

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE ESPARRAGO VERDE A DIFERENTES DENSIDADES Y TAMAÑOS DE ARAÑAS EN EL PERIODO 2005 - 2008

PRODUCTIVE EVOLUTION OF GREEN ASPARAGUS AT DIFFERENT DENSITIES AND SIZE OF CROWNS IN THE PERIOD 2005 - 2008

Castagnino AM*, Rosini MB, Díaz KE, Guisolis A, Marina J.

Centro Regional de Estudio Sistémico de Cadenas Agroalimentarias,
Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la
Provincia de Buenos Aires Argentina.

Recibido: 07 de Junio de 2011
Aceptado: 05 de Enero de 2012

Resumen

En un cultivo perenne, como el espárrago, resulta fundamental conocer su potencial productivo a lo largo de los años, así como la evolución del rendimiento y la calidad del producto obtenido. En los primeros años de producción, la cantidad de turiones cosechados depende de las características del material de propagación utilizado y del marco de plantación. A fin de determinar la incidencia del tamaño del órgano de inicio (AG: Arañas grandes >150 g, AM: Arañas medianas=100-150 g y ACH: Arañas chicas=70-100 g) y la densidad de cultivo (D1=25,000 plantas por hectárea y D2=17,857 plantas por hectárea) sobre la productividad lograda durante los dos primeros bienios productivos (2005-2006 y 2007-2008), se inició un ensayo en el 2003, de 1,764 m² superficie real, en Azul, provincia de Buenos Aires, Argentina, con cuatro repeticiones. Los resultados logrados son alentadores, debido a que en el primer bienio los tratamientos estudiados alcanzaron la media nacional y en el segundo la duplicaron. La producción neta promedio anual obtenida del período evaluado fue de 6,162 kg ha⁻¹ y el número de turiones de 327,115. AG resultó significativamente superior a AM y a ACH, habiéndose logrado: 7,315; 5,991.2 y 4,526.1 kg

ha⁻¹ respectivamente. D1 superó a D2 en 1.0 t ha⁻¹. Las diferencias obtenidas en los bienios y tratamientos, que se fueron manteniendo en todo el período de estudio, indican la necesidad de efectuar almácigos con una adecuada densidad, a fin de propiciar el logro de coronas vigorosas y de buen calibre, que arraiguen adecuadamente y permitan obtener una elevada productividad en número de turiones y de calibres acordes al mercado de destino.

Palabras clave: Coronas, producción, turiones, calibres, calidad, rendimiento.

Abstract

In a perennial crop like asparagus, it is essential to know its productive potential throughout the years, the evolution of yield and the quality of the obtained product. In the first years of production, the number of harvested turions depends on the characteristics of the propagation material used and the plantation frame. In order to determine the incidence of the size of the initiation organ (AG: big crowns >150 g, AM: medium crowns=100-150 g and ACH: small crowns=70-100 g) and the

***Autor Corresponsal:**

Castagnino, Ana María. Directora Centro Regional de Estudio Sistémico 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. C.C. 147 Tel. (+54) 2281 433292 / 93 Int. 222 Argentina. Correo Electrónico: amc@faa.unicen.edu.ar.

crop density (D1=25,000 plants per hectare and D2=17,857 plants per hectare) on the production obtained during the two first productive biennia (2005-2006 and 2007-2008), a trial of 1,764 m² with four replicates was started in Azul, province of Buenos Aires, Argentina in 2003. The obtained results are encouraging because in the first biennium, the treatment studied reached the national media and in the second, it was doubled. Annual average net production obtained in the evaluated period was 6,162 kg ha⁻¹ and the number of turions was 327,115. AG was significantly higher than AM and ACH with 7,315(a); 5,991.2(b) and 4,526.1(c) kg ha⁻¹ respectively. D1 surpassed D2 in 1.0 t ha⁻¹. The differences obtained between the biennia and treatments, which were constant throughout the study period, show the need to prepare seedbeds with an adequate density in order to obtain vigorous and good caliber crowns that root properly and allow the obtention of a high productivity rate in the number of turions and calibers according to the final market.

Key words: crowns, production, turions, calibers, quality, yield.

Introducción

En un cultivo perenne como el espárrago resulta de fundamental importancia conocer su potencial productivo a lo largo de los años, la evolución del rendimiento y la calidad del producto obtenido.

Constituye una alternativa productiva que ha cobrado gran relevancia a nivel global, ya que se cuenta con una producción mundial de 800,000 t con una superficie de 231,500 ha, destacándose en orden de importancia en producción: América (315,000 t), Asia (235,000 t) y Europa (230,000 t), mientras que en superficie cultivada: Asia (93,500 ha), América y Europa (cuentan con 65,000 ha cada una), Oceanía (4,750 ha) y África con (3,250 ha). Dentro de Sudamérica se destacan Perú (20,000 ha), Chile (2,700 ha), Argentina (1,300 ha) y Colombia (2,000 ha) (Laemers, 2008). En el caso particular de Argentina la superficie

actual 2011 es de aproximadamente de 550 ha (Liverotti *et al.*, 2011).

El espárrago (*Asparagus officinalis* L.) es una especie herbácea plurianual, que está formada por tallos aéreos ramificados y una parte subterránea o "corona", constituida por raíces y yemas, cuyas características (tamaño, calidad, sanidad) tienen un rol decisivo, ya que de ellas depende del rendimiento anual del cultivo, la calidad de la producción y la vida útil de la esparraguera. El tamaño de las yemas que integran las coronas está positivamente correlacionado con el calibre de los turiones producidos (Nichols y Woolley, 1985).

