

# **ESTRATEGIAS ALTERNATIVAS PARA INCREMENTAR EL RENDIMIENTO Y LA PRECOCIDAD EN ALCAUCIL DE MULTIPLICACIÓN SEXUAL**

Dra. Stella Maris García

Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario.

Campo Experimental José F. Villarino. CC 14 (S2125ZAA) Zavalla. Santa Fe.

[sgarcia@unr.edu.ar](mailto:sgarcia@unr.edu.ar)

## **OBJETIVO GENERAL**

Estudiar alternativas que permitan incrementar la eficiencia productiva del alcaucil en el Cinturón Hortícola de Rosario a través de la modificación en la forma tradicional de propagación del cultivo, evaluando el comportamiento en diferentes ambientes de implantación, determinando la fecha de siembra óptima en materiales de reproducción sexual e induciendo la vernalización con el uso de ácido giberélico y tratamientos de frío.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

\*Establecer el efecto que produce sobre las variables vegetativas y productivas, la modificación del sistema de multiplicación tradicional por la propagación en forma sexual, considerando tanto una duración anual como una duración bienal del ciclo de cultivo.

\*Determinar el efecto que produce sobre las variables vegetativas y productivas la implantación del cultivo en diferentes ambientes de crecimiento.

\*Determinar en cultivares de reproducción sexual el momento de siembra óptimo para una expresión superior de las variables productivas y los mayores ingresos brutos.

\*Determinar el efecto que produce la vernalización inducida sobre los caracteres productivos.

## MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE REPRODUCCIÓN

La multiplicación vegetativa a través de hijuelos trae aparejado una serie de inconvenientes tales como:

- \*baja tasa de multiplicación (Harbaoui y Debergh, 1980 y Pecaut *et al.*, 1983)

- \*heterogeneidad en el vigor y en la producción (La Malfa y Foury, 1971; Mauromicale *et al.*, 1989)

- \*diseminación de enfermedades criptogámicas, bacterianas y virósicas (Moncousin, 1982)

- \*elevados costos de implantación (Mauromicale *et al.*, 1989; Ricceti *et al.*, 1996).

En Argentina el uso de cultivares propagadas por semillas es muy incipiente y no supera el 3% de la superficie cultivada. La disponibilidad de estas cultivares es escasa y sólo está representada por Imperial Star (Peters Seeds and Research) y Violeto Invernale (Green Seeds). Estrella del Sur FCA si bien es de origen nacional y creada por los investigadores de la Facultad de Ciencias Agrarias, no está aún inscripta en el Registro de cultivares disponiéndose de escasa cantidad de semillas. En la búsqueda de alternativas a la multiplicación por hijuelos se desarrolló como tecnología probable el uso del cultivo *in vitro* de meristemas que ofrecería la posibilidad de obtener elevadas tasas de micropropagación dependiendo del material genético utilizado (García y Cointry, 1996), la rápida instalación de genotipos selectos en una región específica (Lauzar y Vieth, 1990) sin embargo los resultados obtenidos no han permitido en este cultivo su utilización en gran escala (Gil Ortega, 1996).

Una importante alternativa sería la multiplicación por semilla que permitiría:

- \*disminuir los costos de implantación

- \*establecer el cultivo en forma anual para entrar en planes de rotación (Basnizki y Zohary, 1994), como así también en regiones donde las heladas destruyen las plantaciones (Pecaut, 1993)

- \*garantía sanitaria al impedir la transmisión de enfermedades e infecciones virales

- \*homogeneidad en el desarrollo de las plantas (Pecaut y Foury, 1992; Bryant, 1993; Pecaut, 1993 y Basnizki y Zohary, 1994)

- \*rapidez en la multiplicación de nuevos cultivares (Pecaut, 1993).

## 1. CICLO ANUAL DE CULTIVO

A fin de evaluar las ventajas de la multiplicación por semillas respecto a la propagación por hijuelos se utilizaron plantas provenientes de semillas e hijuelos de las cultivares Imperial Star (Peters Seeds and Research), (ciclo corto) y Estrella del Sur FCA (ciclo largo), que son representantes de dos tipos extremos de precocidad. Para la obtención de las plantas provenientes de semillas se sembraron el 20/2/02 ambas cultivares en macetas de 1 dm<sup>3</sup> conteniendo como sustrato una mezcla de suelo estéril, turba y perlita (1:1:1). Las plántulas se mantuvieron en invernadero hasta que alcanzaron el estado de desarrollo de 3 a 4 hojas verdaderas (momento óptimo para el trasplante).

De plantas madres implantadas el año anterior (2001) se extrajeron brotes (hijuelos) con un tamaño adecuado de talón y raicillas desarrolladas.

El trasplante de los hijuelos y de las plantas provenientes de semillas se efectuó a campo el 23/4/02 a una distancia de 1,40m entre líneas y 0,80m entre plantas, lo que determinó una densidad de 9125 plantas/ha.

Al inicio de cosecha se analizaron las siguientes variables:

### **-VEGETATIVAS**

\**Número de hojas* (NH)

\**Altura de planta* (cm) (ALP) distancia comprendida entre la base de la planta y la hoja superior en posición normal

\**Altura de tallo* (cm) (ALT) medida desde la base hasta la inserción del primer capítulo

\**Díámetro de planta* (cm) (DIAM)

### **-PRODUCTIVAS**

\**Número de capítulos por ha* (NCx10<sup>3</sup>)

\**Peso medio de los capítulos* (g) (PM)

\**Rendimiento* (t.ha) (RE)

\**Días a cosecha* (DAC) lapso de tiempo transcurrido entre la fecha de implantación hasta la cosecha del primer capítulo

\**Días de cosecha* (DDC) período comprendido entre el primer y último capítulo cosechado.

## **RESULTADOS**

El sistema de propagación por semillas produjo plantas más vigorosas al momento de la cosecha que las provenientes de la multiplicación por hijuelos, ya que el número de hojas se incrementó de 22 a 26, presentando una mayor altura de planta (70,16 cm) y de tallo (50,12 cm) y superando en un 24% y 35% respectivamente en dichas variables a la multiplicación por hijuelos. Por otra parte la propagación por semillas también generó plantas con un diámetro aproximado de 140 cm respecto a la multiplicación por hijuelos, quien no superó valores de 123 cm. (Tabla I).

Se determinaron marcadas diferencias entre los sistemas de propagación para el Número de capítulos y Rendimiento, como así también para Días a cosecha y Días de cosecha. Por otra parte el comportamiento de las cultivares dentro de los sistemas de propagación también determinó diferencias para Número de capítulos, Rendimiento, Días a cosecha y Días de cosecha (Tabla II).

La cultivar Imperial Star manifestó una precocidad de 11 días cuando se la multiplicó por medio de semillas.

Por su parte la propagación por semillas en la cultivar Estrella del Sur FCA produjo  $39,10 \times 10^3$  cap./ha superando en un 83% a las plantas que se multiplicaron a través de hijuelos y generando un incremento del rendimiento de alrededor del 45% al producir 6,12 t/ha. En cuanto a la precocidad, la reproducción sexual manifestó un anticipo en la entrada en producción de 13 días ampliándose significativamente el período de cosecha en 11 días.

Esto demuestra un comportamiento diferencial de las cultivares frente al sistema de propagación asociado probablemente al ciclo del cultivo.

## **2. CICLO BIENAL DE CULTIVO**

Se efectuaron siembras de semillas en macetas con la cultivar Imperial Star (Peters Seeds and Research) durante los meses de abril, mayo y junio de 2001 y 2002.

Las plantas se mantuvieron en invernadero hasta alcanzar el estadio de 3 a 4 hojas desplegadas en que fueron transplantadas a campo. La distancia entre líneas de 1,40 m y 0,80 m entre plantas determinó una densidad de 9.125 plantas/ha.

Se analizaron las siguientes variables:

\* *Número de capítulos por ha* (NC.10<sup>3</sup>)

\* *Peso medio de los capítulos* (g) (PM)

\* *Rendimiento* (t.ha) (RE)

\* *Días a cosecha* (DAC) lapso de tiempo transcurrido entre la fecha de implantación hasta la cosecha del primer capítulo

\* *Días de cosecha* (DDC) período comprendido entre el primer y último capítulo cosechado.

Las siembras efectuadas en el 2001, se cosecharon durante el mismo año (cosecha 2001), manteniéndose el cultivo a fin de hacer una segunda cosecha durante el año siguiente (cosecha 2002). De igual manera se realizó durante los años 2002 y 2003.

## **RESULTADOS**

Los pesos promedios de los capítulos tanto de la primer cosecha como de la segunda correspondientes a la siembra del mes de abril fueron ligeramente superiores a los pesos promedios de las siembras de los meses de mayo y junio en el primer ciclo de producción. Para el segundo ciclo productivo los valores correspondientes a la segunda cosecha de la misma siembra del mes de abril, presentaron valores inferiores a los de mayo y junio.

Las siembras de los meses de abril, mayo y junio realizadas en el año 2002 superaron en un 9% en el número de capítulos a las siembras de iguales meses del 2001, al presentar 66,30X10<sup>3</sup> cap.ha. Los capítulos tuvieron un peso promedio superior (149,5 g) y al ser estas dos variables las determinantes del rendimiento, el mismo se incrementó en 1,43 t.ha respecto al año 2001. Para las siembras del 2002 la precocidad fue de 11 días, ampliándose significativamente el período productivo en 17 días (Tabla III).

