

J.I. Marsal<sup>1</sup> ● A. Calatayud<sup>1</sup> ● A. Miguel<sup>1</sup> ● J.J. Cerda<sup>1</sup>  
J. Parra<sup>2</sup> ● A. Aguilar Rodríguez<sup>2</sup> ● J. de Dios Gamayo<sup>2</sup>

# PROYECTO IVIA: MEJORA DE LAS TÉCNICAS DE CULTIVO EN ALCACHOFA.

<sup>1</sup> Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Departamento de Horticultura. Ctra. Moncada-Naquera km. 4,5. 46113-Moncada, Valencia, España.

<sup>2</sup> Estación Experimental Agraria de Elche-IVIA. Ctra. Dolores km. 1. 03290-Elx, Alicante, España

## INTRODUCCIÓN

España es el tercer productor mundial, y el primer exportador de alcachofa en fresco. En la zona Mediterránea se obtiene más del 70% de la producción mundial de alcachofa (*Cynara scolymus*), siendo Italia, España y Francia los principales productores de la Comunidad Europea.

El cultivo se encuentra en expansión en Asia (China), Sudamérica (Perú, Argentina, Chile), África (Egipto, Marruecos, Argelia) y Estados Unidos. En la gráfica 1 podemos ver la distribución de la producción mundial de alcachofa en 2010 (FAO, <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=291&lang=es>).

## IMPORTANCIA DEL CULTIVO

En los últimos años hemos vivido en España un importante descenso tanto de la superficie (gráfico 2) como de la producción de alcachofa (gráfico 3), pasando de 19.700 ha y 290.200 toneladas en el año 2000 a 14.700 ha y 166.700 toneladas en el 2010 (según datos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente). El desarrollo de la cam-

Gráfico 1: Producción mundial de alcachofa (Toneladas)

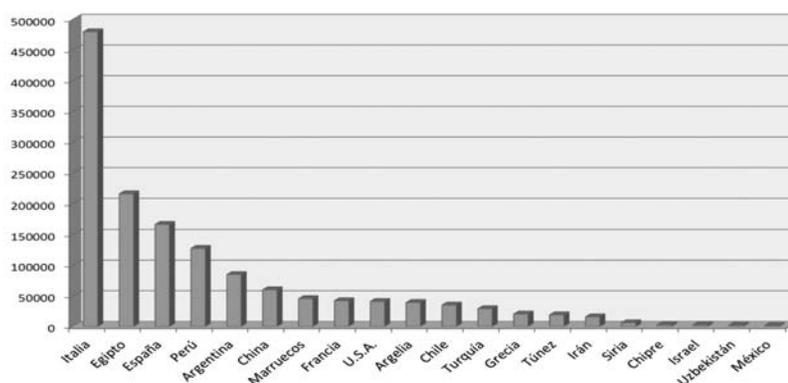


Gráfico 2: Evolución de la superficie de alcachofa en España (miles de hectáreas)

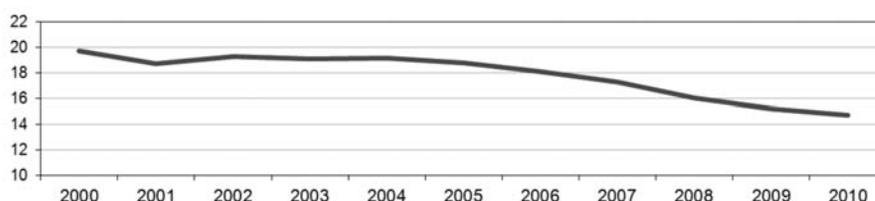
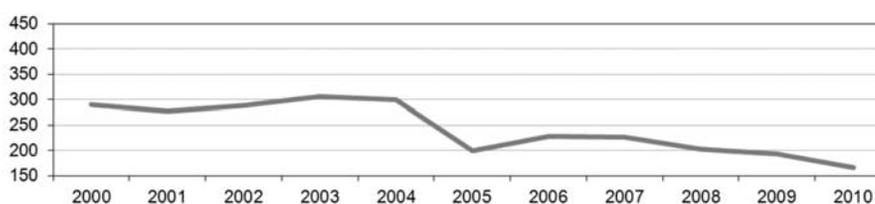


Gráfico 3: Evolución de la producción de alcachofa en España (miles de hectáreas)



paña de alcachofa 2011/12, según los datos que dispone el Ministerio de Agricultura ([www.magrama.gob.es](http://www.magrama.gob.es)), en su publicación del avance estadístico de superficies y producciones la alcachofa muestra un incremento de producción de 7,6% y un descenso en la superficie cultivada de un 4,9%.

