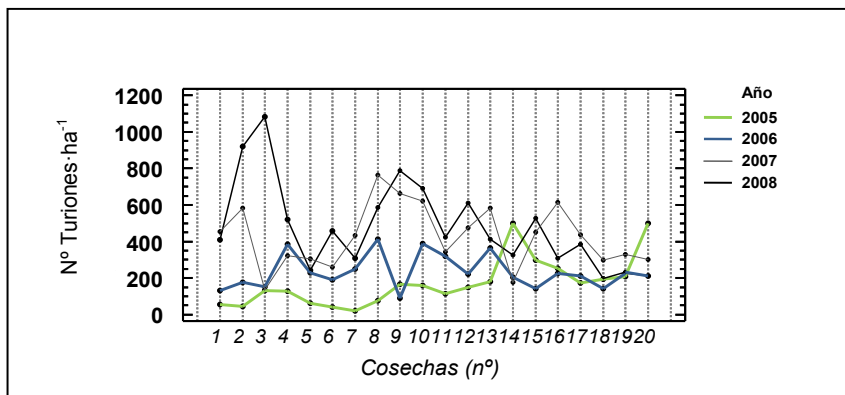


Figura 5. Evolución de la productividad de turiones de espárrago verde durante el período 2005 – 2008.

En el caso de número de turiones, se puede observar que en el segundo año se duplicó el volumen obtenido respecto del primero y se triplicó al tercero de evaluación, lográndose una estabilidad en el cuarto año evaluados como se observa en la Tabla 1 y en la Figura 5. Esto indicaría que en plantaciones de espárrago verde realizadas con plantines y manejadas de secano, es posible lograr un exponencial incremento productivo los primeros tres años, comenzando a detectar señales de estabilización a partir del cuarto año productivo.

Efecto de tres tamaños de plantines (PG: 70 cm³; PM: 50 cm³ y PCH: 20 cm³) sobre la productividad de espárrago verde en el período 2005 – 2008.

Respecto del rendimiento obtenido por cosecha, mediante el empleo de los tres tamaños de plantines en estudio, el

PFC promedio general fue 329 kg ha⁻¹. El mayor rendimiento promedio por cosecha, de los cuatro años de estudio, se logró mediante el empleo de PM y fue 343 kg ha⁻¹ (Tabla 2). El tamaño intermedio de órgano de inicio, en el STA, en otro estudio realizado por Castagnino *et al.*, 2013 mediante dicho sistema, también permitió lograr superiores resultados en el último de los cuatro años evaluados, demostrando la conveniencia del empleo del tamaño intermedio de órgano de inicio cuando el objetivo es lograr productividad creciente en el tiempo.

En el período de cuatro años evaluados, los PCH y PM superaron al promedio general, como así también en NT (Tabla 2).

Respecto de la productividad lograda en kg ha⁻¹ mediante el empleo de tres tamaños de plantines, a lo largo del período evaluado se produjeron picos producti-

Tabla 2.

Peso fresco neto / cosecha mediante el empleo de tres tamaños de plantines					
Tamaño de celda de las bandejas	PFT		NTC	NT	PPT
	Kg.cos.año ⁻¹	Kg.año ⁻¹	turiones.cos.año ⁻¹	turiones.año ⁻¹	g.turión ⁻¹
PG (70 cm ³)	311 ^b	6,220 ^b	21,903 ^b	438,060 ^b	14.2
PM (50 cm ³)	343 ^a	6,860 ^a	24,855 ^a	497,100 ^a	13.8
PCH (20 cm ³)	333 ^a	6,660 ^a	25,269 ^a	505,380 ^a	13.2
Promedio	329	6,580	24,009	480,180	13.7

Letras distintas en superíndices de una misma columna indican diferencias significativas ($p < 0.05$). PFT: Peso fresco total por ha; NTC: Numero de turiones por cosecha; NT: Numero de turiones por ha; PPT: Peso promedio por turión.

