ITEA (2002), Vol. 98V N.° 3, 200-212

EFECTOS DEL MANTENIMIENTO A ELEVADAS TEMPERATURAS Y DEL ETEFÓN SOBRE LA ETAPA VEGETATIVA Y LA PRODUCCIÓN DE FLORES Y CORMOS HIJOS EN EL AZAFRÁN (*Crocus sativus* L.)

R.M. Muñoz Gómez[1]*, J.A. de Juan Valero, O. Botella Miralles**, A. Moya Aparicio****

* Instituto Técnico Agronómico Provincial (ITAP, S.A.), Ctra. Madrid, s/n, 02080 Albacete, España

** Dpto. Producción Vegetal y Tecnología Agraria, Universidad de Castilla-La Mancha, Campus Universitario, s/n, 02070 Albacete, España

RESUMEN

Los cormos de azafrán (*Crocus sativus* L.) en estado latente se mantuvieron durante un período de 0, 15, 30, 45 y 60 días a una temperatura de 30°C, tras el cual se les aplicó un tratamiento de etefón (compuesto que libera etileno) a concentraciones de 0, 1000, 3000 y 9000 ppm. Posteriormente se plantaron en macetas y fueron introducidos en la cámara de crecimiento con un fotoperíodo de 10 horas de luz al día y temperaturas de 17°C durante el período diurno y 10°C durante el nocturno.

Se analizaron los datos relativos a la etapa vegetativa, floración y producción de cormos hijos. El tratamiento térmico que produjo una brotación más precoz fue de 15 días a 30°C; sin embargo, las mayores producciones de flores y por consiguiente de estigmas, se obtuvieron tras 45 y 60 días a 30°C. El efecto del etileno varió proporcionalmente a la dosis empleada en prácticamente todas las variables estudiadas; así al aumentar la dosis de etefón se observó un retraso en la brotación, menor duración del período vegetativo, aumento del número de brotes y disminución de la longitud media de los mismos, disminución del número de flores y del peso fresco medio de flores y estigmas, mayor producción de cormos hijos y menor peso y diámetro de los mismos. La interacción entre el mantenimiento a 30°C y el tratamiento de etefón no fue significativa en la mayoría de las variables estudiadas.

Palabras Clave: *Crocus sativus* L, cormo, forzado, floración, tratamiento a elevadas temperaturas, etileno.

SUMMARY

THE EFFECTS OF HIGH TEMPERATURES AND ETHEPHON ON VEGETATIVE GROWTH STAGE AND THE PRODUCTION OF FLOWERS AND DAUGHTER CORMS IN SAFFRON (*Crocus sativus* L.)

Dormant saffron (*Crocus sativus* L.) corms were kept at a temperature of 30°C for periods of 0, 15, 30, 45 and 60 days, and then a treatment of ethephon (a compound that releases ethylene) was applied at concentrations of 0, 1000, 3000 and 9000 ppm. Later

1. Autor al que debe dirigirse la correspondencia.

they were planted in pots and put into a phytotron with light for 10 hours daily and day temperature at 17°C and 10°C at night.

Data relating to the vegetative stage, flowering, and the production of daughter corms were analyzed. The high-temperature treatment which produced earlier sprouting lasted for 15 days at 30°C; however, the greatest production of flowers and therefore of stigmas was obtained after 45 and 60 days at 30°C. The effect of ethylene varied proportionally to the concentration used in practically all the variables studied; therefore by increasing the concentration of ethephon a delay in sprouting, a shorter duration of the vegetative period, an increase in the number of sprouts and a decrease in their length, a decrease in the number of flowers and of the average wet weight of flowers and stigmas, a greater production of daughter corms and their lesser weight and diameter was observed. The interaction between maintaining a 30°C temperature and ethephon treatments was no significant in the majority of the variables studied.

Key Words: *Crocus sativus* L., corm, forcing, flowering, high temperature treatment, ethylene.

Introducción

El cultivo del azafrán (*Crocus sativus* L.) ha tenido notable importancia en España, sobre todo en la región de Castilla- La Mancha, aunque en la actualidad la tendencia es claramente regresiva. En las décadas de los años setenta y ochenta la superficie cultivada superaba las 4.000 ha, con producciones anuales que oscilaban entre 20.000 y 30.000 kg; sin embargo, la superficie cultivada en los años noventa descendió significativamente, alcanzando valores mínimos en 1994, con 1.406 ha cultivadas y una producción de 9.431 kg (MAPA, 1997). La problemática del cultivo se deriva principalmente de la necesidad de gran cantidad de mano de obra, el uso de material vegetal no mejorado ni tipificado, las arcaicas técnicas culturales utilizadas y una comercialización oligopolista, con existencia de adulteraciones del producto y la competencia con otros países.