En la evaluación del año de cosecha (Cosecha Año 1) y (Cosecha Año 2), se alcanzaron los valores máximos en todas las variables analizadas en el segundo año de cultivo (Cosecha Año 2), o sea en aquellas plantas de ciclo bianual o que ya habían sido plantadas el año anterior. El rendimiento que generaron las plantas en la Cosecha del Año 2 fue de 13,69 t.ha, superando en un 163% a la cosecha del primer año cuando recién fueron implantadas. Este mayor rendimiento se produjo por haberse duplicado el número de capítulos (86,37x10<sup>3</sup>cap.ha) y tener un peso

promedio superior. Por otra parte las plantas que fueron dejadas para hacerles una segunda cosecha en el año posterior al de la implantación, tuvieron un adelanto en la entrada en producción de 34 días respecto a la cosecha del primer año, ampliándose también en 23 días el período productivo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Basnizki, J.; Zohary, D. 1994. Breeding of seed-planted artichoke. *In: Plant Breeding Reviews*. J. Janik, J. Wiley and sons, Inc.(eds). 12: 253-269.

Bryant, D. 1993. Seeds of change. *California Farmer*. 2:6-7.

García, S.M.; Cointry, E.L. 1996. Micropropagación de alcaucil (*Cynara scolymus* L.). *RIA*, 27(1): 61-66.

Gil Ortega, R. 1996. Selección y mejora de alcachofa. *Actas 1º Jornadas Técnicas de Alcachofa*. Tudela - Navarra. (ITGA ed.): 95-98.

Harbaoui, Y.; Debergh, P. 1980. Application du culture in vitro pour l'amélioration des plantes potagères. *Reun. Eucarpia. Section Legumes: Multiplication in vitro des clones sélectionnées d'artichaut. (Cynara scolymus L.)*. Versailles: 1-7.

La Malfa, G.; Foury, C. 1971. Aspects de la multiplication végétative de l'artichaut dans le bassin occidental de la méditerranée. *Pép. Hort. Mar.* 114:19-29.

Lauzar, D.; Vieth, J. 1990. Micropropagation of seed derived plants of *Cynara scolymus* L., cv. "Green Globe". *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 21: 237-244.

Mauromicale, G.; Basnizki, J. e Cavallaro V. 1989. Primi risultati sperimentali sulla propagazione del carciofo (*Cynara scolymus* L.) per seme. *Riv. di Agron* 23 (6): 417-423.

Moncousin, Ch. 1982. Contribution á la caracterization biochimique et physiologique de la phase juvenil de l'artichaut (*Cynara scolymus* L.) au cours de sa multiplication végétative conforme et accélérée en culture in vitro. *Thése Doct. Ing. Univ., Paris-Sud. Orsay*. 179p.

Pecaut, P. 1993. Globe artichoke. *Genetic Improvement of Vegetable Crops*. Pergamon Press. 737-746.

Pecaut, P.; Foury, C. 1992. L'artichaut. Amelioration des espèces végétales cultivées. INRA. 460-470

Pecaut, P.; Dumas De Vault, R. and Lot, H. 1983. Virus-free clones of globe artichoke obtained after in vitro propagation. Acta Hort.131:303-309.

Riccati, A.; Velilla, S. y Lázaro, M. 1996. Margen bruto del alcaucil. Boletín Hortícola Fac. Ciencias Agrarias y Forestales. U.N.L.P. 4(11):4-9.

**Tabla I:** Medias de las variables vegetativas Número de hojas (NH), Altura de planta (ALP), Altura de tallo (ALT) y Diámetro de planta (DIAM), en dos cultivares y dos sistemas de propagación.

VARIABLES VEGETATIVAS	SISTEMA PROPAGACIÓN	IMPERIAL	ESTRELLA DEL	Promedios
		STAR	SUR	
NH	<i>Semilla</i>	26,00	26,00	26,00
	<i>Hijuelo</i>	19,00	25,00	22,00
ALP (cm)	<i>Semilla</i>	81,45	58,87	70,16
	<i>Hijuelo</i>	70,83	42,50	56,66
ALT (cm)	<i>Semilla</i>	54,63	45,62	50,12
	<i>Hijuelo</i>	44,66	29,50	37,08
DIAM (cm)	<i>Semilla</i>	137,45	140,12	138,78
	<i>Hijuelo</i>	123,50	122,50	123,00

**Tabla II:** Valores promedios para las variables Número de capítulos (NC), Rendimiento (RE), Peso medio (PM), Días a cosecha (DAC) y Días de cosecha (DDC) en dos cultivares y dos sistemas de propagación.

VARIABLES	IMPERIAL STAR		ESTRELLA DEL SUR	
	<i>SEMILLA</i>	<i>HIJUELO</i>	<i>SEMILLA</i>	<i>HIJUELO</i>
NC (miles/ha)	44,86	40,98	39,10	21,29
RE (t.ha)	7,21	6,57	6,12	4,24
PM (g)	161,83	159,70	154,45	220,70
DAC	168	179	179	192
DDC	28	24	20	9

**Tabla III: Valores promedios para las variables Número de capítulos (NC), Rendimiento (RE), Peso medio (PM), Días a cosecha (DAC) y Días de cosecha (DDC) durante dos ciclos de producción, tres fechas de siembra, y dos años de cosecha.**

		SIEMBRAS 2001			SIEMBRAS 2002					
		ABRIL	MAYO	JUNIO			ABRIL	MAYO	JUNIO	Promedios
<b>NC</b> (miles/ ha)	Cos Año 1	55,66	32,85	31,02	Cos Año 1	52,92	43,80	29,20		<b>40,90</b>
	Cos Año 2	93,07	74,82	78,47	Cos Año 2	104,93	92,16	74,82		<b>86,37</b>
<b>Promedios</b>		<b>60,98</b>					<b>66,30</b>			
<b>RE</b> (t.ha)	Cos Año 1	7,13	3,42	3,22	Cos Año 1	7,76	5,77	3,96		<b>5,21</b>
	Cos Año 2	15,11	11,60	11,94	Cos Año 2	16,02	15,08	12,40		<b>13,69</b>
<b>Promedios</b>		<b>8,73</b>					<b>10,16</b>			
<b>PM</b> (g)	Cos Año 1	128,2	104,4	104,1	Cos Año 1	146,8	131,8	135,9		<b>125,20</b>
	Cos Año 2	162,4	155,1	152,2	Cos Año 2	152,7	163,7	165,8		<b>158,65</b>
<b>Promedios</b>		<b>134,40</b>					<b>149,45</b>			
<b>DAC</b>	Cos Año 1	204	188	160	Cos Año 1	218	197	179		<b>191</b>
	Cos Año 2	172	176	175	Cos Año 2	140	134	145		<b>157</b>
<b>Promedios</b>		<b>179</b>					<b>168</b>			
<b>DDC</b>	Cos Año 1	25	15	15	Cos Año 1	28	26	14		<b>21</b>
	Cos Año 2	34	30	32	Cos Año 2	61	66	55		<b>45</b>
<b>Promedios</b>		<b>25</b>					<b>42</b>			

**Foto 1: Plantas originarias de semillas al momento del trasplante**



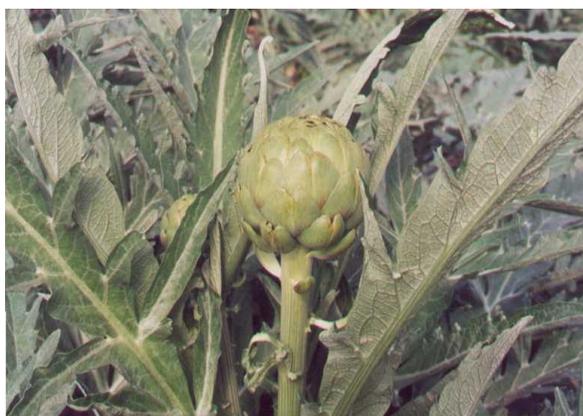
**Foto 2: Hijuelos trasplantados**



**Foto 3: Imperial Star**



**Foto 4: Violetto Invernale**



**Foto 5: Estrella del Sur**



## MODIFICACIÓN DEL AMBIENTE DE IMPLANTACIÓN

El cultivo en invernaderos es posible, también en invierno, a pesar de obstáculos importantes como los encontrados por Basnizki *et al.* (1981) que se manifestaron con accidentes fisiológicos tales como “manchas aceitosas” en los limbos y senescencia acelerada de las hojas. Las mayores temperaturas que se logran en los cultivos forzados permiten un mayor crecimiento vegetativo que se traduce en mayor área foliar y un consecuente aumento en el rendimiento.

Como material experimental se utilizaron las cultivares Imperial Star (Peters Seeds and Research), Violeto Invernale (Green Seed) y Estrella del Sur FCA las que se evaluaron en 3 diferentes ambientes de crecimiento.