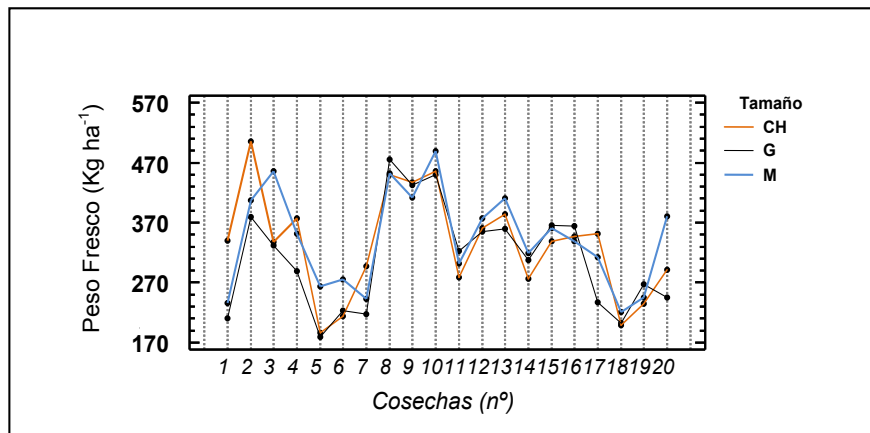


Figura 6. Evolución de la productividad (kg ha⁻¹) de una plantación iniciada mediante tres tamaños de plantines en el período 2005 – 2008.

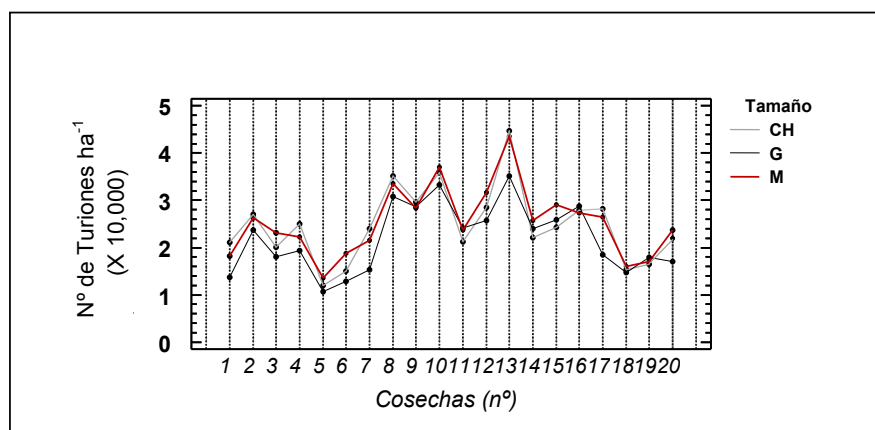


Figura 7. Evolución de la productividad de turiones de una plantación iniciada mediante tres tamaños de plantines en el período 2005 – 2008.

vos, los que correspondieron a las cosechas 10 y 8 (a), seguidas de 2 (ab), 9 (abc), 13 (bcd), 3 (cd) y 12 (d), tal como se observa en la Figura 6.

Como complemento, en la Figura 7 puede observarse la evolución de la productividad lograda en número de turiones mediante el empleo de tres tamaños de plantines, a lo largo del período evaluado.

Los picos productivos obtenidos correspondiente a número de turiones logrados, mediante el empleo de los tres tamaños de plantines en estudio, se produjeron, en orden

de importancia, en las cosechas 13 (a), 10 y 8 (b), 9 y 12 (c), 16 (cd), 15 (cde), como se muestra en la Figura 7.

Influencia del tamaño de plantín sobre la productividad anual de espárrago verde en el período 2005 - 2008.

