

## Mejoramiento genético del alcaucil (*Cynara scolymus* L.)

E.L. Cointry; F.S. López Anido; S.M. García e I.T. Firpo

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, Campo Experimental J.F. Villarino, C.C. 14 (2123) Zavalla, Santa Fe, Argentina

### Resumen

La existencia de variabilidad en introducciones de alcaucil sumada a las posibilidades de multiplicación vegetativa y a la autofertilidad permiten encarar métodos de mejora tendientes al mantenimiento de la uniformidad del clon (selección intraclonal), a la creación de nuevos clones luego de la hibridación y a la obtención por reproducción sexual de líneas o híbridos F<sub>1</sub>. El primero tiene la ventaja de ser simple y teóricamente rápido separando combinaciones ya existentes. Por la hibridación se originan combinaciones génicas susceptibles de ser seleccionadas y multiplicadas vegetativamente conservando el efecto heterótico logrado, para lo cual la elección correcta de los progenitores es uno de los pasos claves. La dificultad de esta metodología viene ligada a la multiplicación por

hijuelos, por lo que se hace imprescindible disponer de técnicas eficientes de micropropagación.

La producción de líneas o materiales híbridos es más laboriosa, pero con las ventajas que reporta la multiplicación por semilla.

Así para el mejoramiento de esta especie debe recurrirse a: reunión o creación de un *pool* de germoplasma variable; selección de individuos superiores a partir del *pool* génico, y utilización de los individuos seleccionados para crear una variedad superior o para la creación de líneas o híbridos a través de la endocria sucesiva.

**Palabras clave:** Alcaucil - *Cynara scolymus* - Mejoramiento Genético - Líneas - Híbridos

## Genetic breeding of globe artichoke (*Cynara scolymus* L.)

### Summary

The great variability in the available germplasm of globe artichoke, and the possibility of vegetative multiplication and self-fertilisation as well, permit the development of different breeding strategies. Those are: maintenance of clon uniformity (intraclonal selection), creation of new clones following hybridisation, and lines or F<sub>1</sub> hybrids production by sexual reproduction. The first one is an effective method to separate combinations that already exist. Hybridisation originates new genetic combinations, and their heterotic effect could then be preserved by vegetative multiplication. Disadvantages of this methodology are related to sucker multiplication;

therefore, efficient micropropagation techniques are desirable. Lines or hybrids production is more laborious but presents the advantages of seed multiplication. Thus, steps for a globe artichoke improvement program should be: 1) to create a variable pool of clones, 2) to select the upper individuals among them, and 3) to utilise those clones to create a superior variety, or inbreeding lines to obtain hybrids.

**Key words:** Globe artichoke - *Cynara scolymus* - Genetic improvement - Lines - Hybrids

### Introducción

El alcaucil (*Cynara scolymus* L.) es una especie que, según registros, se cultiva desde el año 850 AC apareciendo los primeros métodos culturales a partir del siglo XVII (4).

Es una especie alógama con dos sistemas alternativos de multiplicación: por semilla (reproducción sexual), y por hijuelos (reproducción agámica o asexual), habiendo sido ambas formas utilizadas indistintamente desde el comienzo del cultivo. Sin embargo,

durante los últimos siglos se acentuó el uso de la multiplicación vegetativa conduciendo al cultivo de clones, ya que la multiplicación sexual generaba descendencias de baja calidad a causa de la heterocigosis del material. A pesar de esta situación, los objetivos actuales del mejoramiento están orientados a la producción de materiales multiplicables por semilla, debido a las ventajas que éste reporta.

Estos dos sistemas de multiplicación permiten encarar diferentes métodos de mejora basados en la aplicación de procesos selectivos que conduzcan principalmente a la uniformidad morfológica, sobre todo para caracteres como forma y dimensión de hoja, tamaño y forma del capítulo principal, como así también de los de rango superior y la duración del ciclo. Para ello es indispensable, como en cualquier especie, la existencia de variabilidad genética para dichos caracteres. Si esa variabilidad está presente en la cultivar podrá aplicarse un esquema de selección intraclonal; de lo contrario podrá recurrirse a la hibridación entre clones, seleccionando posteriormente entre los descendientes plantas superiores, que darán origen a nuevos clones o podrán utilizarse para la creación de variedades multiplicables por semilla, ya sean líneas o híbridos.