En España, la superficie destinada al cultivo de alcachofa, ofrece diferencias según comarcas, dependiendo

de las temperaturas invernales que permiten que no se produzcan daños por frío, y puede destinarse más alcachofa a mercado en fresco y, por lo tanto obtener una mayor rentabilidad en el producto. El 83% de la superficie dedicada a alcachofa se ubican en las comunidades de Murcia (41,30%), Valencia (23,88%) y Andalucía (17,40%). Mientras que el resto se reparte entre Cataluña, Navarra, La Rioja, Baleares y algo en la Comunidad de Madrid (MARM, 2010).



ZONA PRODUCCIÓN	SUPERFICIE ha	RENDIMIENTO Kg/ha	PRODUCCIÓN TM
ESPAÑA 2009	15.190	12.808	194.099
ESPAÑA 2012	9.063	S.D	S.D
R. DE MURCIA 2009	5.707	13.100	74.762
C. VALENCIANA 2009	3.952	11.924	47.122
R. DE MURCIA 2012	3.806	S.D	S.D
C. VALENCIANA 2012	2.744	S.D	S.D

<http://www.magrama.gob.es/es/>

El destino de la producción en España es de un 30% a fresco y el 70% a industria conservera (Macua, 2003). En Alicante y Murcia, gran parte de la producción se destinan a exportación en fresco, especialmente con destino a Francia.

Prácticamente toda la producción de alcachofa en España corresponde a una variedad, Blanca de Tudela, que se multiplica vegetativamente a través de zuecas o estacas que son trozos de tallos con yemas y parte de rizoma en que se divide la planta una vez acabado el ciclo del cultivo. Estas zuecas se plantan en Julio-Agosto y a partir de sus reservas las yemas emiten uno o más brotes que comenzarán a producir en una primera cosecha (1er colmo) en Otoño y seguirá con una segunda cosecha (2º colmo) a partir de Marzo y hasta final del cultivo (Abril-Mayo).

**Ventajas del cultivo de alcachofa:**

Debido a la duración de su ciclo de cultivo, la alcachofa proporciona ingresos continuados durante una larga temporada (octubre-junio).

Requiere menos atenciones durante la mayor parte del ciclo que otros cultivos hortícolas, lo que le hace compatible con otras actividades.

Podemos situar la media de los costes de producción en torno a 0´36 €/kg, y la media de los precios de venta en torno a 0´40 €/kg. Los rendimientos medios se pueden establecer alrededor de 11.000 Kg/ha.

Estas y otras razones hacen que el cultivo se mantenga en algunas zonas en las que otros cultivos hortícolas han desaparecido.

Como se ha comentado anteriormente la variedad ampliamente dominante es Blanca de Tudela. En Murcia y Alicante, existe una cierta producción de otras variedades como Violeta de Provenza, Macau, Blanc Hyerois, Camus de Bretagne, Spinoso sardo, destinadas a exportación y que también se multiplican vegetativamente.

Una alternativa a la alcachofa por multiplicación vegetativa es la alcachofa procedente de semilla, cuya implantación está cada día más extendida aunque es utilizada principalmente para completar las fechas de producción de Blanca de Tudela, en los meses de mayo a octubre. Esta tendencia está cambiando con la introducción de nuevos cultivares de semillas mas adaptados a nuestras condiciones climáticas y de manejo pero aún queda mucho que mejorar, en especial el precio y la disponibilidad de semilla.

La multiplicación vegetativa es por tanto el principal método de propagación utilizado hoy en día.

**Principales órganos de multiplicación:**

Se conoce como organos de multiplicación aquella parte de la planta a partir de la cual puede generar otra nueva planta.

En cada país productor de alcachofa se utilizan diversos órganos de multiplicación a saber; zuecas, estacas, ovolis, cardillos e hijuelos.