Las plantaciones definitivas generalmente son establecidas después de una etapa previa de una temporada de crecimiento, conocida como etapa de vivero o almacigo, en la que, en un terreno distinto y a partir de semillas, se obtienen coronas (arañas o champas), estructuras subterráneas que son usadas para implantar el cultivo definitivo. En esta etapa inicial, las plantas presentan un sistema radical en formación, más bien reducido (Krupp y Herrera, 1987). Dicha fase inicial es la más crítica, ya que los errores cometidos repercuten sobre toda la vida de la plantación. Además, una correcta elección del órgano de inicio (ya sea araña o plantín), constituye un aspecto fundamental para el logro de un buen resultado (Montanari, 1996).

Para este cultivo se han difundido dos sistemas: el tradicional de arañas (STA) y el moderno de plántulas con cepellón (SMP). En el primer caso se requiere un año para la producción de las coronas. El segundo sistema (SMP), permite optimizar el empleo del espacio disponible para el almárgo y realizar una mejor planificación de las plantaciones definitivas. El SMP presenta mayores requerimientos respecto de la necesidad de asegurar un constante aporte hídrico durante el primer año, intensificar los cuidados culturales, en particular los desmalezados, debido a que presentan mayor susceptibilidad al estrés durante la primera

fase del cultivo. Por esta causa, el sistema tradicional de arañas representa una oportunidad en aquellos casos de productores que no cuentan con sistema de riego y cuyos establecimientos se encuentran ubicados en zonas con un régimen de precipitaciones anual cercano a los requeridos por el cultivo de 7,000 m³ por ciclo (Castagnino *et al.*, 2009; Castagnino *et al.*, 2011).

Algunos autores, como Falavigna (2001), han identificado varias etapas productivas en el ciclo de vida del cultivo de espárrago: una inicial de crecimiento exponencial seguida de otra de productividad estable y finalmente una de decrecimiento productivo. Cada una de dichas etapas depende de las condiciones de cultivo, como por ejemplo densidad, tamaño y características del órgano de inicio, elección del híbrido, manejo del cultivo, extensión del período de cosecha, condiciones agroclimáticas, entre otras.

El espárrago tiene un período promedio de cosecha de 10 años y llega al máximo de producción al cuarto o quinto. Una elevada productividad es esencial para tener un buen retorno de la inversión, registrándose los precios más elevados según la calidad del producto ofrecido (Ellison, 1986).

El rendimiento de los cultivos y la calidad de sus productos están determinados por un componente genético y un componente ambiental (Holliday, 1960). El componente ambiental está dado por numerosos factores, entre estos, la población, o número de plantas por unidad de superficie del cultivo. Este factor tiene importancia fundamental y prioritaria para la obtención de altos rendimientos totales y comerciales (Kaufmann y Orth, 1990). En espárrago, cuando se emplea el sistema tradicional de arañas para la plantación, las cosechas generalmente se inician en el segundo año desde la plantación y el rendimiento anual logrado, va evolucionando en función de variables no controlables como las condiciones climáticas y otras controlables como las características

del órgano de inicio utilizado, la densidad o marco de plantación (Castagnino, 2010).

Considerando que el espárrago es un cultivo vigoroso, durante el período de cosecha anual, es posible distinguir tres fases: una inicial de cerca de 10 días en que la temperatura es la limitante de la cantidad de turiones; la fase 2: "Intermedia" de 20 a 30 días en que el factor limitante es la capacidad del híbrido de movilizar las sustancias de reserva, volviéndolas disponibles para el desarrollo de turiones; y finalmente la fase 3: "final" de 20 a 30 días, caracterizada por una reducción progresiva de cada cosecha, ya sea debido a la reducción de los calibres, como de la producción en general. El aumento de la temperatura induce una actividad metabólica superior, promoviendo el desdoblamiento más rápido de reservas y poniendo mayor cantidad de azúcares a disposición de las yemas. A medida que la temperatura avanza a lo largo del período de cosecha se observa que los días a ramificación de los turiones disminuyen significativamente por el incremento del ritmo de elongación, resultando cada vez menor la frecuencia diaria de cosecha (Knaflewski, 2009). Con las sucesivas cosechas, la concentración de las reservas radicales disminuye y, una vez concluida la etapa de recolección se inicia la fase vegetativa donde la planta sintetiza nuevas sustancias de reserva que son trasladadas y acumuladas en las raíces. Por tal motivo, el período de cosecha debe ser programado considerando la edad de la plantación y la cantidad de reservas acumuladas en las raíces en el año precedente, como así también en función del daño de plagas, enfermedades y condiciones climáticas, etc. (Hartman y Sasser, 1985; Hartmann *et al.*, 1990).

Debido a la característica pluri-anual del cultivo, el período de evaluación es prolongado, pero, según Corriols (1983) y Fallon y Nikoloff (1986) la evaluación del rendimiento durante los dos primeros años de cosecha se correlaciona altamente con la productividad en períodos más prolongados (Gatti *et al.*, 2000).

La productividad del espárrago al inicio de la etapa adulta mantiene una tendencia creciente, y se pueden lograr valores superiores a 8 t ha^{-1} , existiendo una relación directa entre el tamaño de corona y la productividad (Marina *et al.*, 2010) en plantaciones de secano.

Una esparraguera en buenas condiciones produce, por lo menos de ocho años, cerca de 10 t ha^{-1} en aproximadamente sesenta días de cosecha, a partir del tercer año desde la plantación. En cada cosecha la cantidad de turiones obtenidos varía de 350 a 500 kg ha^{-1} , en función de la temperatura. Por lo tanto, una planta produce de 350 a 500 g por año (Falavigna, 2004).

Teniendo en cuenta el valor que posee este producto en el mercado, es muy interesante para los productores saber cómo se comporta la producción con la utilización de diferentes densidades, a la hora de elegir el marco de plantación que van a emplear; ya que podría llegar a tener un impacto económico significativo (Marina *et al.*, 2010).