El ambiente 1 (A1) (Foto 6) correspondió a un invernadero con una estructura de hierro galvanizado semicircular de 500 m<sup>2</sup>, con cobertura de polietileno LSD (larga duración térmico), donde se registró una temperatura promedio de 21,1°C y con riego por goteo.

El ambiente 2 (A2) constituido por una vidriera (Foto 7) con una estructura de madera tipo capilla de 240 m<sup>2</sup>, con laterales descubiertos y cobertura de vidrio en el techo en el cuál se registró una temperatura promedio de 15,6°C y el riego utilizado fue por infiltración.

El ambiente 3 (A3) (Foto 8) estuvo representado por una parcela de tierra de 500 m<sup>2</sup> sin ningún tipo de protección y ubicado en el mismo predio donde estaban situados los restantes ambientes. La temperatura promedio fue de 15,3°C y el riego por goteo.

Las semillas de las 3 cultivares se sembraron en macetas de 1 dm<sup>3</sup> con una mezcla de partes iguales de tierra, turba y perlita. Las plantas se mantuvieron en

invernadero hasta que alcanzaron el tamaño de 3 a 4 hojas desarrolladas y consideradas aptas para el trasplante.

El trasplante de las 3 cultivares en los diferentes ambientes se efectuó el 23/04/02 a una distancia de 1,40 m entre líneas y 0,80 m entre plantas. La cosecha se efectuó durante el mismo año de la implantación del ensayo.

Se analizaron las siguientes variables vegetativas y productivas:

**-VEGETATIVAS** Las mediciones de estas variables se efectuaron al inicio de la cosecha.

\* *Número de hojas* (NH)

\* *Altura de planta* (cm) (ALP) distancia comprendida entre la base de la planta y la hoja superior en posición normal

\* *Altura de tallo* (cm) (ALT) medida desde la base hasta la inserción del primer capítulo

\* *Diámetro de planta* (cm) (DIAM)

#### **-PRODUCTIVAS**

\* *Número de capítulos por ha* (NCx10<sup>3</sup>)

\* *Peso medio de los capítulos* (g) (PM)

\* *Rendimiento* (t.ha) (RE)

\* *Días a cosecha* (DAC) lapso de tiempo transcurrido entre la fecha de implantación hasta la cosecha del primer capítulo

\* *Días de cosecha* (DDC) período comprendido entre el primer y último capítulo cosechado.

## **RESULTADOS**

El registro de la temperatura al igual que el tipo de riego permitió caracterizar los ambientes encontrándose que el ambiente invernadero (A1) presentó

temperaturas superiores en 5° C en promedio al resto de los ambientes ensayados. Los ambientes vidriera (A2) y campo (A3) no discreparon en sus valores promedios (Gráfico 1 ).

El Número de hojas, Altura de planta, Altura de tallo y Diámetro fue diferente en los distintos ambientes.

Los valores promedios en el número de hojas (23), altura (89 cm) y diámetro de planta (156 cm) obtenidos en el ambiente invernadero fueron muy similares a los que se produjeron en la vidriera. El ambiente campo no fue propicio ya que arrojó los valores más bajos en todas las variables vegetativas produciendo plantas con escaso vigor, de menor porte y con una disminución considerable en su diámetro (Tabla i).

Al analizar el comportamiento de las cultivares dentro de los ambientes, las variables vegetativas Número de hojas, Altura de planta y Altura de tallo mostraron grandes diferencias.

Violeto Invernale superó en las variables vegetativas a Imperial Star y Estrella del Sur tanto en el ambiente invernadero como en la vidriera, manteniendo un comportamiento similar en el campo.

Para las variables productivas Número de capítulos, Rendimiento, Días a cosecha y Días de cosecha las diferencias entre ambientes fueron muy significativas

La variable rendimiento mostró una expresión superior en el ambiente invernadero (10,51 t.ha), intermedio en el campo (8,31 t.ha) y más bajo en la vidriera (5,80 t.ha). Este mayor rendimiento fue debido a un incremento del 13% en el número de capítulos, si bien esta variable al igual que el peso medio no mostró diferencias significativas entre los ambientes invernadero y campo. El ambiente vidriera es quien produjo los menores valores en número de capítulos ( $34,07 \times 10^3$  cap.ha) (Tabla II).

Respecto a los días a cosecha, se manifestó una ganancia en precocidad de 16 días en el ambiente invernadero respecto de la producción desarrollada en el ambiente campo, manteniéndose en ambos el mismo valor de 27 días de cosecha.

Al evaluar el comportamiento de las 3 cultivares dentro de los diferentes ambientes manifestaron valores muy diferentes en todas las variables productivas.

La cultivar Violeto Invernale tuvo en el ambiente invernadero un incremento para el número de capítulos del 36% y del 81% en relación a Imperial Star y Estrella del Sur FCA respectivamente. En el ambiente vidriera los valores fueron similares, mientras que a campo la cultivar Violeto Invernale superó en Número de capítulos en un 52% y 70% a Imperial Star y Estrella del Sur FCA respectivamente.

Por otra parte también Violeto Invernale fue, de las tres cultivares evaluadas, quien produjo los mayores rendimientos con incrementos que superaron las 3 y 4 t.ha respecto a Imperial Star cuando el cultivo se condujo en invernadero y a campo.

Al no evidenciarse diferencias en los pesos promedios de los capítulos, los rendimientos superiores se produjeron por un aumento en el número de capítulos.

En relación a los Días a cosecha Violeto Invernale fue la cultivar que más anticipó su producción, al presentar una precocidad de 25 días en el ambiente invernadero respecto a la conducción a campo, en tanto que para Imperial Star dicho valor fue de 20 días. Por su parte Estrella del Sur no manifestó precocidad al entrar en producción en la misma fecha en los tres ambientes evaluados.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Basniski, J.; Foury, C.; Guimbard, C.; La Malfa, G. & Trigo, I. 1981. Recherches sur la physiologie du développement de l'artichaut (*Cynara scolymus L.*). Atti III Cong. Int. Carciofo. 167-195.

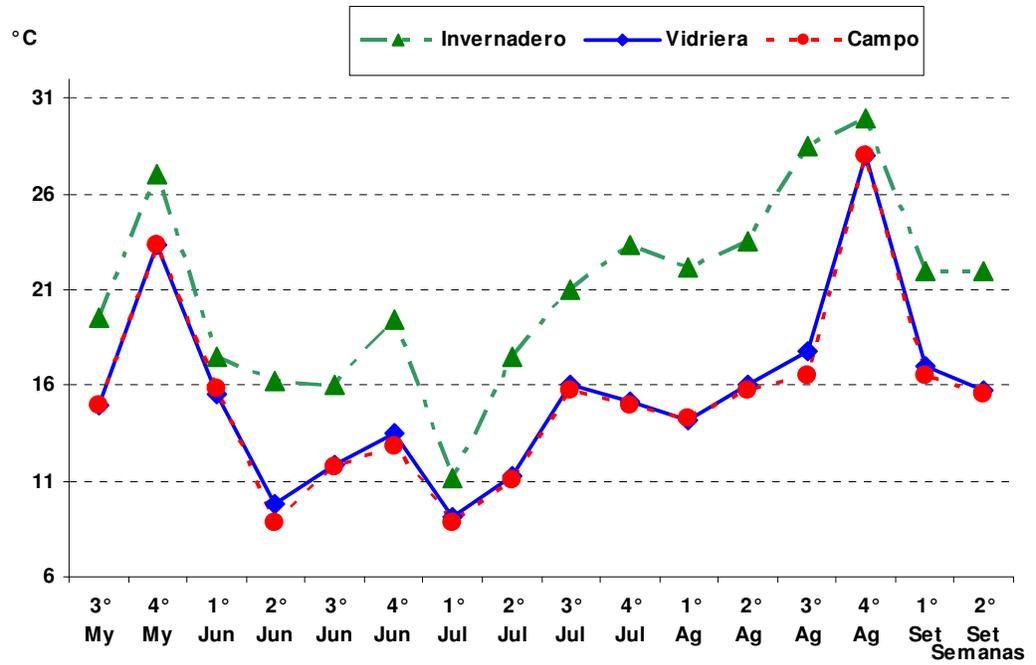
**Tabla 1:** Medias de las variables vegetativas Número de hojas (NH), Altura de planta (ALP), Altura de tallo (ALT) y Diámetro de planta (DIAM), en 3 ambientes y 3 cultivares.