Las zuecas son trozos de la planta que contienen tallos basales y que nacen entre la zona de la raíz y la corona de la planta. El aprovechamiento de las zuecas es el método ampliamente utilizado en la Blanca

de Tudela.

La técnica por óvolis consiste en el aprovechamiento de unas yemas engrosadas, situadas en la zona radicular de la planta, como material vegetativo para la multiplicación y propagación de la alcachofa. Aunque es un método muy interesante para multiplicar otras variedades típicas de los principales países productores, como Italia no se practica en España porque la variedad Blanca de Tudela prácticamente no genera ovolis.

Otro método emplea como organo de multiplicación los cardillos, que son unos brotes tiernos que se inducen en condiciones especiales para que echen raíz y se puedan cultivar. Es un sistema que se utilizaba tradicionalmente en la Vega Baja del Segura, pero al que cada vez se recurre menos.

En España el método actual de multiplicación de plantas es por estacas o zuecas, como se ha venido utilizando tradicionalmente. Estas se extraen de plantaciones comerciales que ya han producido y se encuentran en periodo de reposo estival.

**El sistema de estacas o zuecas presenta varios inconvenientes:**

- La tasa de generación de zuecas es baja, 4-5 zuecas por planta, como máximo, con lo que se necesitan grandes extensiones para obtener el material vegetal base.

- Escasa garantía fitosanitaria. Es muy frecuente la transmisión de plagas como *Gortyna xanthenes*, enfermedades (*Verticillium* y *Rhizoctonia*) y virosis. Sobre todo la transmisión de *Verticillium* está ocasionando un grave problema fitosanitario en la alcachofa.

- Ocasiona un alto porcentaje de marras (plantas no brotadas) que puede pasar del 50% de la planta-

ción. El estado del material vegetal de partida, las condiciones de almacenamiento y transporte de las estacas así como las condiciones ambientales posteriores a la plantación pueden influir muy negativamente sobre el prendimiento final de las estacas.

- La falta de uniformidad, tanto en el número de yemas brotadas por planta como en el tiempo que tardan en hacerlo y en el vigor de las mismas.

La producción de alcachofa en España es estacional y se dedica indistintamente a industria o mercado en fresco, en función de la demanda de uno y otro. La estacionalidad la produce el propio método disperso de brotación y floración de las plantas, lo cual obliga a un elevado número de recolecciones y a que estas sean manuales y selectivas y, por lo tanto, caras.

La práctica totalidad de las plantaciones de alcachofa en España, exceptuando las de semilla, se producen según el método antes expuesto: arranque de estacas o zuecas de plantaciones comerciales y plantación después de un corto periodo, generalmente el necesario para llegar al punto de destino, en el terreno definitivo.

### **Investigación y desarrollo de nuevas técnicas de multiplicación:**

Se ha realizado un esfuerzo por parte de investigadores italianos de producir planta de alcachofa, por multiplicación vegetativa en vivero (Mauromicale *et al.* 2004). En este trabajo, el material de reproducción que se obtiene, procede o de plantas instaladas en el campo o en contenedores de 120 L. y en todos los casos eran brotes con la raíz ya iniciada que se cortaban a 15 cm y se colocaban en maceta de 7 cm de diámetro y 10 cm de profundidad, lo cual indica que se trata de esquejes

de tamaño bastante grande. Un intento similar es el de Cardarelli (Cardarelli *et al.* 2005) en el que utiliza planta procedente de cultivo "*in vitro*", cultivada sobre sustrato. Con la adición de benziladenina se estimula la producción de brotes, los cuales periódicamente se arrancan, se almacenan en frío y se ponen a enraizar con aplicación de la hormona ANA a la concentración de 2000 ppm. Como en el experimento anterior, los esquejes con mayor capacidad de enraizamiento son los más grandes. La técnica de cultivo "*in vitro*" no es aplicable a la variedad Blanca de Tudela porque es difícil de evitar la contaminación y las que sobreviven pierde la precocidad y degeneran (plantas Cuaresmeras). En otro experimento, el mismo autor no obtuvo más brotes por planta con la aplicación de la hormona BA, ni aumentó el porcentaje de enraizamiento con empleo de fitorreguladores. En este experimento, con enraizamiento bajo nebulización y sustrato de perlita, como en los casos anteriores, los mejores resultados se obtenían con esquejes de mayor tamaño. Estudiando la influencia del tamaño del esqueje, Tesi (Tesi *et al.* 2004), llegó a la conclusión de que influía más en el porcentaje de enraizamiento la longitud del esqueje que su diámetro. También determinó que era interesante una baja densidad de plantación (240 plantas/m<sup>2</sup>) y utilizar un sustrato con alta capacidad de retención de agua (turba).