Las técnicas de manejo y la selección de cultivares de espárragos, mejor adaptados a una determinada región, se basa, esencialmente, en las producciones de los cuatro primeros años de cosecha de los diferentes genotipos en prueba, considerando las correlaciones entre las producciones individuales y el rendimiento acumulado durante ese período de vida (Corriols, 1983; Krarup y Henzi, 1993; Krarup, 1995).

El objetivo de este trabajo es comparar, durante sus dos primeros bienios, el potencial productivo de un cultivo de espárrago verde de secano, la incidencia del tamaño del órgano de inicio y de la densidad de plantación.

Material y Métodos

Este trabajo se inició en la Chacra Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), sobre la ruta nacional num. 3, km 305 ($36^{\circ} 48'$ lati-

tud Sur y $59^{\circ} 51'$ longitud Occidental), en el partido de Azul, Provincia de Buenos Aires, sobre un suelo argiudol típico en septiembre de 2003, a través de la plantación de arañas de espárragos verdes, sembradas en la primavera del 2001.

Etapa de Almácigo

La siembra del almácigo se efectuó en agosto de 2001 manualmente, en plano, a una profundidad de 2 cm y con un marco de siembra de 1.40 m entre hileras y 0.10 m entre plantas, correspondiente a una densidad de 71,428 plantas de hectáreas. El lote se preparó mediante varias pasadas de raspa de discos cruzadas y se complementó con motocultivador, equipado con fresa. Los surcos se marcaron mediante el empleo de dicho motocultivador equipado con escardillo. Se realizó fertilización de fondo en banda a razón de 250 kg ha^{-1} con fosfato diamónico.

Para el control de malezas durante esta etapa, se utilizó en preemergencia Linurón, y se complementó dicha aplicación con limpiezas manuales en la hilera y mecánicas con motocultivador entre las filas.

Las arañas, una vez extraídas en forma semi-mecanizada (efectuando el descalzado mecánico y la extracción manual) fueron lavadas, seleccionadas, calibradas y desinfectadas mediante el empleo de dos fungicidas: uno sistémico (Benomil) y uno de contacto (Captan).

Una vez retiradas las arañas (también llamadas garras o coronas del almácigo), se mantuvieron en lugar fresco y bien ventilado hasta el momento de la plantación.

Debido a las condiciones climáticas del año de siembra, de intensas precipitaciones, se pudo trasplantar recién en septiembre 2003. El híbrido utilizado fue el UC 157, heterocigota, caracterizado por ser muy precoz y por la producción de turiones de calibre medio, con brácteas cerradas, aún en condiciones de cosecha con altas temperaturas (Falavigna, 2006).

Etapas de plantación de ensayo a campo

La preparación del lote definitivo consistió en dos pasadas con arado de cincel cruzadas, dos de rastra de discos y una de motocultivador, para refinar la capa superior. Previo al trasplante se abrieron surcos a una profundidad de 25 cm, con motocultivador equipado con aporcadore. Se efectuó fertilización de fondo en bandas de 0.30 m en ancho con fosfato diamónico. La dosis utilizada en la hilera de cultivo, fue de 300 kg·ha⁻¹.

Una vez plantadas las coronas se taparon con tierra para evitar daños en caso de heladas. Se seleccionaron aquellas que eran sanas, de color blanco, sin restos de humedad ni mohos, de acuerdo con lo sugerido por González-Castañón, 2006.

Se compararon tres tamaños del órgano de inicio: AG: Arañas grandes (>150 g), AM: Arañas medianas (100-150 g) y ACH: Arañas chicas (70-100 g) y dos densidades D1=25,000 plantas por hectárea y D2=17,857 plantas por hectárea (a: 1.60 x 0.25 y 1.60 x 0.35 m, respectivamente). El diseño experimental fue de bloques al azar, con cuatro repeticiones.

El número de surcos por parcela fue de 3 y el número total de surcos de 48. La superficie real fue de 1,764 m² correspondiente a un ancho total de 63 m y 4 bloques de 7 m de largo cada uno, mientras que la superficie total del ensayo con caminos de 5 m de ancho y borduras fue de 3,829.5 m². En cada caso se evaluó el surco central de los tres que componen cada parcela, a fin de evitar efectos de bordura entre tratamientos.

A partir de la plantación 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 entrefila y manuales en las hileras a razón de cuatro anuales, con una periodicidad promedio de 1.5 meses. Se utilizó el mismo herbicida que en el almácigo, durante los dos primeros años

de cultivo definitivo y a partir del tercero se procedió a aplicar Metribuzin y Pendimetalin, en mezcla, en preemergencia de las malezas. Para el control de plagas se utilizó un insecticida sistémico, Imidacloprid, cuando fue necesario. Para el control de cebollín (*Cyperus rotundus*) se utilizó Basagrán a razón de 2 L·ha⁻¹.

El número de cosechas anuales no fue fijo sino que respondió a los indicadores de cosecha (calibre del 50 % de la producción) y a las condiciones agroclimáticas, variando de 20 a 24 cosechas anuales, con una frecuencia de día por medio.

Evaluaciones anteriores

A fin de preservar la plantación nueva del presente ensayo, se efectuaron evaluaciones destructivas recién desde el año 2005. Además la UNCPBA (Universidad Nacional del Centro de la Provincia Buenos Aires) cuenta con otro ensayo plantado en el año 1990 de distintas densidades, iniciado por arañas, que fue evaluado a lo largo de diversos años y cuyos resultados permitieron planificar el presente ensayo, a fin de determinar la incidencia del tamaño de arañas en el volumen producido anualmente y en la distribución de calibres logrados, ya que en el mismo no se utilizó el mismo tamaño de arañas.