	INVERNADERO			VIDRIERA			CAMPO		
	IMPERIAL STAR	VIOLETO INVERNALE	ESTRELLA DEL SUR	IMPERIAL STAR	VIOLETO INVERNALE	ESTRELLA DEL SUR	IMPERIAL STAR	VIOLETO INVERNALE	ESTRELLA DEL SUR
NH	22	25	22	29	25	21	19	18	29
<i>promedios</i>	23			25			22		
ALP (cm)	81,00	101,15	81,80	102,62	108,50	56,37	55,55	49,83	45,00
<i>promedios</i>	89,18			89,16			50,39		
ALT (cm)	65,10	80,92	67,70	73,00	75,25	43,50	31,66	27,16	31,62
<i>promedios</i>	72,12			63,91			30,47		
DIAM (cm)	154,00	159,23	155,60	146,12	158,25	146,37	120,44	123,83	116,25
<i>promedios</i>	156,54			150,25			119,87		

**Tabla II: Medias de las variables productivas Número de capítulos (NC), Rendimiento (RE), Peso Medio (PM), Días a cosecha (DAC) y Días de cosecha (DDC) en 3 ambientes y 3 cultivares.**

	INVERNADERO			VIDRIERA			CAMPO		
	IMPERIAL STAR	VIOLETO INVERNALE	ESTRELLA DEL SUR	IMPERIAL STAR	VIOLETO INVERNALE	ESTRELLA DEL SUR	IMPERIAL STAR	VIOLETO INVERNALE	ESTRELLA DEL SUR
<b>NC</b> (miles/ha)	57,03	77,56	42,77	34,39	37,64	30,18	46,01	70,19	41,06
<i>promedios</i>	59,12			34,07			52,42		
<b>RE</b> (t.ha)	10,23	14,69	6,62	5,83	6,81	4,76	7,48	10,79	6,67
<i>promedios</i>	10,51			5,80			8,31		
<b>PM</b> (g)	177,93	189,13	154,74	168,71	182,41	155,62	161,36	153,66	189,97
<i>promedios</i>	173,93			168,91			168,33		
<b>DAC</b>	158	147	184	169	169	184	178	172	186
<i>promedios</i>	163			174			179		
<b>DDC</b>	26	39	19	21	22	16	27	36	17
<i>promedios</i>	28			20			27		

**Gráfico 1: Evolución de la temperatura media (°C) en el período Mayo-Setiembre en los tres ambientes.**



**Foto 6: Ambiente Invernadero**



**Foto 7: Ambiente Vidriera**



**Foto 8: Ambiente campo**



## **DETERMINACIÓN DEL MOMENTO ÓPTIMO DE SIEMBRA EN CULTIVARES DE REPRODUCCIÓN SEXUAL**

Tradicionalmente el cultivo de alcaucil en Argentina se realiza en forma asexual con la utilización de hijuelos como órgano de multiplicación. La producción está restringida a la cultivar "Francés" utilizada por el 90% de los productores hortícolas (Garcia *et al.* 2005). El cultivo se mantiene en producción en forma perenne durante cuatro a cinco años, causando este método de multiplicación desventajas fisiológicas, problemas de enfermedades bacterianas, fúngicas y virales y grandes pérdidas económicas (Calabrese *et al.* 2004).

A fin de subsanar estos inconvenientes se propició a partir de la obtención de la cultivar Imperial Star de propagación sexual (Schrader and Mayberry, 1992), el cambio en la forma tradicional de multiplicación del cultivo. El mayor interés en la utilización de semillas está dado en la reducción de fallas en la plantación, ya que en cultivares de propagación vegetativa se puede llegar a una disminución del 40-50% en el stand de plantas (Miguel *et al.* 2004) y en prevenir la expansión de enfermedades a través del material de plantación, especialmente *Verticillium dahliae* (Amenduni *et al.* 2005; Cointry *et al.* 1994; Marquez *et al.* 2005) y virus como el *Artichoke Latent Virus* (Ortega *et al.* 2005).

Hoy en día, los cultivares de alcaucil multiplicables por semilla disponibles comercialmente en Argentina dan perspectivas interesantes para este cultivo, pero continúa siendo una práctica incipiente debido a la escasa información disponible sobre el momento de siembra adecuado para cada zona productora para el logro de una mayor rentabilidad.

Es así que para determinar las fechas de implantación y el período productivo se hace necesario establecer dos grandes grupos de países:

**Países del Hemisferio Norte:** En la zona del Mediterráneo (España, Italia, Francia, Marruecos, Argelia, Grecia y Egipto) las plantaciones se efectúan entre finales de junio y de agosto, permitiendo, con cultivares precoces, cosechas tempranas que se destinan fundamentalmente al mercado en fresco debido a los elevados precios, mientras que en Estados Unidos el cultivo se implanta durante la primavera, obteniéndose cosecha en otoño en su primer año de cultivo.

**Países del Hemisferio Sur:** en ellos existe una mayor variabilidad respecto a las fechas de plantación y cosecha.

En Chile las cultivares de zuecas se implantan entre diciembre y febrero mientras que, cuando se propagan por hijuelos se efectúa en el mes de marzo. En Perú, en la zona de Costa, la implantación se realiza a finales de marzo y abril, lográndose cosecha entre los meses de agosto a noviembre. Mientras que en la Sierra se efectúan en setiembre con un período de cosecha que va desde enero a mayo. En Argentina en la zona de La Plata los hijuelos se implantan en primavera, lográndose cosechas a partir de fines de otoño. En Mendoza y San Juan los esquejes se implantan durante el reposo vegetativo entre mediados de enero y febrero, mientras que en el Cinturón Hortícola de Rosario generalmente las plantaciones se efectúan en marzo y abril.

A fin de determinar la fecha de siembra óptima para el Cinturón Hortícola de Rosario se utilizó como material experimental plantas provenientes de semillas de la cultivar Imperial Star (Peters Seeds and Research) con las que se efectuaron siembras mensuales desde marzo a diciembre del 2003 y del 2004, utilizándose también la cultivar Violeta Invernale (Green Seed) sólo en el segundo año de ensayo. Las semillas se sembraron en macetas y se mantuvieron en invernadero hasta tanto las plantas alcanzaron el estado de 4 hojas considerado como el tamaño óptimo para la

implantación. El período desde siembra a trasplante fue de 45 a 60 días dependiendo de las temperaturas al momento en que se efectuaron las diferentes siembras.

La plantación se realizó a campo, manteniendo una distancia de 1,40 m entre líneas y 0,80 m entre plantas lo que determinó una densidad de 9.125 plantas·ha<sup>-1</sup>.

Las variables evaluadas fueron:

\* *Número de capítulos por ha* (miles·ha<sup>-1</sup>) (NC) considerado como el total de los capítulos producidos

\* *Peso medio de los capítulos* (g) (PM)

\* *Rendimiento* (t·ha<sup>-1</sup>) (RE)

\* *Días a cosecha* (DAC) evaluados desde la fecha de plantación hasta la cosecha del primer capítulo

\* *Días de cosecha* (DDC) correspondiendo al período comprendido entre el primer y último capítulo cosechado.

Se tomaron como valores de referencia los precios mayoristas mensuales (\$/Kg) que informa el Mercado Central de Buenos Aires para los correspondientes meses de cosecha, a fin de establecer el rendimiento económico del cultivo en las siembras efectuadas en el 2003.

## **RESULTADOS**

Al comparar ambos años de siembra (2003 y 2004) en la cultivar Imperial Star sólo se manifestaron diferencias en los Días de cosecha. Mientras que para el Año 1 se obtuvieron valores de 40 días, en el Año 2 al haberse registrado temperaturas más frescas al final del ciclo productivo se amplió en 8 días el período de cosecha, por lo que al no haberse presentado diferencias en el resto de las variables, ambos años se comportaron en forma similar (Tabla I).

Al analizar las diferentes fechas de siembra en cada año de cultivo, se encontraron diferencias muy significativas en las variables Número de capítulos, Rendimiento, Peso medio, Días a cosecha y Días de cosecha.

La siembra efectuada en noviembre fue la que arrojó el mayor Número de capítulos·ha<sup>-1</sup> (125,4x10<sup>3</sup>) y si bien no difirió estadísticamente con la siembra del mes de diciembre, se diferenció del resto de las fechas de siembra evaluadas. También superó en 329% al número de capítulos que produjo la siembra de junio quién tan sólo arrojó valores de 29,2x10<sup>3</sup> cap·ha<sup>-1</sup>. Los capítulos fueron de mayor peso promedio (179 g) y en consecuencia el incremento de ambas variables determinó rendimientos del orden de 23,6 t·ha<sup>-1</sup>, superando en un 578% al rendimiento que produjo la siembra del mes de junio. Algunos autores (Asprelli *et al.* 2001, Cravero *et al.* 2002 y Cointry *et al.* 1998) demostraron que el número de capítulos es importante en la expresión del rendimiento, sin embargo en nuestros resultados coincidentes con los reportados por Dellacecca *et al.* (1976) el rendimiento es función tanto del número de capítulos por planta como de su peso promedio. Con respecto a la variable Días a cosecha, la siembra efectuada durante el mes de junio fue la que produjo más precozmente con valores de 171 días de ciclo hasta la aparición del primer capítulo, a pesar de que esta mayor precocidad estuvo asociada a una marcada disminución del rendimiento.

Por otra parte las siembras de octubre, noviembre y diciembre fueron las que presentaron los mayores períodos de cosecha (70, 73 y 60 días respectivamente).

Cuando se evaluaron las diferentes fechas de siembra al utilizar la cultivar Violeto Invernale se registraron diferencias altamente significativas en todas las variables (Tabla II).

Coincidente con los resultados obtenidos con Imperial Star, la siembra efectuada en el mes de noviembre generó un mayor número de capítulos·ha<sup>-1</sup> (163,5x10<sup>3</sup>), con elevado peso promedio (176 g), lo que determinó un rendimiento de 29,15 t·ha<sup>-1</sup>. Esta fecha superó en rendimiento en un 700% a la siembra de junio que si bien fue la de mayor precocidad estuvo asociada a un menor rendimiento (3,94 t·ha<sup>-1</sup>).