El interés del cultivo radica en los estigmas desecados de la planta, los cuales constituyen la especia azafrán, la más cara del mundo (VISVANATH *et al.*, 1990). Además del uso culinario a causa de su aroma, el azafrán también es utilizado por sus propiedades medicinales y tintóreas (PÉREZ, 1989).

En el ámbito de la mejora y modernización de las técnicas culturales utilizadas, sería de gran interés para el cultivo la producción de flores de azafrán en cualquier época del año. Este "forzado" del cultivo se ha conseguido en otras especies del género *Crocus* y en otros géneros pertenecientes a la misma familia botánica (*Iridaceae*), como *Freesia*, *Gladiolus* e *Iris* (SORIANO, 1991).

En plantas bulbosas la temperatura a que se someten los bulbos durante su almacenamiento representa el factor más importante para el control de los procesos de desarrollo (DE MUNK, 1992). REES (1992) indica que la temperatura parece ser el factor más determinante en la floración, mientras que SALINGER (1991) afirma que la aplicación de temperaturas apropiadas a los bulbos durante el almacenamiento permite que la floración se retrase o adelante.

LE NARD (citado por BENSCHOP, 1993) informa que *Crocus sativus* puede ser almacenado a 30°C y 80% de humedad relativa durante más de ocho meses y que es posible de esa forma retardar la floración de los cormos. Esta especie muestra un estado latente durante el verano, lo cual indica que está perfectamente dotada para resistir las altas temperaturas y la falta de agua propias de esa estación (LÓPEZ, 1989). Otras bulbosas que tienen latencia estival son freesia (SALINGER, 1991), tulipán y narciso (FORBES y WATSON, 1992) e iris (REES, 1992). En estas especies suele ser común la utilización de altas temperaturas para romper la latencia o inducir una floración adecuada. Así la freesia requiere un tratamiento a 25-30°C para romper la latencia (IMANISHI y FORTANIER, 1983); en tulipán y narciso la formación de la flor tiene lugar durante el período de elevadas temperaturas (FORBES y WATSON, 1992), y puede obtenerse una floración anticipada en estas especies conservando los bulbos recién formados a elevadas temperaturas, entre 30 y 35°C (REES, 1992); SALINGER (1991) indica que determinadas variedades de iris son almacenadas a 30°C para inducir una rápida floración.

NEGBI (1990) señala que períodos largos con altas temperaturas y aire seco inducirían un aumento de la brotación en cormos de azafrán plantados a poca profundidad. Asímismo en esta especie se ha ensayado la inducción de la histerantia (aparición de flores antes que hojas), mediante el almacenamiento de cormos y la plantación bajo condiciones medioambientales controladas (PLESSNER *et al.*, 1989).

Por otra parte, el etileno estimula la ruptura de la latencia en semillas, bulbos y tubérculos (ZACARÍAS, 1993). ARTECA (1996) afirma que el etileno promueve la floración en un número limitado de especies. En freesia se ha demostrado que el tratamiento de etileno durante cinco horas seguidas es óptimo para eliminar la latencia de los cormos (UYEMURA e IMANISHI, 1984). Asimismo, se ha constatado que la necesaria exposición de los cormos a altas temperaturas puede reducirse mediante una exposición a etileno en freesia (MASUDA y ASAHIRA, 1980) y en iris (SALINGER, 1991). IMANISHI (1990) indica que la exposición a etileno durante el almacenamiento induce un mayor porcentaje de floración y una floración adelantada en variedades de narciso e iris.

La aplicación de etileno en azafrán ha sido estudiada *in vitro* (PLESSNER *et al.*, 1990), realizándose pretratamientos de etileno y etefón a yemas apicales aisladas, los cuales inhibieron el desarrollo foliar pero indujeron la producción de cormos.

En el presente estudio se pretende determinar el efecto de distintos períodos de conservación de cormos de azafrán a la temperatura de 30°C, además de la concentración óptima de etefón (compuesto que libera etileno) tras el citado tratamiento térmico, en relación con distintos aspectos de la etapa vegetativa y la producción tanto de flores como de cormos hijos.