Cosechas y Acondicionamiento

Se efectuaron manualmente en el periodo septiembre a noviembre, por la mañana y posteriormente los turiones fueron trasladados a laboratorio para su evaluación. Los espárragos una vez cosechados fueron lavados, cortados a 22 cm de largo, seleccionados por calidad, calibrados y pesados, según el Protocolo de Calidad de Espárragos de Argentina (SAGPyA, 2007).

Variables estudiadas

Peso fresco total comercial cosechado (PFT) en kg ha⁻¹ y para cada cosecha (PFC) en kg por cosecha, número de turiones por cosecha (NTC), número de turiones por hectárea

(NTT) y peso promedio por turión (PPT) en gramos. Para las determinaciones de peso se utilizó una balanza electrónica Sensotronic SE 500. Se realizó el análisis de la varianza (ANOVA) de tipo factorial a dos vías, considerando como factores el tamaño de arañas y dos densidades. Las medias fueron separadas con el test de la mínima diferencia significativa (LSD) para $p \leq 0.05$.

Resultados y Discusión

La variable más importante desde el punto de vista productivo es el rendimiento. El análisis de esta variable demostró diferencias significativas ($p < 0.001$) en el promedio de rendimiento en los años evaluados (Gatti *et al.*, 2000).

El rendimiento obtenido mostró una tendencia creciente a lo largo del período estudiado, habiéndose logrado el máximo valor en el 2007, el que duplicó al primer año evaluado. Dicho año correspondió al sexto desde la siembra del almácigo y al cuarto desde la plantación, como lo encontrado por Ellison (1986) y Asprelli (2005).

La producción neta promedio anual obtenida del período evaluado fue de 6,162 kg ha⁻¹; mientras que el número de turiones promedio fue de 327,115, habiéndose obtenido diferencias significativas entre años, tal como se observa en el Cuadro 1.

En la etapa de crecimiento inicial, correspondiente a los años 2005 y 2006, los resultados fueron crecientes en NTC, mientras que en kg ha⁻¹ durante la segunda temporada la plantación presentó una leve disminución, posiblemente debido al menor número de cosechas evaluado (22 respecto de 24 en el primer año) y al estado general de la plantación, debido a las condiciones agroclimáticas de la temporada vegetativa anterior, ya que al tratarse de un cultivo de secano, influyeron sobre el cultivo. Durante ese primer bienio se obtuvo una producción promedio comercial de 4,126.65 kg ha⁻¹ y de 228,351 turiones por ha, superando la media nacional de 4 t ha⁻¹.

En el segundo bienio productivo (sexto y séptimo año posteriores a la plantación) se logró la máxima producción promedio del período evaluado hasta el momento, con un valor de 8,196.85 kg ha⁻¹, equivalentes a 382.52 g por planta mientras que en turiones por ha, se lograron 362,769 equivalentes a 17 turiones por planta.

Dichos resultados indican una gran evolución productiva durante el segundo bienio de la plantación, que casi duplicó el rendimiento logrado en kg ha⁻¹ en el primer bienio. En turiones la mayor evolución se dio en el peso promedio, que llegó a 23 g por turión en el segundo bienio; mientras que en el primer bienio fue de 18 g por turión, posible-

Cuadro 1.
Evolución de la producción de espárrago verde en un periodo de cuatro años.

| Año | Nº Cosechas | PFC Kg ha ⁻¹ (por cosecha) | PFT Kg ha ⁻¹ (anual) | NTC Turiones por cosecha | NTT Turiones por hectárea |
|------|-------------|--|------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 2005 | 24 | 184.43 ^b | 4,426.2 ^b | 9,485.9 ^c | 227,662.4 ^c |
| 2006 | 22 | 173.96 ^c | 3,827.1 ^c | 10,410.9 ^b | 229,040.3 ^b |
| 2007 | 20 | 445.35 ^a | 8,906.9 ^a | 19,921.2 ^a | 398,423.3 ^a |
| 2008 | 20 | 374.34 ^a | 7,486.8 ^a | 22,666.7 ^a | 453,333.3 ^a |

Letras diferentes indican diferencias estadísticas, Tuckey $p \leq 0.05$. Peso fresco total (PFT), peso fresco por cosecha (PFC), número de turiones por cosecha (NTC), número de turiones por hectárea (NTT).

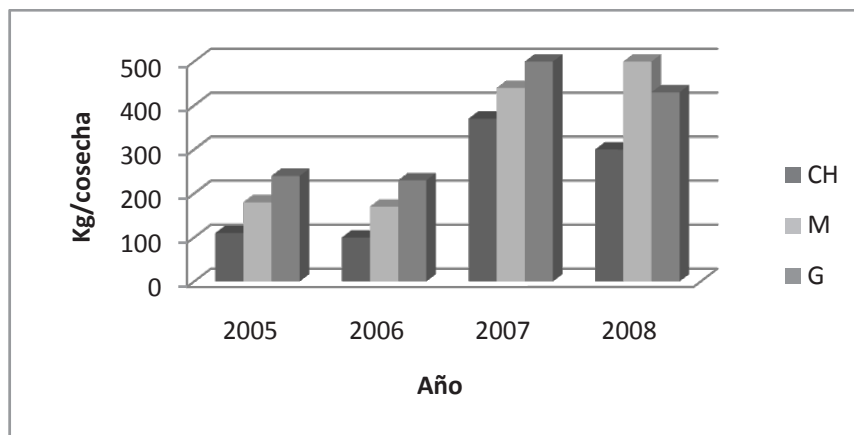


Figura 1. Evolución de la productividad de espárragos en una plantación iniciada mediante tres tamaños de arañas.

mente debido a la mayor expansión de las yemas de las coronas. Estos resultados de mayor peso total logrado en el segundo bienio, cuando se obtuvieron turiones de mayor peso promedio, coincide con lo encontrado por Ellison (1986), quien trabajando con las mismas plantas durante tres años consecutivos, observó que los rendimientos máximos provinieron de plantas que tenían muchos turiones grandes, y que las plantas con muchos turiones pequeños o con pocos turiones grandes no tuvieron altos rendimientos.