El análisis de agrupamiento de las fechas de siembra en función de las variables rendimiento e ingreso bruto condujo a la formación de 3 grupos (Tabla III).

Las siembras de los meses de marzo, abril, mayo y junio constituyeron el Grupo 1 quien produjo el rendimiento más bajo (4,58 t·ha<sup>-1</sup>) y el menor Ingreso Bruto (2.227 \$·ha<sup>-1</sup>). El Grupo 2 constituido por las fechas de siembra correspondientes a los meses de julio, agosto, setiembre y octubre arrojó valores intermedios para ambas variables con rendimientos de 14,03 t·ha<sup>-1</sup> e Ingresos Brutos de 12.918 \$·ha<sup>-1</sup>, mientras que el Grupo 3 quedó conformado con las siembras efectuadas en los meses de noviembre y diciembre presentando el mayor rendimiento (21,35 t·ha<sup>-1</sup>) con un considerable Ingreso Bruto (21.395 \$·ha<sup>-1</sup>) (Tabla III).

En general la tendencia de las siembras del primer grupo fue producir menor número de capítulos, peso medio y rendimiento, con el ciclo de producción más corto, a pesar de ser las únicas que generaron producción el mismo año en que se efectuaron las siembras. Basniski *et al.* (1981) determinaron que el número de capítulos y por lo tanto el rendimiento está estrechamente vinculado con la longitud del ciclo y con el vigor vegetativo que alcanzan las plantas durante su desarrollo. Como consecuencia el número de capítulos y el rendimiento es bajo para aquellas siembras que producen el mismo año, es decir las de marzo, abril, mayo y junio.

Casucci (1991) en estudios sobre determinación de fechas de siembra postula que las plantas correspondientes a siembras de fin de primavera tienen un período de

crecimiento adecuado para lograr un máximo desarrollo vegetativo antes de captar el estímulo de frío. Contrariamente las siembras de otoño se inducen a floración con un corto período de crecimiento vegetativo lo que se traduce luego en una menor producción.

Asimismo, las plantas que producen el mismo año de siembra, como consecuencia de la pérdida de calidad por la divergencia y fibrosidad de las brácteas generado por las temperaturas elevadas al momento de cosecha, hace que los capítulos se deban cosechar anticipadamente en detrimento del peso promedio y pérdidas sustanciales de rendimiento.

A la luz de estos resultados parece más razonable efectuar la siembra en el mes de noviembre, que si bien el período para entrar en producción es más largo, se justifica por el mayor rendimiento que genera, porque se amplía el período de cosecha y porque al comenzar la misma a finales de julio coincidiendo con precios aún competitivos, se origina un mayor ingreso bruto.

## **CONCLUSIONES**

Para las condiciones locales en que se realizó la experiencia y utilizando las cultivares Imperial Star y Violeto Invernale, la siembra efectuada en noviembre generó un mayor rendimiento e ingreso bruto.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Amenduni, M.; Cirulli, M.; D'Amico, M. & Colella, C. 2005. Verticillium Wilt of Artichoke Caused by *Verticillium dahliae* Kleb. Acta Horticulturae 681:603-606.
- Asprelli, P.D.; Cravero, V.P. y Cointry, E.L. 2001. Evaluación de la variabilidad presente en una población de clones de alcaucil (*Cynara scolymus* L.). Rev. Invest. Fac. Cs. Agrs. UNR. 1(1): 27-38.

- Basniski, J.; Foury, C.; Guimbard, C.; La Malfa, G. & Trigo, I. 1981. Recherches sur la physiologie du développement de l'artichaut (*Cynara scolymus L.*). Atti III Cong. Int. Carciofo. 167-195.
- Calabrese, N.; de Palma, E. & Bianco, V.V. 2004. Yield and quality of new commercial seed grown artichoke hybrids. *Acta Horticulturae* 660:77-80.
- Casucci, M. 1991. La semina del carciofo. *Culture Protette*(1): 49-52
- Cravero, V.P.; López Anido, F.S. y Cointry, E.L. 2002. Efecto de una generación de endocría sobre caracteres vegetativos y productivos en dos estructuras familiares de alcaucil. *Horticultura Brasileira* 20(3): 459-464.
- Cointry, E.L.; López Anido, F.S.; García, S.M. y Firpo, I.T. 1994. Ganancia a la selección y estimación de las correlaciones genéticas a partir de una población de clones de alcaucil. XXV Congreso Argentino de Genética-III Jornadas Argentino-Uruguayas de Genética. 1994. La Plata. Resumen 51.
- Dellacecca, V.; Magnifico, V.; Marzi, V.; Porceddu, E. & Scarascia Mugnozza, G.T. 1976. Contributo alla conoscenza delle varietà di carciofo coltivate nel mondo. Atti 2º Congresso Internazionale di Studi sul Carciofo. 199-316.
- García, S.M.; Cointry, E.L.; López Anido, F.S.; Cravero, V.P. & Firpo, I.T. 2005. Artichoke Situation in Argentina. *Acta Horticulturae* 681:195-200.
- Marquez, B.; Armengol, J.; Vicent, A.; Sales, R. & Garcia-Jimenez, J. 2005. Control of *Verticillium dahliae* on Artichoke Stumps Using Hot-Water Treatment. *Acta Horticulturae* 681:573-579.
- Miguel, A.; Baixauli, C.; Aguilar, J.M.; Giner, A.; Maroto, J. V.; López, S. & Pascual, B. 2004. Cultivar Trials of Seed Propagated Artichoke. *Acta Horticulturae* 660:111-116.

Ortega, A.M.; Juarez, M.; Jordá, M.C. & Armengol, J. 2005. Viral Diseases in Artichoke Crops in Spain. *Acta Horticulturae* 681:611-616.

Schrader, W.L. & Mayberry, K.S.1992. "Imperial Star" artichoke. *HortScience* 27(4):375-376.

**Tabla I: Valores medios para las variables Número de capítulos (NC), Peso medio del capítulo (PM), Rendimiento (RE), Días a cosecha (DAC) y Días de cosecha (DDC), para la cultivar “Imperial Star” en las diferentes fechas de siembra y en dos años de evaluación.**

Fecha	NC (miles.ha)		Media	PM (g)		Media	RE (t.ha <sup>-1</sup> )		Media	DAC		Media	DDC		Media
	Año	Año		Año	Año		Año	Año		Año	Año				
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2					
Mar	34,90	37,18	35,5	155,3	139,5	147,4	5,1	5,2	5,1	221	221	221	22	23	22,5
Abr	50,64	48,13	48,8	131,1	147,8	139,4	6,5	6,9	6,7	203	218	211	24	26	25,0
May	33,76	42,43	37,8	106,4	128,2	117,3	3,5	5,4	4,4	187	196	192	15	24	19,5
Jun	30,34	28,28	29,2	103,1	132,0	117,6	3,1	3,7	3,4	161	180	171	14	13	13,5
Jul	79,84	73,91	76,6	159,6	163,5	161,5	12,9	12,0	12,4	436	441	439	49	49	49,0
Ago	82,35	74,82	78,4	162,4	156,7	159,5	13,2	11,8	12,5	406	406	406	57	56	56,5
Set	85,96	78,24	82,1	165,4	177,2	171,3	14,2	13,5	13,8	400	362	381	29	66	47,5
Oct	93,07	91,00	92,0	169,3	159,3	164,3	15,7	14,5	15,1	338	290	314	58	83	70,5
Nov	126,83	136,41	125,4	185,1	172,9	179,0	23,5	23,9	23,6	284	284	284	73	74	73,5
Dic	119,76	124,55	121,8	162,8	160,7	161,7	19,2	19,9	19,5	272	273	272	60	61	60,5
	73,74	73,49		150,0	153,7		11,7	11,7		291	287		40	48	

**Tabla II:** Valores medios para las variables Número de capítulos (NC), Peso medio del capítulo (PM), Rendimiento (RE), Días a cosecha (DAC) y Días de cosecha (DDC), para la cultivar Violeto Invernale en las diferentes fechas de siembra en un año de evaluación.

Fechas	NC (miles·ha)	PM (g)	RE (t·ha <sup>-1</sup> )	DAC	DDC
<i>Marzo</i>	52,46	141,8	7,42	210	33
<i>Abril</i>	55,20	156,2	8,54	218	31
<i>Mayo</i>	38,09	140,9	5,35	199	24
<i>Junio</i>	29,20	137,5	3,94	179	15
<i>Julio</i>	84,86	177,4	14,87	437	52
<i>Agosto</i>	86,91	160,9	14,23	390	71
<i>Setiembre</i>	99,00	166,1	16,39	350	75
<i>Octubre</i>	104,93	149,6	15,61	301	76
<i>Noviembre</i>	163,56	176,0	29,15	285	74
<i>Diciembre</i>	151,70	160,9	24,30	273	62

**Tabla III:** Valores promedios entre grupos de fechas de siembra en Imperial Star, en función del Rendimiento (RE) (t·ha<sup>-1</sup>) y del Ingreso Bruto (IB) (\$).