En el primer año productivo (2005) se logró el máximo rendimiento por cosecha mediante el empleo de los dos mayores tamaños de plantines (PG y PM). Este resultado indicaría la conveniencia de iniciar plantaciones con plantines más desarrollados cuando el ob-

jetivo es lograr rápidamente una elevada producción. En el segundo año de estudio se destacaron los PM seguidos de los PG y PCH; y, a partir del tercer año, los PG fueron superados por los PCH y PM, posiblemente debido a que las coronas provenientes de plantines de tamaño grande, desarrollaron gran volumen en los primeros años, haciendo que sus sistemas radicales compitieran entre sí por los nutrientes y el espacio disponible.

Análisis del peso promedio por turión

Los turiones cosechados provenientes de las coronas correspondientes a los plantines más grandes (PG) pesaron en promedio 14.2, seguidos de los PM 13.8 y los PCH 13.2 g turión⁻¹ respectivamente.

Estos resultados difieren de los indicados por Barreto *et al.*, (2012) quien, trabajando en invernado, en un cultivo efectuado mediante plantines, obtuvo como peso promedio de los turiones cosechados 17 g, en el sexto año desde la plantación. Otro autor (Castagnino *et al.*, 2013) evaluando la evolución del PPT en un cultivo iniciado por arañas indicó que en el primer bienio obtuvo turiones de 18 g promedio.

Conclusiones

Los resultados obtenidos fueron alentadores desde el inicio de la vida productiva de la plantación en estudio, superando a la media nacional argentina desde el segundo año evaluado, llegando posteriormente a duplicarla en el último bienio.

Literatura citada

- Asprelli, P.D., López-Anido, F. y Cointry, E. 2005. Caracteres agronómicos en cultivares de espárrago de diferentes edades y manejos. *Pesquisa Agropecuaria* 40: 47-52.
- Barreto, S., Castagnino, A.M., Díaz, K.E., Falavigna, A., Marina, J. y Rosini, M.B. 2012. Premiere production in greenhouse, of male hybrid asparagus and its response to IV Gama to optimize its positioning in the market. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 3: 2218-4384.
- Befve, C. 2011. Espárragos: producción Mundial. En <http://www.befve.com>
- Benson, B. Espárragos en El Mundo. XI International *Asparagus* Symposium (IAS) [serie en internet] 2009 [consultado 2011 abril 25]. En <http://www.ias2009peru.com/presentations/>
- Blasberg, C.H. 1932. Phases of the anatomy of *Asparagus officinalis*. *Botanical Gazette* 94: 206-214.
- Castagnino, A.M., Díaz, K.E., Rosini, M.B., Pascualetti, M., Guisolis, A., Novella, A., *et al.* 2012. "Productividad a campo de ocho híbridos de espárrago verde (*Asparagus officinalis* var. *altilis* L.) en su cuarto período de evaluación", Actas XXXV Congreso Asaho. 306 pp.
- 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 Bio Ciencias* 2(2): 69-82.

Cuando el objetivo es tener una elevada productividad desde el inicio del cultivo, según los resultados logrados convendría utilizar plantines provenientes de 70 cm³ de cepellón. En cambio, cuando el objetivo es lograr elevada productividad a lo largo de la vida de la plantación, este aspecto resulta no significativo, ya que las plantaciones iniciadas con plantines medianos y chicos llegan a superar en productividad a los grandes, a partir del segundo y tercer año respectivamente.

Existiría una relación directa entre el marco de plantación utilizado y la productividad lograda, por lo que la elección de la densidad de cultivo es un factor importante, aun en un cultivo perenne de secano como el presente.

Si bien estos resultados indican que el cultivo de espárrago resulta una alternativa productiva valiosa por su productividad, estudios posteriores permitirían profundizar el conocimiento de las tendencias productivas de las variables de estudio.