## **Métodos de mejora para materiales multiplicados asexualmente**

### **1. Obtención de clones**

#### **1.1. Selección intraclonal**

Este tipo de selección tiene por objeto lograr mayor uniformidad dentro de los clones, no creando nuevas combinaciones génicas sino separando las ya existentes. Es practicada normalmente en cultivares antiguos pero de amplia difusión en los diferentes países productores, debido a la heterogeneidad presente en ellos. En Francia ha sido realizada

en cultivares tales como Violeta de Provenza (17), en España sobre la cultivar Blanco de España (18), y en Italia sobre la cultivar Violeta de Sicilia (1,10), mejorándose en caracteres tales como precocidad o rendimiento total. Investigaciones llevadas a cabo en la cultivar Violeta de Provenza (17) han mostrado que parte de las variaciones en la forma del capítulo y la precocidad eran de origen genético, permitiendo la obtención del clon INRA VP 45. En la población original Violetto di Sicilia se encontró importante variación fenotípica para caracteres tales como época media de cosecha del capítulo principal y número de capítulos presentes en la planta en el momento de cosecha del capítulo principal (índice de contemporaneidad relativa de madurez), y de menor magnitud para características morfológicas del capítulo principal y para el número de capítulos de primer orden (1). Esto implica que si se practicase una selección del 10 % de las plantas se lograría el anticipo de 50 días en la época de cosecha del capítulo principal, un incremento de casi un capítulo por planta para la variable número de capítulos en el momento de cosecha del principal, pero sería inefectiva para caracteres morfológicos a causa del bajo valor de heredabilidad en sentido amplio (o grado de determinación genética).

En lotes de producción del cinturón hortícola de Rosario (Santa Fe, Argentina) se detectaron importantes diferencias en la cultivar Francés Italiana ampliamente utilizada debido a su precocidad. Ésta ha sido clasificada como precoz, manifestando sin embargo diferencias importantes en el ciclo a floración, estando el mismo correlacionado con la estructura foliar de la planta. Probablemente el origen de la variabilidad en esta cultivar sea por una mezcla de clones producida cuando la misma fue introducida al país. La separación de tipos permitiría uniformar la fecha de entrada a producción disminuyendo también la variabilidad fenotípica de los cultivos.

Este modelo selectivo puede ser útil para mejorar algunas características de las que se persiguen en los programas de mejora de la especie, con la condición indispensable, como para cualquier modelo selectivo, de que exista variabilidad de índole genética dentro del clon a mejorar.

## **1.2. Introducción y creación de nuevos clones**

Un paso importante dentro de un programa de mejoramiento consiste en la recolección y evaluación de recursos genéticos de diferentes orígenes y la posterior introducción de materiales promisorios al mismo.

La introducción, en general, conforma una ampliación de la base genética de la especie y brinda la posibilidad de utilizar esos materiales en planes específicos de cruzamientos, con el objeto de explotar la heterosis que potencialmente podría generarse al cruzar materiales genéticamente distanciados.

La obtención de nuevos clones será por la selección practicada en la descendencia, obtenida por cruzamiento entre clones selectos o provenientes de la autofecundación de un clon. Este tipo de selección puede efectuarse debido a la gran heterogeneidad presente en los clones que al hibridarse o autofecundarse ponen de manifiesto gran variabilidad genética. La eficacia de este modelo selectivo depende del valor genético de los materiales empleados como progenitores y de la intensidad de la selección empleada en las descendencias.

Según Foury (6) el porcentaje de plantas indeseables es muy elevado, principalmente para caracteres de calidad del capítulo. Así, entre 3.300 descendientes provenientes de la hibridación de los clones Camus de Bretagne y Romanesco realizada en Francia, sólo dos clones, Camerys y Caribou, respondieron al objetivo fijado. Caribou presenta la ventaja de ser más precoz y productivo que Camus de Bretagne, mientras que Camerys es más

precoz y productivo que la cultivar testigo Blanc Hyerois.

En Italia, a partir de la descendencia obtenida por polinización libre de una planta de la cultivar Violeta de Toscana se mejoró la calidad del capítulo y la precocidad, dando origen al clon Terom.