Evolución productiva mediante el empleo diferentes tamaños de órgano de inicio

El resultado obtenido mediante el empleo de arañas grandes resultó significativamente superior a las medianas y a las chicas, habiéndose logrado: 7,315 (a); 5,991.2 (b) y 4,526.1 (c) kg ha⁻¹ respectivamente, para AG, AM y ACH. En cuanto a la producción por cosecha en kg ha⁻¹ de los distintos tratamientos, esta fue de: 365.7 (a) para G; 299.6 (b) para M y 226.3 (c) para CH (Figura 1).

En la Figura 1, se observa la evolución creciente del rendimiento logrado de los tres tamaños estudiados a lo largo de los años estudiados. De manera similar a lo reportado por Gatti *et al.*, (2000) la evaluación del rendimiento durante los dos primeros

años de cosecha se correlacionó altamente con la productividad en el bienio posterior. No obstante y debido a la característica pluri-anual del cultivo, el período de evaluación debe ser prolongado, tal como lo sugieren Corriols (1983) y Fallon y Nikoloff (1986).

Evolución productiva mediante diferentes densidades de cultivo

En cuando a la influencia ejercida en el rendimiento por las dos densidades utilizadas, las cuales se encuentran dentro de los valores normales para esta especie, si bien las diferencias no fueron tan marcadas como en la variable tamaño, se pudo comprobar que la densidad de 25,000 plantas por hectárea permite lograr al menos una tonelada más que la de 17,800 plantas por hectárea, obteniéndose en ambos casos similar número de turiones, tal como se muestra en la Figura 2.

Para las dos densidades estudiadas, se logró un mayor rendimiento en el segundo bienio respecto del primero, como era de esperarse, dada la normal evolución del cultivo (Figura 2).

Resultados similares se obtuvieron en un ensayo con distintas densidades mediante el empleo de plantines como sistema de inicio (Castagnino *et al.*, 2011).

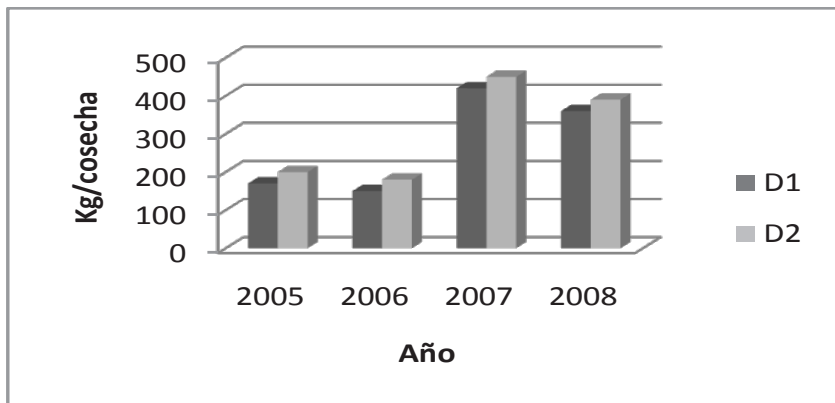


Figura 2. Evolución de las medias marginales estimadas de peso fresco neto por cosecha a lo largo de los años para las dos densidades estudiadas en el cultivo de espárrago.

Al igual que lo encontrado por Marina *et al.*, (2010), existiría una relación directamente proporcional entre el rendimiento logrado y la densidad y el tamaño de corona, debido a que el análisis efectuado resultó significativo para todos los efectos principales.

Se lograron similares tendencias que las logradas por Medina (1990), en un ensayo realizado en Chile. Los resultados señalaron que hubo diferencias de rendimiento en número de turiones entre las dos distancias sobre hilera y en peso entre las dos edades de corona. El mismo autor encontró que el número de turiones por hectáreas varió de

134,837 a 116,550 para las distancias de 0.20 m y 0.30 m y de 132,754 y 118,634 para espárragos verdes y blancos respectivamente, y de 129,282 a 122,106 para plantas de 1 y 2 años, respectivamente. El peso de turiones por hectárea varió entre 4,732 y 4,378 kg ha⁻¹ para plantas distanciadas a 0.20 m y 0.30 m y entre 4,649 y 4,461 kg ha⁻¹ para espárragos verdes y blancos, y de 4,345 a 4,765 kg ha⁻¹ para plantas de 1 y 2 años, respectivamente.

Las dos densidades estudiadas siguieron similar tendencia productiva para los distintos tamaños de arañas evaluados, tal como se observa en las Figuras 3 y 4.

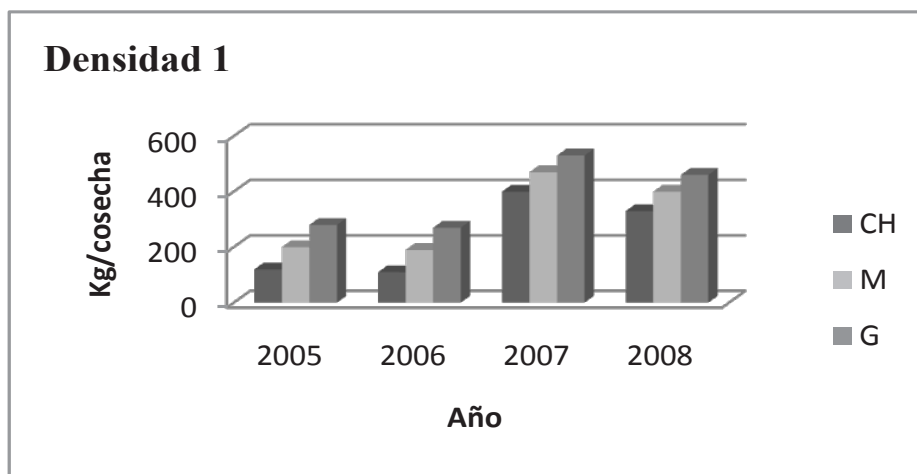


Figura 3. Evolución de las medias marginales estimadas de peso fresco neto por cosecha, para el periodo 2005-2008.