En Italia y Francia se utiliza, en algunas regiones, la multiplicación por hijuelos, arrancados de la planta en vegetación y colocados directamente en el campo. En España se llegó a utilizar, en muy escasa proporción, una variante del mismo, consistente en pasar los hijuelos a un vivero al aire libre, donde un escaso número de ellos llegaban a enraizar.

Un método de multiplicación muy utilizado en Italia es el de "ovoli" o

brotes cortos, en estado de reposo, una vez paralizada la vegetación, en verano. Esos ovolis, que normalmente son subterráneos, se desprenden de la planta y se utilizan como material de propagación en una nueva plantación. El número de ovolis que se obtienen de la variedad Blanca de Tudela es más bien escaso y la calidad de ellos es deficiente. Una técnica para estimular el número de ovolis es eliminar, durante el período vegetativo, la parte aérea de la planta, de este modo se puede estimular el crecimiento de nuevos brotes y la posterior aparición de mayor número de ovoli (Morillo *et al.* 2006; Eser *et al.* 2006).

Una modificación del tradicional método de estacas, con el fin de aumentar la tasa de multiplicación la propone Vetrano (Vetrano *et al.* 2000), que consiste en utilizar, en vez de estacas enteras, fragmentos de la parte basal, de unos 2 cm de longitud.

Hace algunos años, desde el IVIA se realizaron experimentos de enraizamiento de estacas en condiciones de temperatura y luminosidad controladas, mejorando sustancialmente el prendimiento de las estacas. La dificultad de mantener esas condiciones ambientales en la época de verano, salvo en instalaciones muy sofisticadas, hace el procedimiento inviable.

En ensayos posteriores, hace unos años, en que, por otras razones, no se pudo plantar antes de mediados de septiembre, enraizamos zuecas de Blanca de Tudela colocadas en bandejas de alveolos de 7 cm, en una instalación con cubierta de malla. El porcentaje de plantas brotadas en el vivero y de plantas enraizadas en la plantación definitiva (en campo) fue mucho más alto del usualmente utilizado con el procedimiento habitual. Con este sistema, aunque aumente el porcentaje de prendimiento, la tasa de multiplicación sigue siendo la misma que

con el tradicional y aumentan sensiblemente los costes de producción: maceta, plantación, sustrato, mantenimiento en semillero y traslado a la plantación definitiva. Se han realizado numerosas pruebas con distintos métodos de multiplicación vegetativa de la alcachofa. Con la decapitación de la planta o destruyendo su ápice vegetativo, con herbicida de contacto, aumenta sustancialmente el número de brotes dispuestos para ser enraizados o el número de ovulis, si se dejan hasta que la planta entre en reposo.

Con el enraizamiento de brotes, siempre de pequeño tamaño para poder hacerlo en bandeja de alvéolos, nunca se ha conseguido un aceptable porcentaje de prendimientos, pese a haber probado sustratos, hormonas y ambientes diferentes. Por el contrario, han habido resultados prometedores con el empleo de ovulis enraizados en vivero o utilizados directamente como material de plantación.

La producción de planta a partir de esquejes en vivero y a un precio competitivo no está ni mucho menos, conseguida, aunque desde hace unos pocos años se está realizando un considerable esfuerzo en esta dirección por parte del departamento de horticultura de IVIA.

## **PRINCIPALES OBJETIVOS DEL PROYECTO DE ALCACHOFA EN EL IVIA**

El IVIA, en su departamento de Horticultura, viene desarrollando desde hace algunos años un proyecto para la mejora de los métodos de multiplicación vegetativa de la alcachofa. Se detalla a continuación los objetivos de este proyecto.

A.- Puesta a punto de un método de multiplicación vegetativa de la alcachofa en vivero, con material vegetal de las siguientes características:

Sano

Enraizado y en crecimiento activo

Manejable, de tamaño reducido

Adaptado para establecimiento de un calendario de producción para consumo en fresco e industria.