En la Universidad Nacional de Rosario, Argentina, se establecieron dos lotes de selección proviniendo uno de ellos de polinizaciones dirigidas entre clones nacionales y extranjeros, y otro de polinización libre entre plantas selectas originadas del cruzamiento al azar entre los diferentes clones. Del primer lote de selección constituido por 400 plantas se obtuvieron 18 clones de excelente calidad y producción, lo que representa el 4,5 %, mientras que del segundo lote conformado por 500 plantas se lograron 20 clones (4 %). Estos clones se encuentran en etapa de multiplicación previa a su inscripción en el Instituto Nacional de Semillas. Esto implica que el porcentaje de clones de calidad depende fundamentalmente de la calidad de los progenitores de partida. Es entonces sumamente importante el análisis previo de la variabilidad para efectuar las hibridaciones, ya que puede conducir a detectar las relaciones genéticas existentes entre los diferentes clones, pudiendo establecer agrupamientos que permitan la adecuada elección de progenitores en un programa de mejora (11,12,17). Elía y Miccolis (5) establecieron las relaciones entre 104 clones de la colección del Instituto de Germoplasma de Bari, basadas en el análisis de ocho caracteres cuantitativos, permitiendo la identificación de cinco grandes agrupamientos designados como: Precoces, Semiprecoces, Tardíos con capítulos pequeños, Violetas Tardíos y Tardíos con capítulos grandes, demostrando a la vez la reducida base genética existente a pesar de la diversificación a la que el cultivo ha sido sometido a lo largo del tiempo. Un estudio similar fue llevado a cabo por los autores (datos no publicados),

permitiendo particionar la variabilidad existente en la colección de la Cátedra de Horticultura de la Facultad de Ciencias Agrarias de Rosario, en cuatro grupos. Los grupos II y III corresponden a cultivares con elevado rendimiento, si bien el grupo II es más precoz y con importante diámetro de capítulo. Por su parte, los grupos I y IV manifiestan bajo rendimiento, diferenciándose entre ellos por las mismas características anteriores. Como representante del grupo I se encuentra Violeta de Provenza, del grupo II Precoz Italiano y Caribou entre otros; Blanc Hyerois, Romanesco, Ñato como representantes del grupo III, y Camus de Bretagne correspondiente al grupo IV. Esto implica que si se quisiera incrementar el rendimiento se deberían planificar cruzamientos entre materiales del grupo II, lográndose a su vez descendencias con buen peso promedio de capítulo y relativamente precoces. Esto permite entonces definir con bastante precisión el comportamiento de la descendencia de una cruce particular, como así también, una vez establecido el tipo de descendencia que se desea, implementar los cruzamientos necesarios seleccionando los progenitores de los grupos adecuados.

## 2. Multiplicación de clones

La multiplicación de los clones logrados tanto por selección intraclonal como por selección a partir de hibridación interclonal,

está condicionada por baja eficiencia, por gran heterogeneidad en el vigor y la producción de las plantas logradas, y por elevada tasa de diseminación de enfermedades criptogámicas, bacterianas y virósicas, que disminuyen el potencial productivo de las nuevas plantaciones. Una alternativa de multiplicación es el cultivo *in vitro* de meristemas, que permite la obtención de plantas saneadas de virus y bacterias. Alrededor de quince virus afectan gravemente al alcaucil (9). En Francia, los dos virus más frecuentes son el virus latente del alcaucil (ALV) y el virus del haba (BBWV) (15). Si bien no producen síntomas visibles provocan disminución de los rendimientos, estimada en 20 % para el primero y entre 30 - 40 % para el segundo (13). Las plantas saneadas son más vigorosas, más precoces, con mayor número de capítulos y mayor tamaño. Este hecho se atribuye a que una planta sana puede, fisiológicamente, crecer mejor. Después de su recontaminación conservan notable superioridad durante 2 a 3 años (Tabla 1).