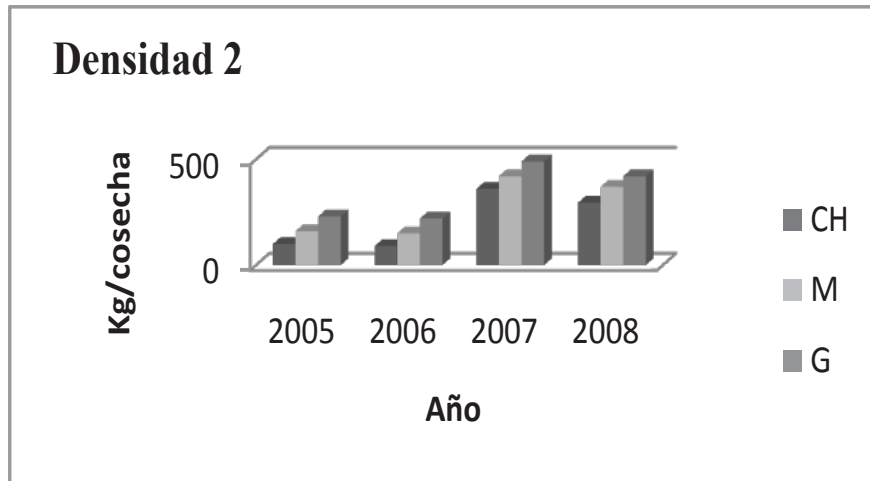


Figura 4. Evolución de las medias marginales estimadas de peso fresco neto por cosecha, para el periodo 2005-2008.

Para los tres tamaños considerados, analizando el número de turiones cosechados, se destacó el segundo bienio (2007 y 2008), con un promedio de 425,878 turiones cosechados, seguido de la campaña 2006 y finalmente de la 2005, tal como se muestra en la Figura 5.

Tamaño promedio de turiones a lo largo de los años estudiados

Se encontraron diferencias significativas para el peso promedio de los turiones cosechados, resultando superior el tratamiento AG (a), seguido de AM (ab) y ACH (b), correspondiendo a

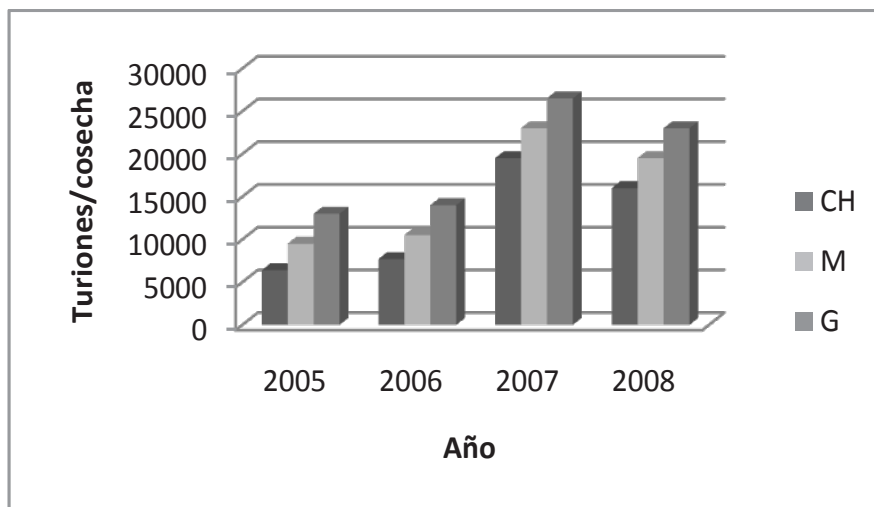


Figura 5. Evolución de las medias marginales del número de turiones por cosecha, en el periodo 2005 – 2008 para distintos tamaños de arañas.

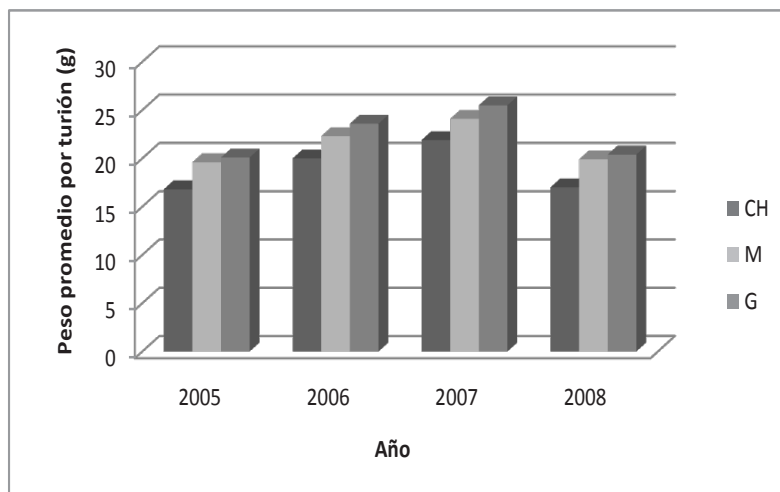


Figura 6. Evolución de las medias marginales estimadas del peso promedio por turión para los diferentes tamaños de arañas del 2005 al 2008.