A precio competitivo.

B.- Establecimiento de un calendario de producción, para mercado interior e industria, a partir de variedades de multiplicación por semilla.

### **A.- Multiplicación vegetativa de plantas**

1 Multiplicación por zuecas y estacas

1.1 Certificación de sanidad. Muestreo y análisis de material vegetal. Se elegirán parcelas de cultivo con buen aspecto sanitario.

1.2 Plantación de material vegetal sano (estacas) Obtención de estacas al final del cultivo, en julio-agosto

1.3 Prebrotación en cámara. Consiste en humedecer las estacas y mantenerlas durante 10 días a 6°C y 90 % de HR.

1.4 Evaluación del material vegetal producido

2 Multiplicación por esquejes enraizados y ovuli.

2.1 Obtención de órganos de multiplicación.

2.2 Enraizamiento.

2.2.1 De esquejes:

- En distintos sustratos (sustrato comercial, fibra de coco, perlita)

- Con aplicación de auxinas (AIA, AIB, ANA) o sus mezclas. Aplicación de ácido salicílico (1mM) y ácido ascórbico (0.5mM) a la solución nutritiva durante el periodo de enraizamiento

- En distintos ambientes (túnel de plástico o malla, nebulización) con temperatura y HR controladas

2.2.2 De ovuli o esqueje

### **B.- Calendario de producción con variedades de semilla**

#### **1 En ciclo normal. Plantación de verano**

Se trata de un ciclo de producción que podría sustituir a la variedad actualmente cultivada, Blanca de Tudela, multiplicada por estaca. El empleo de variedades procedentes de semilla vendría a resolver algunos de los problemas que actualmente plantea la multiplicación vegetativa por estaca de la alcachofa: marras de plantación, degeneración de plantas y transmisión de plagas (Gortyna) y enfermedades (Verticillium, Rhizoctonia y virosis).

Experimento con las variedades Harmony, Symphony, y novedades, con plantación en julio y Madrigal, con plantación en septiembre. Se añadirán al ensayo las nuevas entradas que aparezcan en el mercado.

#### **2 En ciclo complementario.**

Con este ciclo se trata de complementar el período normal de recolección de la variedad Blanca de Tudela.

Para tener una calidad aceptable es conveniente realizar el cultivo en localidades con temperaturas nocturnas relativamente bajas en verano.

Se utilizarán las variedades A-106, Harmony, Symphony y novedades, con plantación en primavera en parcelas situadas a 300-400 m y 600-800 m de altitud.

### 3 segundo año

Se dejarán en campo los ensayos de primer año para comprobar su producción, problemática, viabilidad y rentabilidad.

Estos trabajos de multiplicación vegetativa y su posterior implantación en campo se vienen realizando en el departamento de Horticultura del IVIA en Moncada.

Los trabajos con plantas de semilla en todas sus vertientes se desarrollan en la Estación Experimental Agraria de Elche

Los resultados obtenidos han ido publicando en la web del IVIA en la sección de Resultados de proyectos de horticultura I+D y en las Memorias del centro.