En un ensayo (8) se demostró que las cultivares presentan respuestas diferenciales en su tasa promedio de multiplicación (número de plantas logradas por meristema en 30 días), lo que permitió agrupar los clones evaluados en cultivares con elevada (3,3 - 3,9), media (2,2 - 2,8) y baja (menor a 2) tasa de multiplicación. Ejemplos del primer grupo lo constituyen las cultivares Blanc Hyerois, Francés Italiano, INRA VP 45 y Crysanthème;

Tabla 1. Efecto de la regeneración por cultivo *in vitro* sobre las características de cosecha (en % del testigo) del clon Camus de Bretagne

	Primera Plantación			Segunda Plantación	
	1° Cosecha	2° Cosecha	3° Cosecha	1° Cosecha	2° Cosecha
Nº de capítulos·planta <sup>-1</sup>	109	136	108	121	126
Peso medio de capítulos	113	113	114	103	112
Rendimiento total·planta <sup>-1</sup>	128	168	119	128	134

Datos tomados de 15

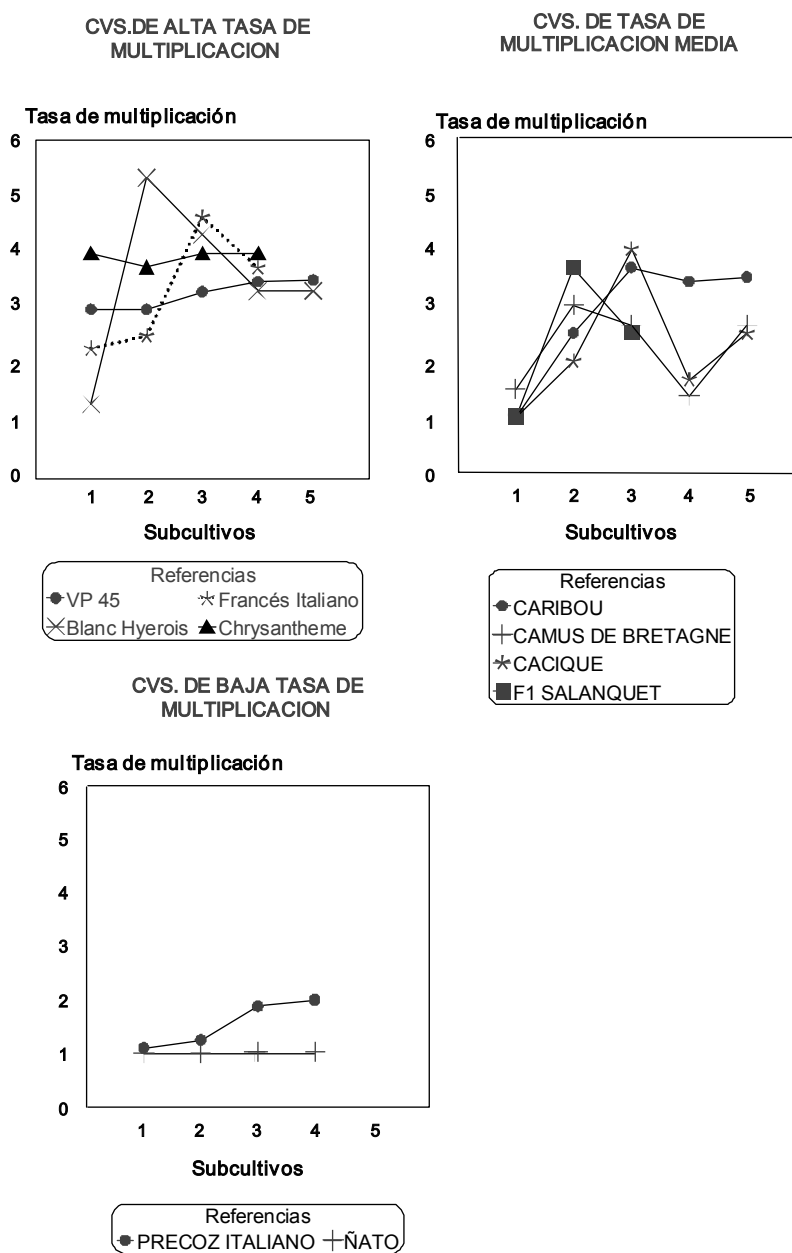


Figura 1. Clasificación de los clones en función de sus tasas de multiplicación.

para el segundo Camus de Bretagne, Cacique y Caribou, y para el tercero Precoz Italiano y Ñato (Figura 1).