22.26 (a); 21.38 (ab) y 18.82 g turión⁻¹ (b) respectivamente, indicando la relación existente entre el tamaño de las yemas que integran las arañas plantadas (y que están en relación directa a la dimensión total de las mismas) y el calibre de los turiones cosechados (Figura 6).

No se obtuvieron diferencias significativas respecto del número de turiones producidos en ambas densidades, tal como se indica en la Figura 6, lo que estaría indicando que cuando se plantó a menor densidad, las coronas tuvieron la oportunidad de producir yemas de mayor tamaño, las que brindaron turiones de mayor calibre y peso.

En el 2007 se logró el mayor peso promedio por turión de los cuatro años estudiados, para los tres tamaños de órgano de inicio considerados, tal como se observa en la Figura 6.

Cointry *et al.*, (1996) establecieron que el número de turiones, junto con el peso medio del turión, son las variables determinantes del rendimiento, concordando los datos del presente trabajo con dicha aseveración.

Por tal motivo, es necesario optimizar todos los factores agronómicos que confluyen en la producción: marco de plantación, elección de la

densidad, además de otros factores como control adecuado de plagas y malezas, fertilización, etc., acompañado de una equilibrada extracción de turiones, tendiente a conservar las reservas de las raíces dentro de límites adecuados al cultivo.

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 las arañas a cultivar.

Conclusiones

Del análisis de la variación de la producción durante los primeros cuatro años de una plantación de espárrago verde, a diferentes densidades y con tres tamaños de arañas, se observó que la misma llegó al máximo de producción en el segundo de los dos bienios analizados y que la productividad dependió del tamaño de las coronas al momento de la plantación. Por este motivo, regular el tamaño del órgano de inicio, para una adecuada plantación es un aspecto imprescindible, que hace necesario efectuar plantaciones de calibres uniformes.

Estos resultados indican una fuerte influencia, no solamente del tamaño del órgano de inicio para el sistema tradicional de arañas utilizado, sino también del marco de plantación empleado; siendo necesario continuar estudiando este aspecto en la etapa adulta de la plantación, a fin de determinar la incidencia de una mayor competencia entre plantas.

La densidad de 25,000 plantas por hectárea permitió obtener una productividad creciente a lo largo de los años estudiados en kg ha^{-1} , mientras que en número de turiones ambas densidades se igualaron desde el tercer año, indicando que cuando el objetivo es lograr elevados rendimientos al comienzo de la vida productiva, conviene utilizar la mayor densidad, pero cuando el objetivo es lograr mayor calibre o peso de los turiones en el tiempo, conviene la menor densidad, posiblemente debido a la competencia intraespecífica que se genera.

Las posibilidades que brinda el sistema tradicional de arañas en el cultivo de espárragos, aun en condiciones de secano, representa una oportunidad, en aquellos casos que no se dispone de riego, recurso imprescindible para el inicio por plantines.

En síntesis, es necesario considerar que la expresión completa de la potenciabilidad productiva del cultivo, depende en gran medida de las decisiones tomadas en la etapa inicial del mismo, las que difícilmente pueden revertirse mediante el ulterior manejo de este.

Agradecimientos

Se agradece la valiosa colaboración brindada por el Sr. Ulises Troncoso por los cuidados brindados al ensayo desde el inicio y a la Prof. Silvia Benson por su tarea de traducción de nuestros trabajos y a la Dra. Patricia Sastre Vázquez por su contribución en el análisis estadístico de algunos de los resultados logrados de nuestros ensayos.

El presente trabajo forma parte del proyecto "Puntos Críticos de la Cadena Espárrago", mismo que se desarrolla en el marco del programa de investigación y transferencia tecnológica 03 A / 185 "Cadena Espárrago bajo un enfoque sistémico" al que pertenece. Recibe el apoyo económico brindado por la SECAT (Secretaría de Ciencia, Arte y tecnología de la UNCPBA).

Literatura citada

- Asprelli PD, López Anido FS, Country EL. Caracteres agronómicos en el cultivo de espárrago de diferentes edades y manejos. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 2005; 40: 47-52
- Barón CG, Vallejo H. *Asparagus* whitening using black polyethylene. *Asparagus Research Newsletter* 1990; 8: 13-23.
- Castagnino A. Cadena del espárrago, un enfoque sistémico. En: Primer Curso Internacional de la Cadena Agroalimentaria de Espárrago en el marco del XXXIII Congreso Argentino de Horticultura. Unidad: cultivo, acondicionamiento y transporte. 28 Septiembre, 01 Octubre de 2010. Rosario, Santa Fe, Argentina.
- Castagnino AM, Díaz K, Rosini MB. Manual de Cultivos Hortícolas Innovadores. Buenos Aires Argentina. Editorial Hemisferio Sur S. A. Enero 2009. 1-356.
- Castagnino AM. Manual de la cadena agroalimentaria del espárrago. Cátedra de Horticultura. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires - Pontificia Universidad Católica Argentina. 2004.