Variables	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
RE	4,58	14,03	21,35
IB	2227	12918	21395
N° fechas	4	4	2

## APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS VERNALIZANTES

El alcaucil es una hortaliza de invierno, con una temperatura óptima de crecimiento entre 16 y 18º C.

Como toda planta en roseta necesita recibir una apropiada vernalización o acumulación de horas de frío para pasar del estado vegetativo al reproductivo, siendo las temperaturas de 8-9º C las que marcarían el cambio de fase. Si bien es un cultivo exigente en clima templado, si el mismo es demasiado cálido y seco, con temperaturas por encima de los 25º C, los capítulos son excesivamente fibrosos y de brácteas abiertas, y se favorece la formación de espinas en el ápice de las mismas.

El cero vegetativo está dado a los 4º C, a partir del cual se detiene el crecimiento, y los efectos que se producen por debajo de este valor se presentan en la siguiente tabla:

**Efecto de las bajas temperaturas en plantas de alcaucil**

Temperaturas	Efectos
0º C a 4º C	*los capítulos son más sensibles a las enfermedades bacterianas
0º C	*epidermis de las brácteas se separan *necrosis en extremos de las brácteas
0º C a -4º C	*destrucción del tallo floral *destrucción de capítulos
-4º C a -7º C	*muerte de hojas
-7º C	*destrucción de todo el sistema aéreo vegetativo *muerte del rizoma.

Las temperaturas bajas requeridas para la vernalización pueden ser obtenidas en forma natural cuando el cultivo se realiza a campo, o en forma artificial cuando se utilizan tratamientos de frío o reguladores de crecimiento como el ácido giberélico (AG<sub>3</sub>).

La vernalización de los materiales reproducibles vegetativamente se produce cuando las plantas reciben temperaturas de 4° C durante un período de 4 a 6 semanas (Sachs *et al.*, 1971, 1972; Basnizki y Evenari, 1973).

En Michigan, Harwood y Markarian (1968) establecieron que el alcaucil puede crecer satisfactoriamente como cultivo anual con métodos de vernalización inducida. Cuando se colocan semillas o plantas inmaduras en almacenamiento con temperaturas vernalizantes se efectúan con la finalidad de incrementar el porcentaje de plantas que florezcan durante la primera estación. Estas prácticas por su elevado costo y por la dificultad de implementación son difíciles de llevar a cabo en un cultivo a nivel comercial (Snyder *et al.* 1971, Hill y Maynard, 1989).

La floración por sustitución artificial de vernalización fue practicado por productores en áreas como Rusia donde las temperaturas prevén inviernos muy fríos (Panov ,1949; Shilova, 1962)

Bonnet, (1959) y Sims, *et al.*, (1962) mencionan la posibilidad de obtener capítulos florales en un año a través de la vernalización de la semilla pero para estos autores es una práctica difícil de llevar a cabo. Para autores como Purvis y Gregory, (1961) y Wellensiek, (1964 y 1965), las células del embrión en activo crecimiento parecería ser el lugar adecuado para que reciba el estímulo floral.

Si bien las bajas temperaturas producen la vernalización, cuando reciben temperaturas por encima de 26° C se ocasiona el proceso inverso de devernalización (Gerakis *et al.* 1969).

## **A) CON TRATAMIENTOS DE FRÍO**

### **EN SEMILLAS SECAS Y PLÁNTULAS**

Se utilizó la cultivar Imperial Star (Peters Seeds and Research) de reproducción sexual, efectuándose las siembras en macetas de 1 dm<sup>3</sup> con sustrato, el 10 de setiembre de 2001 y 2002.

Se colocaron durante 10 días en cámara a 3°C y fotoperíodo de 12 horas de luz, semillas (T<sub>1</sub>), plántulas al estado de cotiledones (T<sub>2</sub>) y con 2 hojas verdaderas totalmente expandidas (T<sub>3</sub>) utilizándose como testigo (T<sub>4</sub>) plantas provenientes de semillas que no recibieron tratamientos de frío (Fotos 9, 10 y 11).

El trasplante se realizó a campo el 23 de octubre para el año 2001 y el 7 de noviembre en el 2002, cuando las plantas alcanzaron el estado de 4-5 hojas verdaderas. El marco de plantación fue 1,40 m entre líneas y 0,80 m entre plantas lo que determinó una densidad de 9.125 plantas.ha. El motivo de efectuar los ensayos en esta época del año fue para evitar que las plantas recibieran bajas temperaturas durante el período vegetativo y se produjera la vernalización en forma natural.

Para las plantaciones del año 2001 la cosecha se efectuó en el 2002 y para las plantaciones efectuadas en el 2002 se cosecharon durante el 2003.

## **RESULTADOS**

### **AÑO DE PLANTACIÓN 2001**

Cuando el ensayo fue implantado en el año 2001 se produjo una producción anticipada de tan sólo 0,5 t.ha en el tratamiento que generó el mayor rendimiento (T<sub>1</sub>) en marzo de 2002 (producción precoz) y a los 128 días

de efectuada la plantación (Tabla I). El tratamiento testigo ( $T_4$ ) y los tratamientos de frío a la semilla ( $T_1$ ), en estado de cotiledón ( $T_2$ ) y con dos hojas ( $T_3$ ) comenzaron a producir en la misma fecha como lo evidenció la variable Días a cosecha que se muestra en la Tabla I. Cuando el frío se aplicó a la semilla, se produjo un aumento del 42% en el número de capítulos generando un rendimiento de 67% superior al testigo ( $T_4$ ) y sin haberse modificado el peso promedio del capítulo.

El número promedio de capítulos.ha fue disminuyendo según se incrementaba el estado de la plántula al recibir el frío desde  $26,4 \times 10^3$  cap.ha. en  $T_2$  hasta  $19,1 \times 10^3$  cap.ha en  $T_3$ , por tener un menor porcentaje de plantas inducidas en estos tratamientos. Como puede observarse en el Gráfico 1, en el tratamiento testigo ( $T_4$ ) el porcentaje de plantas productivas para dicho período fue de un 60%, con valores de 63,3% cuando el frío se aplicó al estado de semilla ( $T_1$ ), mientras que cuando los tratamientos de frío se efectuaron al estado de cotiledones y dos hojas, los valores obtenidos fueron de 52% y 47,8% respectivamente.

En la época normal de producción, los tratamientos de frío mostraron grandes diferencias en Número de capítulos, Peso medio y Rendimiento.

En la Tabla II se observa que para el Año 1 el material vernalizado naturalmente (testigo) generó un rendimiento de 12,5 t.ha con  $78,4 \times 10^3$  capítulos.ha y un peso promedio del capítulo de 158,9 g.

En las plantas provenientes de semillas vernalizadas artificialmente ( $T_1$ ) el número de capítulos disminuyó levemente ( $74,8 \times 10^3$  cap.ha) observándose una reducción en el rendimiento a valores de 10,8 t.ha debido también a una modificación en su peso promedio (144 g).

Cuando las plantas fueron sometidas a tratamientos de frío al estado de dos hojas ( $T_3$ ) se produjo un aumento en el rendimiento del 17% (14,7 t.ha), debido fundamentalmente a un incremento en el número de capítulos ( $95,5 \times 10^3$  cap.ha), sin haber sufrido una modificación significativa en su peso medio (154 g).

En este primer año de ensayo todos los tratamientos de frío comenzaron a producir en el mismo momento en que lo hizo el testigo, no difiriendo tampoco en la cantidad de días en que el cultivo se mantuvo en producción.

Si bien todos los tratamientos produjeron un rendimiento precoz en el mes de marzo, al coincidir esta fecha con altas temperaturas, el capítulo que se logra no es acorde a los parámetros de calidad, por la apertura de brácteas que le hacen perder compacidad.

Cuanto menor es el nivel de rendimiento precoz, mayor es el mismo en la época normal, tal como sucedió cuando la vernalización inducida se realizó en plántulas en estado de dos hojas verdaderas (Tablas I y III Anexo 4).

## **AÑO DE PLANTACIÓN 2002**

Durante la campaña 2002-2003 no se observó, en ningún tratamiento, la presencia de plantas con producción precoz de marzo, a diferencia de lo ocurrido en el período anterior.

Se determinó la existencia de diferencias en las variables Número de capítulos, Rendimiento y Días a cosecha .

En la Tabla II se observa que, cuando el tratamiento de frío se realizó al estado de dos hojas ( $T_3$ ) se incrementó el rendimiento en un 21.5% en relación al testigo ( $T_4$ ), debido a un aumento en el número de capítulos ( $87 \times 10^3$  cap.ha) del orden del 19% sin modificación significativa de su peso promedio, mientras

que cuando el frío se aplicó al estado de cotiledones ( $T_2$ ) tanto el incremento en el número de capítulos como en el rendimiento fue cercano al 11%. Sin embargo a pesar de ser ( $T_2$ ) tan precoz como ( $T_4$ ) con 253 días a cosecha, un 75% de las plantas de las parcelas de  $T_2$  entraron en producción a mediados de julio, mientras que las correspondientes al testigo ( $T_4$ ) sólo lo hicieron un 50%, lo que demuestra que  $T_2$  tuvo una mayor concentración de la producción.