Material y métodos

El material vegetal utilizado en el ensayo fue recolectado a principios de julio de 1996 en la localidad de Barrax (Albacete, España); se consiguieron cormos de azafrán de tamaño medio (aproximadamente 10 g de peso unitario) y sanidad aceptable (sin síntomas externos de daños producidos por agentes fitopatógenos).

La conservación a 30°C se inició el 17 de julio, en cámara de almacenamiento en oscuridad con renovación de aire cada quin-

ce minutos. El tratamiento de etefón se realizó tras un período de 0, 15, 30, 45 ó 60 días a 30°C. Se utilizó un preparado comercial de etefón con una riqueza de 480 g por litro. Los cormos fueron sumergidos en concentraciones de 1000, 3000 y 9000 ppm de etefón durante 4 horas, permaneciendo después en recipiente hermético cerrado durante 24 horas más a temperatura ambiente (22-25°C). El número de repeticiones fue de cuatro.

Tras el tratamiento los cormos fueron plantados en macetas (17 x 17 cm), disponiendo cuatro cormos por maceta. El sustrato utilizado fue una mezcla a volúmenes iguales de arena de río, perlita, y turba rubia enriquecida con fertilizantes, con las siguientes propiedades físico-químicas: 35% de materia seca, 30% de materia orgánica, pH 6-6,5, resistividad 2800 ohmcm^{-1} y 700-800% de capacidad de retención de agua.

Posteriormente los cormos se depositaron en una cámara oscura a temperatura de 20°C durante un mes para facilitar la salida de la latencia. Por último, los cormos se trasladaron a la cámara de crecimiento, con un fotoperíodo de 10 horas de luz al día y temperaturas de 17°C durante el período diurno y 10°C durante el nocturno. En esta cámara se completó el ciclo del cultivo.

Se tomaron los datos relativos a la etapa vegetativa (fecha de inicio de brotación, número de brotes y longitud de los mismos y fecha de finalización de la etapa vegetativa), a la floración (número de flores y peso fresco de flores y estigmas), y a la producción de cormos hijos (número de cormos hijos y peso y diámetro de los mismos).

Con los datos tomados se realizó el análisis estadístico mediante el análisis de varianza; cuando los efectos principales de los factores estudiados fueron significativos, las medias fueron separadas mediante el test de Duncan con $P \leq 0,05$. El paquete estadístico utilizado fue Statgraphics "Statistical Graphics System" V 7.0.

Resultados

a) Etapa vegetativa

La figura n.º 1 muestra la fecha de inicio de brotación de los cormos tras los distintos tratamientos de conservación a 30°C en función de la dosis de etefón.

Se aprecia como las brotaciones se adelantan cuando el tratamiento a 30°C aumenta desde 0 a 15 días; a partir de este momento las fechas de brotación se van retrasando conforme aumenta el tiempo de conservación a 30°C.

La concentración de etefón también influye en la fecha de brotación. Para todos los períodos de conservación a 30°C, la primera brotación corresponde al tratamiento testigo (0 ppm) y la última a la concentración mayor (9000 ppm). En la interacción conservación a 30°C x dosis de etefón destaca el tratamiento de 0 días a 30°C y 9000 ppm, que da lugar a la brotación más retrasada.

Tanto el período de conservación a 30°C como la concentración de etefón afectan de forma significativa a la duración de la etapa vegetativa (cuadro 1). Las etapas vegetativas medias más largas se obtienen tras 45 días a 30°C (181,25 días) y sin tratamiento de etefón (181,55 días).

La duración del tratamiento a 30°C y la concentración de etefón afectan significativamente al número de brotes por cormo plantado, siendo el nivel de significación

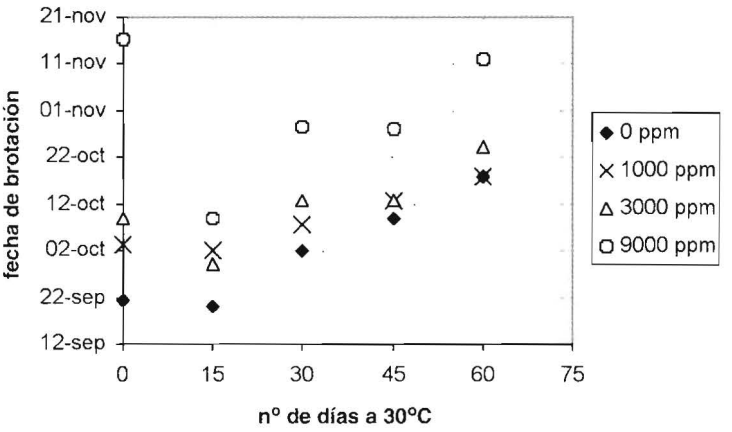


Figura 1. Fecha de inicio de brotación para cada tratamiento de conservación a 30ºC en función de la dosis de etefón.