- Castagnino A, Diaz K, Sastre Vazquez P, Rosini M, Sasale S. Management of asparagus bed initiated with seedlings with ball of soil 2009. *Revista Agronomía Mesoamericana* 2011; 22 (11): 01-08.
- Castagnino AM. Planeamiento estratégico de la empresa agroindustrial. Buenos Aires, Argentina. Editorial Hemisferio Sur, S. A., 2004. 192.
- Cointry EL, Lopez Anido FS, Gatti I, Firpo IT, García SM. Criterios para la selección de plantas elite en espárrago. *Noticiero de Biología, Viña del Mar*, 1996. 4: 144.
- Corriols L. Fast cultivar evaluation in asparagus trials. *Asparagus research Newsletter* 1983; 1: 10-11.
- Dean BB. The effect of temperature on asparagus spear growth and correlation of heat units accumulated in the field with asparagus yield. In: Proc. 9th International *Asparagus Symposium*. Acta Horticulture, Benson B. 1999. 289-295.
- Drost DT. Asparagus. The physiology of vegetable crops. Cambridge: Centre for Agriculture Bioscience International, Wien, H.C. (Ed.), 1997. 621-649.
- Ellison JH. *Asparagus* breeding. In: Basset, M.J. (Ed.). *Breeding Vegetables Crops*. Westport AVI 1986; 521-569.
- Falavigna A. I Punti critici de'asparago in campo en el post-raccolta. La stessa tecnica per venti secoli: la fossa per le "zampe". *L'Informatore Agrario* 2006; 52-56.
- Falavigna A, Palumbo AD. La coltura dell' asparago Editorial Calderini edagricole. 2001. 52-130.
- Falavigna A. Strategia per la ottimizzazione e valorizzazione de la produzione di asparago in Sicilia. Editorial Grillo e Famá. Spadafora (Me), Italia. 2004. 39-40.
- Fallon PG, Nikoloff AS. Asparagus: value of individual plant yield and fern characteristics as selection criteria. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture, Lower Hutt* 1986; 14: 417-420.
- Gatti I, Cravero V, López Anido F, Cointry E. Evaluación de siete poblaciones de espárrago (*Asparagus officinalis* L.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2000; 35: 6.
- González-Castañón M. 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 Num. 174. Union Europea. Editado por Diputación General de Aragón 2006.
- Hartman KM, Sasser JN. Identification of Meloidogyne species on the basis of differential host test and perineal pattern morphology. En: Barker K.R., Carter C.C., Sasser J.N. (eds). *An advanced treatise on Meloidogyne. Methodology*. 1985 2: 69-77. North Carolina State University Graphics. Raleigh, North Carolina, USA.
- Hartman HD, Hermann G, Altringer R. Evaluation of Nutrient Status Asparagus By leaf and root analysis. *Acta horticulture* 1990; 271: 433-442.
- Holliday R. Plant population and crop yield. *Nature*. 1960; 186: 22-24.

- Kaufmann F, Orth W. Principles of plant density for green asparagus harvested by different methods. *Acta Horticulturae* 1990; 31: 253-256.
- Knaflewski M. History of asparagus cultivation and International *Asparagus* Symposia. International *Asparagus* Symposium 2009. Perú. Disponible en <http://ias2009peru.com/presentations/001Knaflewski.pdf>
- Krarpup A. Rendimiento de veintiocho genotipos de espárragos en sus cuatro primeros años de cosecha. *Agro Sur* 1995; 23: 107-116.
- Krarpup A, Henzi X. Producción anual y acumulada de siete cultivares de espárrago bajo las condiciones de Valdivia, Chile. *Agro Sur* 1993; 21: 128-135.
- Krarpup A, Herrera M. Germinación, emergencia y desarrollo inicial del espárrago (*Asparagus officinalis* L.) a partir de semillas de distinto diámetro. *Agro Sur* 1987; 15: 26-31.
- Laemers HMA. Asparagus developments in The Netherlands, Europe and Worldwide. 5ª Forum Europeo dell'Asparago. EUROASPER 2008. 2008 febrero 28.
- Liverotti O, Castagnino A, Zubiría A, Díaz K, Rosini MB. Tendencias de la comercialización de espárrago en el MCBA durante la última década. En: XXXIV Congreso Argentino de Horticultura. El arte de integrar la producción y el consumo. Visión actual y futura. Seminario Internacional Frutura-CYTED. Organizado por la Asociación Argentina de Horticultura ASAHO. HGMB002. Septiembre de 2011. Buenos Aires, Argentina.
- Marina J, Castagnino A, Sastre P, Díaz K, Guisolis A. Alternativas para optimizar la productividad y asegurar una mejor calidad del espárrago (*Asparagus officinalis* var. *altilis* L.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 2010; 4: 55-67.
- Medina A. Efecto de la distancia de plantación sobre la hilera y edad de la corona en espárragos verde y blanco en su segundo año de cosecha. (Tesis de ingeniero agrónomo). Valdivia, Chile: facultad de ciencias agrarias, universidad austral de Chile, 1990.
- MINEDU. {serie en internet} 2005. Disponible en <http://www.minedu.gob.pe>.
- Montanari V. I mezzi tecnici per la coltura in vivaio. *L'Informatore e Agrario* 1996; suppl 25-36.
- Mortarini N, Castagnino A, Sastre Vázquez P. Evaluación del crecimiento y producción de turiones de espárrago verde (*Asparagus officinalis* L.) producidos bajo dos sistemas de inicio, arañas y plantines, en azul, Buenos Aires. {serie en internet} 2007. Disponible en: http://200.16.86.38/uca/common/grupo5/files/evaluacion_del_crecimiento2.pdf
- Nichols MA, Woolley D. Growth studies with asparagus. In: International asparagus symposium, 6 Proceedings. 1985. 287-297. University of Guelph, Ontario.
- Ornstrup O. Biotechnological methods in asparagus breeding. *Asparagus Research Newsletter* 1997; 14: 1-25.

SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos). Protocolo de calidad para espárrago fresco {monografía en internet}. Resolución SAGPyA N° 249/2007, 2007. Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/programa_calidad/diferenciacion/sello/SAA010_Esparrago_v08.pdf

San Martín-Izcue C. El riego del espárrago. *Agrícola Vergel* 1988; 83: 623-626.