Un paso importante a tener en cuenta lo constituye la conformidad varietal luego de la multiplicación *in vitro*. A menudo hay variación para las cultivares del grupo “mediterráneo precoz” (16). Este grupo se caracteriza por presentar heteromorfismo de hojas (las primeras son enteras y las hojas

siguientes son moderadamente recortadas). Tres variantes han sido descritas para el cultivar Violeta de Provenza. La variante Pastel tiene hojas más recortadas que el tipo normal y su época de cosecha es posterior. La variante Bull tiene hojas más enteras que el tipo normal, la precocidad es la misma y la forma del capítulo es mucho más globular. La variante Pastel-Bull tiene hojas más pinadas que el tipo normal, la forma del capítulo es más globular

y es más tardía que la variante Pastel. Las variantes Bull y Pastel-Bull son formas tetraploides, mientras que la forma Pastel y la normal son diploides. Las variantes Pastel y Bull ocurren con una frecuencia de 1 - 5 por mil en cada multiplicación. Pochard *et al.* (17) sugirieron una constitución quimérica de variedades de este grupo.

Este fenómeno ha sido descripto además en las variedades italianas Niscemese, Liscio Sardo y la variedad española Tudela.

### Obtención de variedades multiplicadas por semilla

La multiplicación por semilla presenta las siguientes ventajas:

- \* Disminución de los costos de implantación, ya que la forma normal de multiplicación por hijuelos (multiplicación vegetativa) es uno de los costos operativos más importantes de la producción de alcaucil, tanto por el precio del hijuelo como por la mano de obra que insume.
- \* Transformación del ciclo de cultivo en anual, pudiendo entrar en planes de rotación. Según Welbaum (19) esta sería una situación sumamente ventajosa, ya que la introducción de cultivares que producen capítulos durante la primera estación de crecimiento a partir de semillas permitiría el cultivo de esta especie en áreas donde

no es posible el cultivo perenne.

- \* Garantía sanitaria, ya que impide la transmisión de enfermedades e infecciones virales.
- \* Homogeneidad en el desarrollo de las plantas.

### 1. Producción de líneas e híbridos F<sub>1</sub>

Las líneas pueden obtenerse a través de un programa reiterado de endocria, sea por autofecundación o cruzamientos entre plantas hermanas (*full sibs*). Esta especie debe su alogamia a la presencia de protandria y no a incompatibilidad, por lo que la obtención de líneas no es dificultosa. Una consecuencia que acarrea la autofecundación (como en otras especies) es la depresión que se produce para ciertos caracteres, acompañada por amplia segregación morfológica. Trabajos de investigación llevados a cabo en Francia (6,14,17), demostraron que sólo el 8 % de la progenie autofecunda de la cultivar Romanesco y de Precoz de Jesi presentaba el tipo parental, 5 % para Camus de Bretagne y 2 % para Violeta de Provenza.

Por otra parte se cultivaron descendencias sucesivas (S<sub>1</sub> a S<sub>4</sub>) de diferentes variedades para determinar el efecto de la autofecundación sobre caracteres vegetativos (Tabla 2). De la observación de los datos se infiere una baja de vigor moderado para Camus de Bretagne

Tabla 2. Efecto de la autofecundación sobre caracteres vegetativos

<b>a. Cultivar Camus de Bretagne</b>					
Generación	Nº de hojas	Longitud de hoja	Altura de vara (cm)	Nº de capítulos	
S <sub>1</sub>	12	85,8	54	5,8	
S <sub>2</sub>	11	79,6	45	5,4	
S <sub>3</sub>	11	78,9	37	5,1	
S <sub>4</sub>	11	85,7	47	5,1	
<b>b. Cultivar Violeta de Toscana</b>					
S <sub>1</sub>	14	68,9	38	6,7	
S <sub>2</sub>	10	58,7	27	4,1	
S <sub>3</sub>	7	60,1	26	4,4	
Días tomados de 7					



y más sensible para Violeta de Toscana, lo cual pone de manifiesto el comportamiento diferencial de las cultivares.

Un carácter de suma importancia y que suele estar afectado por la endocría es la fertilidad (cantidad de polen), que en algunas circunstancias puede provocar la imposibilidad de proseguir con las autofecundaciones, impidiendo de esta manera la obtención de líneas con elevado grado de homocigosis.