Figure 1. Date of initiation of corm sprouting after the different preservation treatments at 30ºC according to ethephon concentration.

Cuadro 1. Análisis de varianza de las variables relativas a la duración de la etapa vegetativa y al número y longitud de brotes

Table 1. Analysis of variance of the variables relating to vegetative stage duration and number and length of sprouts

Tratamiento		Duración[1]	NBC[2]	LM[3]	NB x LM[4]
Días a 30ºC	0 días	157,81 c	4,66 ab	199,40 b	3324,88 c
	15 días	178,00 ab	5,13 a	215,47 b	4128,31 b
	30 días	171,38 b	5,00 a	328,91 a	5917,88 a
	45 días	181,25 a	4,97 a	327,66 a	5770,56 a
	60 días	158,25 c	4,14 b	323,53 a	4593,25 b
	significación estadística	**	*	**	**
Dosis etefón	0 ppm	181,55 a	3,18 d	389,64 a	4659,90
	1000 ppm	175,35 ab	3,99 c	326,16 b	4976,00
	3000 ppm	168,80 b	5,16 b	233,75 c	4770,55
	9000 ppm	151,65 c	6,79 a	166,42 d	4581,45
	significación estadística	**	**	**	n.s.
Interacción	significación estadística	*	n.s.	n.s.	**

[1] Duración de la etapa vegetativa (días).

[2] Número de brotes por cormo plantado.

[3] Longitud media de brotes (mm).

[4] (Número de brotes cormo^{-1}) x longitud media de brotes) (mm).

n.s.,*,** No significativo o significativo con $P \leq 0,05$ ó 0,01, respectivamente.

mayor para el tratamiento hormonal. El mantenimiento de los cormos a 30°C durante dos meses (60 días) proporciona el menor número de brotaciones (4,14 brotes cormo^{-1}), mientras que los tratamientos de 15, 30 y 45 días a 30°C aportan el mayor número de brotes por cormo (4,97-5,13). En cuanto a la dosis de etefón, el número de brotes aumenta significativamente conforme se incrementa la dosis utilizada (cuadro 1).

La longitud media de los brotes también varía de forma significativa en función del tratamiento térmico a 30°C y la dosis de etefón (cuadro 1). El test de Duncan nos indica dos niveles de la longitud media en función de la conservación a 30°C, por un lado los tratamientos de 0 y 15 días a 30°C, y por otro el resto de tratamientos de conservación a 30°C. La longitud media de los brotes va disminuyendo significativamente conforme aumenta la dosis de etefón.

La dosis de etefón no influye, en términos de significación estadística, al parámetro (longitud media x (número de brotes cormo^{-1})) (cuadro 1); sin embargo, este parámetro resulta afectado por el tratamiento a 30°C, siendo también estadísticamente significativa la interacción entre el período de conservación a 30°C y la dosis de etefón.

b) Floración

El período de conservación a 30°C y la dosis de etefón influyen en el número de flores por cormo plantado.

En la figura n.° 2 puede apreciarse como el número de flores aumenta conforme se incrementa el período de conservación a 30°C, aunque con escasas diferencias entre los resultados de los tratamientos de 45 y 60 días.

Asimismo, el número de flores también disminuye cuando se aumenta la concentración de etefón utilizado (figura 3).