Agradecimientos

Se agradece la valiosa colaboración brindada por el Sr. Ulises Troncoso, por su apoyo y colaboración para el mantenimiento en condiciones de este ensayo desde su inicio, a la docente Silvia Benson por su tarea de traducción de nuestros trabajos y a los alumnos de las cursadas de Horticultura del período 2005–2008, que participaron activamente en los trabajos de cuidados y cosecha del ensayo.

- Castagnino, A.M. 2009. Manual de cultivos hortícolas innovadores. Universidad Científica del Sur, Argentina. 356 pp.
- Cointry, E.L, Lopez-Anido, F.S., Gatti, I., Cravero, V.P., Firpo, I.T. y Garcia, S.M. 2000. Early selection of elite plants in asparagus. *Bragantia* 59: 21-26.
- Ellison, J.H. 1986. Asparagus breeding. pp. 521-569. En: Basset, M.J. (ed.). Breeding vegetables crops. Westport, CT.
- Falavigna, A. 2006. I Punti critici dell'asparago in campo e nel post-raccolta. Speciale Le strategie di coltivazione, le esigenze di valorizzazione. *L'Informatore Agrario* 1: 52-55.
- FAO 2006. [serie en internet] En <http://www.FAO.org.ar>.
- González, M. 2001. Espárrago verde. Variedad, distancias y profundidad de plantación. *Tierra Adentro* 39: 27-29.
- Hanson, P.J., Dixon, R.K. y Dickson, R.E. 1987. Effect of container size and shape on the growth of northern red oak seedlings. *Hortscience* 22(6): 1293
- Holliday, R. 1960. Plant population and crop yield. *Nature* 186: 22-24.
- Ito, P.J. y Currence, T.M. 1964. Inbreeding and heterosis in asparagus. *Proceeding of the American Society for Horticultural Science* 86: 338-346.
- Kelly, J.F., Price, H., Bakker, J. y Myers, N.L. 1999. Plant spacing effects on yield and size of asparagus. *Acta Horti* 479: 415-419.
- Krarup, C. y Contreras, S. 2002. Elongación y ramificación de turiones de espárrago durante una cosecha primaveral. *Agricultura técnica* 6(2): 191-200.
- Latimer, J.G. 1991. Container size and shape influence growth and landscape performance of marigold seedlings. *Hortscience* 26(2): 124-126
- Mugnai, S. 1998. restrizione Radicale: Effetti Morfo-Fisiologici in Piantini di Pomodoro. (*Lycopersicon esculentum* Mill.) e Tagete (*Tagetes patula* L.)
- Nichols, M.A. y Woolley, D. 1985. Growth studies with asparagus. International Asparagus Symposium, 6., Proceedings. Ontario 287-297 pp.
- Pimpini, E. 1986. Concimazione, irigazione e diserbo nell'asparagiaia in funzione dei sistemi di impianto. *Agricoltura e Ricerca* 55: 59-70.
- SAGPyA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Protocolo de calidad para espárrago fresco; Resolución SAGPyA N° 249/2007. [serie en internet] 2007. En http://www.alimentosargentinos.gov.ar/programa_calidad/diferenciacion/sello_SAA010_Esparrago_v08.pdf
- San-Martín-Izcue, C. 1988. El riego del espárrago. II Jornadas Técnicas del Espárrago Tomo I. Pamplona. 171-180 pp.
- Valicenti, R., Farina, E., Scaramuzzino, R. y D'Alfonso, C. 2010. Ordenación de la vegetación en el paisaje Boca de la Sierras (Azul, Sistema de Tandilia) RASADEP Cambios de uso de la tierra. Causas, consecuencias y mitigación. *Asociación Argentina de Ecología de Paisajes* 1: 111-122.

Como citar este artículo: Castagnino, A.M, Díaz, K.E., Rosini, M.B., Marina, J. (2014). Productividad de una plantación de espárrago (*Asparagus officinalis* var. *altilis*) verde iniciados por plantines a lo largo de cuatro temporadas de cosecha. *Revista Bio Ciencias*; 2(4): 271-281.