Si bien no existieron diferencias estadísticamente significativas en los días de cosecha de cada tratamiento de frío, (69, 79 y 77 días para  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$  respectivamente), respecto al testigo (84 días), estos marcaron un acortamiento en los días en que se mantuvo el período productivo, al igual que lo ocurrido en el año 1.

En el análisis de los dos años de evaluación para la cultivar Imperial Star se encontraron diferencias en las variables Días a cosecha y Días de cosecha, (Tabla V Anexo 3). Mientras que para el año 1, la producción del primer capítulo comenzó a los 337 días desde la fecha de trasplante (25 de setiembre), en el año 2 la entrada en producción fue más anticipada (258 días a cosecha) correspondiéndole así el inicio de la cosecha a partir del 18 de julio. Además se logró en este segundo año de evaluación la extensión del período de cosecha de 40 a 77 días (Tabla II).

**Foto 9: Semillas (aquenios) de alcaucil**



**Foto 10: Plántulas en estado cotiledonar**



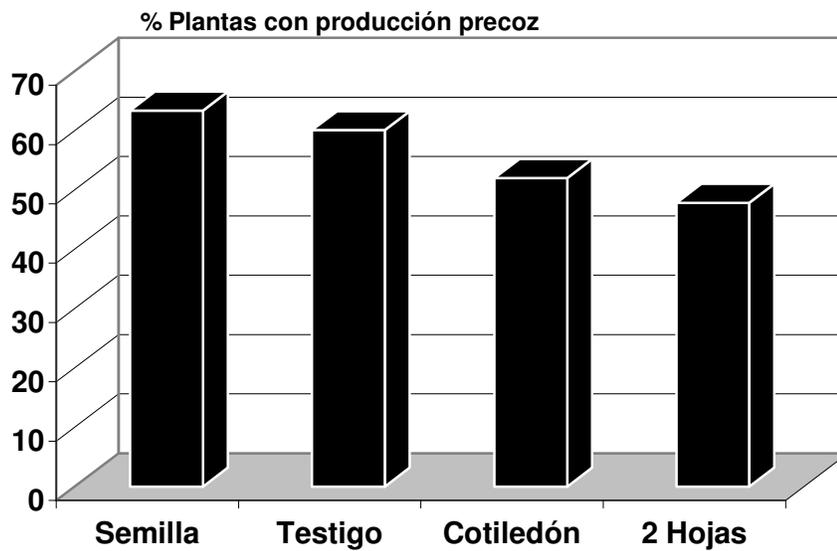
**Foto 11: Plántulas en estado de 2 hojas en cámara con tratamiento de frío**



**Tabla 1: Valores promedios de la producción precoz, para las variables Número de capítulos (NC), Peso medio (PM), Rendimiento (RE) y Días a cosecha (DAC) en los diferentes tratamientos de la plantación 2001 en la cultivar Imperial Star**

Tratamientos de frío	NC (miles.ha)	PM (g)	RE (t.ha)	DAC
Semilla (T <sub>1</sub> )	40,1 <sup>a</sup>	112,8 <sup>a</sup>	0,5 <sup>a</sup>	128 <sup>a</sup>
Cotiledón (T <sub>2</sub> )	26,4 <sup>ab</sup>	113,0 <sup>a</sup>	0,3 <sup>ab</sup>	129 <sup>a</sup>
Dos Hojas (T <sub>3</sub> )	19,1 <sup>b</sup>	108,0 <sup>a</sup>	0,2 <sup>b</sup>	130 <sup>a</sup>
Testigo (T <sub>4</sub> )	28,2 <sup>ab</sup>	109,0 <sup>a</sup>	0,3 <sup>ab</sup>	131 <sup>a</sup>

**Gráfico 1: Porcentaje de plantas con producción en marzo para cada tratamiento**



**Tabla II: Valores promedios para las variables Número de capítulos (NC), Peso medio (PM), Rendimiento (RE), Días a cosecha (DAC) y Días de cosecha (DDC), para los diferentes tratamientos en la cultivar Imperial Star y durante dos años de evaluación.**

Variables		TRATAMIENTOS DE FRÍO				Promedios
		Semillas (T <sub>1</sub> )	Cotiledones (T <sub>2</sub> )	Dos hojas (T <sub>3</sub> )	Testigo (T <sub>4</sub> )	
NC (miles.ha)	Año 1	74,8	82,1	95,5	78,4	82,7
	Año 2	70,3	81,2	87,0	73,4	78,0
PM (g)	Año 1	144,1	151,7	154,0	158,9	152,1
	Año 2	158,5	144,5	147,6	149,2	150,0
RE (t.ha)	Año 1	10,8	12,5	14,7	12,5	12,6
	Año 2	11,2	11,9	13,0	10,7	11,7
DAC	Año 1	338	338	337	336	337
	Año 2	267	253	260	253	258
DDC	Año 1	37	41	40	43	40
	Año 2	69	79	77	84	77

## **B) TRATAMIENTOS CON ÁCIDO GIBERÉLICO (AG<sub>3</sub>)**

Basnizki y Goldschmidt (1994) demostraron que la aplicación foliar con reguladores de crecimiento como el ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) participa en el proceso de iniciación de la flor y en las fases subsecuentes de alargamiento del tallo y desarrollo de la inflorescencia. Cuando se aplica a las plantas en estado de roseta puede reemplazar los requerimientos de frío y de esta forma promover la floración en algunos cultivares sin siquiera haber recibido temperaturas vernalizantes (Gerakis *et al.*, 1969, Mauromicale e Ierna, 1995; Miguel *et al.*, 2001).

La práctica de la aplicación de ácido giberélico está muy generalizada en cultivares tardías y multiplicadas asexualmente (Pochard, 1964), habiendo logrado García *et al.*, (1999) un anticipo de 52 días en la entrada en producción cuando se aplicó en cultivares precoces y multiplicados en forma asexual. Es así como en el Cinturón Hortícola de Rosario (Argentina) la producción de junio se logra con aplicación foliar en los meses de otoño, con respuesta sólo en la cultivar temprana "Francés", pudiendo obtenerse también cosechas en marzo-abril sólo con el uso de dosis muy elevadas y aplicadas a fines de enero (Firpo *et al.*, 2005) aunque con una pérdida importante de la calidad comercial.

La efectividad del tratamiento depende de factores tales como la cultivar, la fecha de siembra, las dosis y el número de aplicaciones (Schrader, 1992; Welbaum y Warfield, 1992; Elia *et al.*, 1994; Mauromicale e Ierna, 1995; Maroto *et al.*, 1997; Miguel *et al.*, 1997; Calabrese y Bianco, 2000; Mauromicale *et al.*, 2005 b).

Con relación a los requerimientos termoperiódicos de los materiales propagados por semillas no se cuenta con suficiente información. Estudios realizados en la Universidad de Oregón (Oregon State University, 2002)

establecieron que cada cultivar tiene diferentes requerimientos para pasar del estado vegetativo al reproductivo. La cv. Imperial Star requirió para su vernalización natural de 1300 hs a temperaturas por debajo de 50° F (10° C), aunque con sólo 205 horas de temperaturas vernalizantes, un 83% de las plantas se indujo a floración. Mientras que sólo floreció un 25% de las plantas de la cv. Green Globe Improve. Talpiot y Gran Beurre no florecieron hasta tanto no haber recibido 528 horas de temperaturas vernalizantes (Welbaum, 1994). De acuerdo a resultados presentados por Basnizki (1985) con temperaturas mayores o iguales a 18° C, el alcaucil queda en forma vegetativa no produciéndose el pasaje al estado floral.

Actualmente el AG<sub>3</sub> se utiliza en cultivares de multiplicación sexual, a pesar de un desconocimiento de las dosis y el momento óptimo de aplicación (Tiantong, 2000; Goreta *et al.*, 2004; Martínez *et al.*, 2004; Miguel *et al.*, 2004; Sarli y Calabrese, 2004), sin embargo Mauromicale e Ierna (1995) lograron que cultivares con cosecha primaveral produjesen temprano en el otoño.

Varios autores coinciden en el hecho que para tener producción de otoño con alcauciles de multiplicación por semillas es necesario utilizar una cultivar temprana, efectuar la plantación en el momento adecuado y aplicar AG<sub>3</sub> en forma foliar y en el momento óptimo (Schrader, 1992; Gil Ortega *et al.*, 1993; Calabrese *et al.*, 2005; Mauromicale *et al.*, 2005; Miguel *et al.*, 2001).

En Estados Unidos se hicieron siembras anuales en Michigan (Harwood y Markarian, 1968), Oregon (Baggett *et al.*, 1982), Connecticut (Hill y Maynard, 1989) y Florida (Maynard y Howe, 1986) con resultados variables, lo que demuestra que las diferentes condiciones termoperiódicas de cada localidad, producen efectos diferentes en término de floración.

Semillas de la cultivar Imperial Star (Peters Seeds and Research) se sembraron el 10/12/01 en macetas conteniendo sustrato y cuando las plantas alcanzaron el estado de 3 a 4 hojas expandidas (12/01/02), se efectuó el trasplante a campo en el mismo marco de plantación.