## BIBLIOGRAFIA

- Arce,P; López,B; Macua, JI; Gil, R; Villa, F 1993 Comportamiento agronómico de variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*) de multiplicación por zueca, semilla y técnicas de cultivo *in vitro*. Actas de Hort. 1
- Armengol, J; Vicent, A; Beltrán, R; Jiménez-Jaime, A; Ortega, A; Juárez, M; García.Jiménez,J 2004 Importance of *Verticillium wilt* of artichoken in Eastern Spain Acta Hort 660
- Baghino, L; Mallita, GM; Cadinu, M; Frau,A; Grudina, R; Repetto, A 2004 Assessment of the use of sprouted rooted "ovoli" and the mechanical transplantation of artichoke cv. Spinoso Sardo Acta Hort 660
- Bartual, R; Cubillos, A; Cases, B 1986 Técnica para reducir el porcentaje de marras en las nuevas plantaciones de alcachofa en el Levante Actas II Cong de la SECH
- Cardarelli, M; Roupheal, Y; Saccardo, F; Colla, G 2005 An innovative vegetative propagation system for large scale production of globe artichoke transplants. Part. I Propagation system setup. HortTechnology 15 (4)
- Eser, B; Mohammad, J.a; Ozen, S. 2006 Effects of apex removal of rooted offshoots on globe artichoke production. Acta Hort. 681
- Esteva, J 1999 Tendencias actuales de la mejora genética de la alcachofa, Agr. Vergel 208
- Jiménez-Jaime, A.B. 2002 La verticiliosis de la alcachofa causada por *Verticillium dahliae* Kleb. Patogenicidad y estudios epidemiológicos y de control mediante termoterapia. Trab Fin de Carrera UPV
- Macua, J.I. 2003. "La alcachofa en el mundo". Navarra Agraria, marzo-abril.
- Macua, JI; Arce P 1996 Multiplicación vegetativa. Selección clonal en alcachofa. I Jorn Téc. Alcachofa
- Macua, JI; Malumbres, A; Lahoz, I 2003 La alcachofa en España Nav Agr. 137
- Mallita, G.M; Baghino, A.B; Pisanu, M; Cadinu, M; Repetto, A. 2004 Nursery production of Spinoso Sardo artichoke "ovoli".Acta Hort 660
- Maroto, J.V. 2002 Principales problemas y soluciones para el cultivo de la alcachofa. Vida Rural 146
- Marquez, B; Vicent,A; Sales, R; Armengol, J; García Morató, M; Tena, LI; García-jiménez, J 2000 Estudios preliminares sobre el control mediante termoterapia de *Verticillium dahliae* en zuecas de alcachofa. Phyt. España 123
- Marquez, B; Vicent,A; Sales, R; Armengol, J; García Morató, M; Tena, LI; García-jiménez, J 2000 La verticiliosis de la alcachofa. Com Val Agraria 17
- Mauromicale, G; Lisandro, P; Ierna, A 2004 Planning of globe artichoke plantlets production in nursery. Acta Hort 660
- Morello, N; Sautoemma, G; Ierna, A; Mauromicale,G. 2006 Improvement of "ovoli" production in globe artichoke by removal of the epigeal part of the plant.
- Temperini, O; Colla, G; Saccardo, F Artichoke: A new in vivo agamic propagation technique. Acta Hort 681
- Tesi, R; Lombardo, P; Lenzi, A: 2004 Nursery production of rooted offshoots of globe artichoke Acta Hort. 660
- Vetrano, F; Iapichino, G; Guella, V 2000 Propagation of artichoke cv. Romanesco from underground stem sections. Acta Hort 553.
- Maroto, J.V., Miguel, A., Bartual, R., Baixauli, C., López, M.J., Irazzo, B. López, S. 1997. "Estrategias productivas en alcachofas con cultivos multiplicados por semillas". Agrícola Vergel. Enero.
- Miguel, A. Maroto, J.V., Bartual, R., Baixauli, C. García, M.J., López, S. 1996. Efecto de un tratamiento de brotación y de la aplicación de diversos fitorreguladores sobre el comportamiento productivo de plantas procedentes de cultivo *in vitro* de alcachofa (*Cynara scolymus*) cv Blanca de Tudela" Agrícola Vergel. Diciembre.
- Miguel, A. 1999. "La alcachofa. Variedades y métodos de multiplicación". Terralia nº3.
- Miguel, A. 2001." Cultivo de la alcachofa de semilla". Comunidad Valenciana Agraria, nº 19.
- Miguel, A. 2003. "Cultivo de alcachofa procedente de semilla". Vida Rural nº 168.
- Miguel, A. Maroto, J.V., Baixauli, C. Aguilar, A., Parra, J. 2002. "Empleo de Acido Giberélico en alcachofa". Agrícola Vergel. Diciembre.
- Miguel, A., Maroto, J.V., Baixauli, C., García, M., Pomares, F. 2001. "Cultivo de alcachofa procedente de semilla". Ed. Generalitat Valenciana ISBN-84-482-2924-X.
- Miguel, A., Maroto, J.V., Irazzo, B. López, S. 1997. "Acido Giberélico en alcachofa". Horticultura. Abril.



Alcachofa de Semilla en Elche.



Alcachofa de semilla en Elche.



Alcachofa Blanca enraizamiento en invernadero.



Brotos enraizados.



Ensayo de multiplicacion en campo IVIA.



Multiplicación alcachofa IVIA.