El interés por la producción de híbridos  $F_1$  se demostró en un estudio de 21 combinaciones entre líneas S3 y S4 provenientes de siete cultivares (15). Estos híbridos resultaron más precoces que el progenitor más precoz, con un efecto igualmente marcado de heterosis para el rendimiento y sus componentes (Tabla 3).

Se encontró que el rendimiento total promedio en la  $F_1$  híbrida fue 81 % superior que el del progenitor. Valores similares fueron obtenidos por otros investigadores (3) en cruzamientos entre cultivares y en híbridos entre líneas provenientes de dichos cultivares. La secuencia de pasos para la producción de híbridos se muestra en la Figura 2.

Mediante este esquema la Universidad Hebrea creó los primeros híbridos comercializados como Hu 044, Hu 137 y Hu 223, y durante la primavera de 1996 comenzó la comercialización en la Unión Europea del

híbrido Orlando F1, caracterizado por presentar un capítulo color violeta y muy buen potencial de rendimiento (2).

## 2. Creación de poblaciones mejoradas

La multiplicación por semilla de clones da origen a poblaciones altamente variables de plantas generalmente inferiores en calidad debido a la segregación que puede manifestarse. Sin embargo, la aplicación de un programa de selección permitiría mejorar la uniformidad de dichos materiales. Un ejemplo de ello lo constituye la cultivar Green Globe Selección, obtenida a través de 20 años de selección masal sobre la cultivar Green Globe original. Aunque es aún variable, la mayoría de las plantas producen capítulos de buena calidad, aún cuando no manifiesta la uniformidad encontrada en otros cultivos comerciales. Este esquema de producción puede complementarse con la obtención de poblaciones de polinización libre, obtenidas de la hibridación entre plantas  $S_1$  o  $S_2$  no segregantes y con características fenotípicas similares. Se están evaluando en la Universidad Nacional de Rosario, Argentina, dos poblaciones provenientes de la hibridación de plantas  $S_1$ , una con capítulos verdes y globulares y otra violeta con capítulos troncocónicos, ambas homocigóticas para

Tabla 3. Efecto de la heterosis sobre caracteres productivos

	Rendimiento Precoz	Rendimiento Total	Número de capítulos	Peso de capítulo**
Proporción de $F_1$				
-Inferiores*	29	0	0	5
-Superiores* de:				
0 – 50 %	38	19	62	86
50 – 100 %	24	48	38	9
100 – 200 %	9	33	0	0
Heterosis Media (%)	+30	+81	+25	+41

\* Comparado con el mejor progenitor

\*\* Capítulos de 1° orden

Datos tomados de 15



Figura 2. Esquema de producción de híbridos en alcaucil



color, ausencia de espinas, porte y ciclo de producción. Sobre dichas poblaciones podrá aplicarse cualquier método de selección intra o interpoblacional. En ambos casos debe tenerse en cuenta un trabajo constante de mantenimiento de la pureza varietal.

### Consideraciones finales

Las investigaciones en el mejoramiento de esta especie se han concentrado históricamente en el desarrollo de clones mejorados y adaptados a condiciones climáticas regionales y a determinadas condiciones culturales y de mercado. No obstante, el mejoramiento varietal realizado en forma sistemática y aplicando métodos comunes a otras especies alógamas está aún en sus comienzos, no sólo en nuestro país sino a escala mundial, debido fundamentalmente al escaso número de investigadores que dedican su esfuerzo al estudio de esta especie. Sin embargo, es un cultivo donde todo está aún por hacerse y en el cual la producción de materiales híbridos multiplicables por semilla abre la oportunidad de realizar un cambio fundamental en la forma tradicional de manejo, transformándolo en un cultivo anual que puede integrar un plan de rotaciones en cualquier establecimiento agropecuario.

El desarrollo de este tipo de materiales con uniformidad comercialmente aceptable y el desarrollo de híbridos  $F_1$  aseguran que la semilla jugará un papel cada vez más importante en el futuro de la especie, ya que la elevada producción sumada a un menor costo favorecerá su futura expansión.