Cuando las plantas presentaron 6 a 7 hojas, se efectuaron los tratamientos con las dosis y épocas de aplicación según el siguiente detalle:

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis (ppm)</b>	<b>Fechas de aplicación</b>
1	30	03/04
2	15+15	03/04 y 03/05
3	80	03/04
4	30+50	03/04 y 03/05
5	Testigo	sin aplicación

Se aplicaron 15 cc de solución de agua y diferentes dosis de  $AG_3$  en el centro de la roseta de la planta con mochila manual.

Se analizaron las siguientes variables:

\* *Número de capítulos* ( $NC \times 10^3$ )

\* *Peso medio capítulos* (g) (PM)

\* *Rendimiento* (t.ha) (RE)

\* *Diámetro capítulo* (cm) (DIAM) medido en la zona ecuatorial de la inflorescencia.

\* *Altura capítulo* (cm) (ALT)

\* *Relación altura/diámetro* (RELA)

\* *Días a cosecha* (DAC)

\* *Días de Cosecha* (DDC)

## **RESULTADOS**

Los diferentes tratamientos de aplicación de  $AG_3$  provocaron la manifestación de grandes diferencias en los Días a cosecha y Días de cosecha

mientras que estas diferencias fueron menos marcadas para las variables Rendimiento y Altura.

El tratamiento con la menor dosis en una sola aplicación ( $T_1$ ) produjo capítulos con un leve peso superior (188,5 g) y un rendimiento que superó al testigo en 2 t.ha (Tabla I).

El resultado de mayor importancia en la aplicación de  $AG_3$  se presentó en la modificación que se produjo en los días a cosecha. Las plantas que no recibieron ninguna pulverización ( $T_5$ ) comenzaron a producir el primer capítulo a los 163 días desde la plantación, mientras que la dosis menor en una sola aplicación ( $T_1$ ) al producir el primer capítulo a los 139 días, se anticipó en 24 días respecto a  $T_5$ . El tratamiento con la dosis mayor ( $T_4$ ) lo hizo en 51 días, mientras que  $T_2$  y  $T_3$  con un comportamiento similar entre ellos (121 y 122 días a cosecha), produjeron un anticipo de 42 días respecto al testigo ( $T_5$ ) (Tabla I).

La modificación en los días a cosecha que produjeron todos los tratamientos estuvo a la vez asociada con un alargamiento en el período de cosecha al ampliarse en 25 días en el tratamiento con menores dosis ( $T_1$ ) y en 46 días en el tratamiento con la mayor dosis y en dos momentos de aplicación ( $T_4$ ).

Por su parte la menor altura del capítulo que se presentó en  $T_4$  con referencia al testigo ( $T_5$ ) si bien fue significativa, al no haberse modificado el diámetro del mismo, no manifestaron diferencias en la Relación altura-diámetro.

**Tabla 1: Valores promedios de las variables Número de capítulos (NC), Peso medio (PM), Rendimiento (RE), Días a cosecha (DAC), Días de cosecha (DDC), Diámetro (DIAM), Altura (ALT), y Relación diámetro-altura (RELA), para cada uno de los tratamientos en la cultivar Imperial Star.**

VARIABLES	IMPERIAL STAR				
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
<b>NC</b> (miles.ha)	109,5	91,2	82,1	82,1	109,5
<b>PM</b> (g)	188,5	170,3	174,1	158,0	175,3
<b>RE</b> (t.ha)	20,5	16,7	13,8	12,5	18,4
<b>DAC</b>	139	121	122	112	163
<b>DDC</b>	69	81	85	90	44
<b>DIAM</b> (cm)	8,2	7,8	8,0	7,8	8,3
<b>ALT</b> (cm)	7,9	7,7	7,9	7,4	8,2
<b>RELA</b>	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0

## BIBLIOGRAFÍA

Bagget, J.R.; Mack, H.J. and Kean, D. 1982. Annual culture of globe artichoke from seed. HortScience 17(5): 766-768.

Basnizki, J. 1985. *Cynara scolymus*. In: Halevy, A.H. Ed. Handbook of flowering. CRC Press, Boca Raton, FL. (2): 391-399.

Basnizki, J.; Goldschmidt, E.E. 1994. Further examination of gibberellina A<sub>3</sub> effects on flowering of globe artichokes (*Cynara scolymus* L.) Hassadeh. 66(9):1814-1817.

Calabrese, N.; Bianco, V.V. 2000. Effect of giberellic acid on yield and quality of seed grown artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L) Fiori). Acta Hort. 514:25-32

Calabrese, N.; De Palma, E. and Bianco, V.V. 2005. Yield and quality of seed propagated artichoke hybrid cultivars grown for four years. Proc. Of IV<sup>th</sup> IC on Artichoke. Acta Hort. 681:135-142

Elia, A., Calabrese, N. and Bianco, V.V. 1994. Sowing time, gibberellic acid treatments and cultivars of "seed" propagated artichoke. Acta Hort. 371: 347-354.

Firpo I.T.; García, S.M.; Cointry, E.L.; López Anido, F.S.; and Cravero, V. 2005. Evaluation of the performance of different artichoke cultivars in offseason production. Proc. Of IV<sup>th</sup> IC on Artichoke. Acta Hort. 681:89-94.

García, S.M.; Firpo, I.T.; López Anido, F.S. y Cointry, E.L. 1999. Aplicación de ácido giberélico en alcaucil. Pesq. Agropec. Bras. Brasilia. 34 (5): 789-793.

Gerakis, P.A.; D. Markarian and Honma, S. 1969. Vernalization of globe artichoke. *Cynara scolymus* L. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94:254-258.

Gil Ortega, R.; Macua, J.I. y Arce, P. 1993. Diferentes ciclos de producción en variedades de alcachofa de multiplicación por semilla. Agrícola Vergel. 139:379-380.

Goreta, S.; Bucán, L. and Dumicic, G. 2004. Effect of environment and gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) on earliness and yield of globe artichokes. Proc. Of V<sup>th</sup> IC on Artichoke. Acta Hort. 660:155-159.

Harwood, R. R.; Markarian, D. 1968. Annual culture of globe artichoke (*Cynara scolymus* L.) I. Preliminary Report. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. (92):400-409.

Hill, D.E.; Maynard, A.A. 1989. Globe artichoke trials 1987-1988. Conn. Agr. Expt. Sta. Bul. 867.

Maroto, J.V. Miguel, A.; Bartual, R.; Baixauli, C.; López, M.J.; Iranzo, B. y López Galarza, S. 1997. Estrategias productivas en alcachofa con cultivares multiplicados por semilla. Agrícola Vergel. Enero 13-19.

Martínez, J.A.; Carbonell, M.; and Almela, L. 2004. Influence of gibberellic acid (GA3) and planting distance on globe artichoke cultivars affected by Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV). Proc. Of V<sup>th</sup> IC on Artichoke. Acta Hort. 660:181-184.

Mauromicale, G.; Ierna, A. 1995. Effects of gibberellic acid and sowing date on harvest time and yields of seed- grown globe artichoke (*Cynara scolymus* L.). Agronomie 15:527-538.

Mauromicale, G., Ierna, A. and Cavallaro, V. 2005. Effects of vernalization and gibberellic acid on bolting, harvest time and yield of seed-grown globe artichoke. Proc. Of IV<sup>th</sup> IC on Artichoke. Acta Hort.681:243-249.

Maynard, D.N.; Howe, T.K. 1986. Evaluation of specialty vegetable crops for production in wet Central Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 99:293-300.

Miguel, A.; Maroto, J.V., Iranzo, B. y López Galarza, S. 1997. Acido giberélico en alcachofa. Horticultura, 120: 111-113.

Miguel, A.; Baixauli, C.; García, M.J.; y Maroto, J.V. 2001. Producción de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) multiplicada por semilla. Influencia de distintos cultivares, ciclos y tratamientos con ácido giberélico. IV Congr. Ibér. Cienc. Hort. p.495.

Miguel, A.; Maroto, V.; Baixauli, C.; Aguilar, J.M.; Giner, A.; López, S.; San Bautista, A. and Pascual, B. 2004. Gibberellic acid concentrations in seed propagated artichoke. Proc. Of V<sup>th</sup> IC on Artichoke. Acta Hort. 660:167-172.

Oregón State University. 2002. Commercial vegetable production Guides. [www.oregonstate.edu/dept/NWREC/artichgl.html](http://www.oregonstate.edu/dept/NWREC/artichgl.html).

Pochard, E. 1964. Modifications de la croissance et du développement de l'artichaut provoquées par la gibbérelline. *Ann. Amélior. Plantes* 14: 219-225.

Sarli, G.; Calabrese, N. 2004. Influence of biostimulating products on irrigated artichoke crop in southern Italy. *Proc. Of V<sup>th</sup> IC on Artichoke. Acta Hort.* 660:173-179.

Schrader, W.L. 1992. Growth regulator effects on earliness and yield in artichokes grown as annuals from seed. *HortScience.* 27:643.

Tiantong, C. 2000. The effects of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) on flowering and yield of artichokes. *IV Int. Congr. On Artichoke. Bari. Italia.* pag.13.

Welbaum, G.E. 1994. Annual culture of globe artichoke from seed in Virginia. *HortTechnology.* 4(2): 147-150.

Welbaum, G.E.; Warfield, S.C. 1992. Growing globe artichokes from seed. *Acta Hort.*318:111-115.