### Bibliografía

1. ABATTE, V. & NOTO, G. 1979. Variabilidad ambiental e genotípica in popolazione siciliane di *Cynara scolymus* de isolamento di nuovi cloni di Violetto di Sicilia. *In* : Studi sul Carciofo. Atti del 3° Congr. Int. Di Studi sul Carciofo, Bari. p 843-852. (Industria Graphica Laterza ed).
2. BARBIERI, G. 1996. Multiplicación por semillas. *In* : Actas de la I° Jornadas Técnicas de Alcachofa. Tudela. p 107-113. (ITGA ed.)
3. BASNIZKI, J. & ZOHARY, D. 1994. Breeding of Seed-Planted Artichoke. *In* : Plant Breeding Reviews. Cap 12, p 253-269 (J. Janik and J. Wiley & Sons, Inc. eds).
4. COULTER, F.C. 1941. The story of garden vegetables: artichoke. *Seed world* 49 :10-11.
5. ELÍA, A. Y MICCOLIS, V. 1996. Relationships among 104 artichoke (*Cynara scolymus* L.) accessions using cluster analysis. *Adv. Hort. Sci.*, 10 :158-162.
6. FOURY, C. 1979. Quelques aspects pratiques de la sélection généalogique de l'artichoke. I. Présentation. Création de lignées. *Ann. Amélior. Plantes* 29 :282-418
7. FOURY, C. Y MARTIN, F. 1973. Etude des possibilités de création et d'utilisation de variétés d'artichaut issues de semences. *In* : Nuovi Studi sul Carciofo. Atti del 2° Congr. Int. sul Carciofo, Bari. p 667-679. (Minerva Medica ed).
8. GARCÍA, S.M. & COINTRY, E.L. 1996. Micropropagación de alcaucil (*Cynara scolymus* L.). *R.I.A.* 27(1):69-74
9. MARTELLI, G.P. ; RUSSO, M. Y RANA, G.L. 1979. The virological problems of *Cynara scolymus* L.). *In* : Studi sul Carciofo. Atti del 3° Congr. Int. Di Studi sul Carciofo, Bari. p 895-927. (Industria Graphica Laterza ed).
10. MAUROMICALE, G. 1987. Panorama varietale del carciofo e sua prevedibile evoluzione. *L'Informatore Agrario* 43(4) :69-76.
11. MICCOLIS, V. ; BIANCO, V.V. & ELIA, A. 1989a. Timing field production in a germplasm collection of artichoke (*Cynara scolymus* L.). *Acta Hort.* 267 :153-161.
12. MICCOLIS, V. ; BIANCO, V.V. ; ELIA, A. ; PERRINO, P. & VOLPE, N. 1989b. Valutazione della collezione mediterranea di carciofo allevata nella Valle dell'Ofanto. *L'Informatore Agrario* 45(23) :35-41.
13. MIGLIORI, A. ; FOUVILLE, D. & LADEVEZE, L. 1992. Tobacco rattle virus souche artichaut (Tob.R.V-A). Identification et détection du virus. *PHM*, 325 :15-18.
14. PECAUT, P. ; FOURY, C. ; RICO, F. & MARTIN, F. 1981. Bilan d'un premier cycle de sélection de variétés d'artichaut à semer. *In* : Studi sul Carciofo. Atti del 3° Congr. Int. Di Studi sul Carciofo, Bari. p 615-627 (Industria Graphica Laterza ed).
15. PECAUT, P. & FOURY, C. 1992. L'artichaut. *In* : Amélioration des espèces végétales cultivées INRA Paris. Cap. 5, p 460-470 (A. Gallais Y Bannerot, H. eds).
16. PECAUT, P. & MARTIN, F. 1990. Non conformity of in vitro propagated plants of early

- Mediterranean varieties of globe artichoke (*Cynara scolymus L.*). XXIII Int. Hortic. Congr. Firenze, Italy, N° 4059. (Abstr).
17. POCHARD, E. ; FOURY, C. & CHAMBONNER, D. 1967. Il miglioramento genetico del carciofo. *In* : Atti del 1° Congr. Int. di Studi sul Carciofo, Bari. p 117-143 (Minerva ed).
  18. TRIGO-COLINA, L. 1980. Estudio del comportamiento clonal de la población de alcachofa Blanca de España cultivada en el valle del Ebro. *Inia* 13(3) :49-57.
  19. WELBAUM, G.E. 1994. Annual culture of globe artichoke from seed in Virginia. *HortTechnology* 4(2) :147-149.