Estas tendencias observadas en la variable número de flores por cormo plantado, en

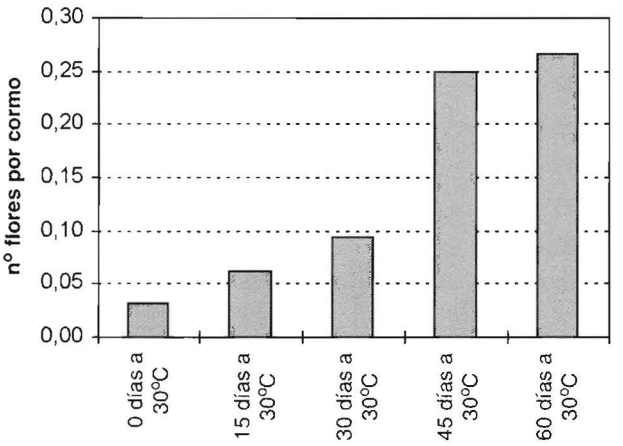


Figura 2. Número de flores por cormo plantado en función del tratamiento a 30°C.
Figure 2. Number of flowers per corm according to the preservation treatments at 30°C.

relación con el período de conservación a 30°C y con la dosis de etefón utilizada, se mantienen para los datos de peso fresco de flor por cormo y peso fresco de estigmas por cormo (figuras 4, 5, 6 y 7).

El test de Duncan revela la existencia de diferencias significativas entre los distintos tratamientos para los factores período de conservación a 30°C y concentración de etefón (cuadro 2). En las tres variables estudiadas relativas a la floración, los niveles más altos, estadística-

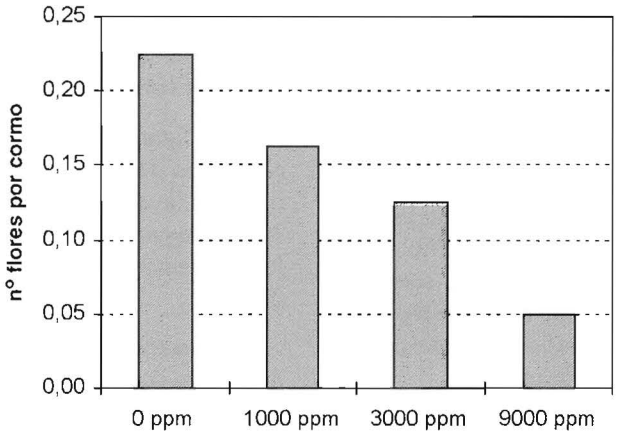


Figura 3. Número de flores por cormo plantado en función del tratamiento de etefón.
Figure 3. Number of flowers per corm according to etephon concentration.

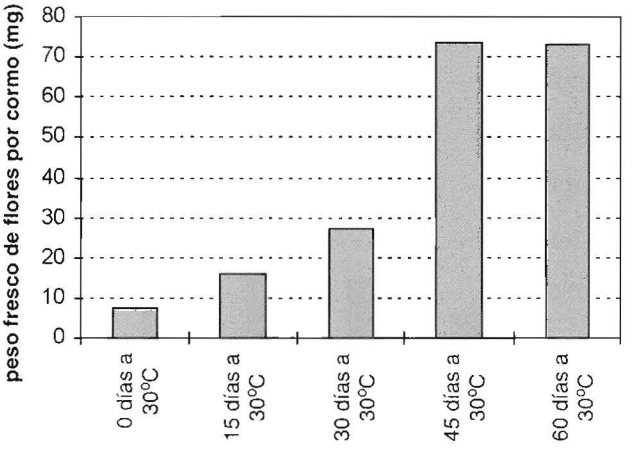


Figura 4. Peso fresco (mg) de flores por como plantado en función del tratamiento a 30°C.
Figure 4. Wet weight (mg) of flowers per corm according to the preservation treatments at 30°C.

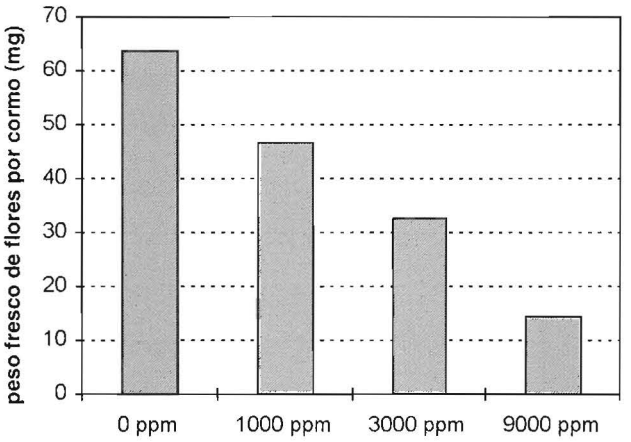


Figura 5. Peso fresco (mg) de flores por como plantado en función del tratamiento de etefón.
Figure 5. Wet weight (mg) of flowers per corm according to etephon concentration.

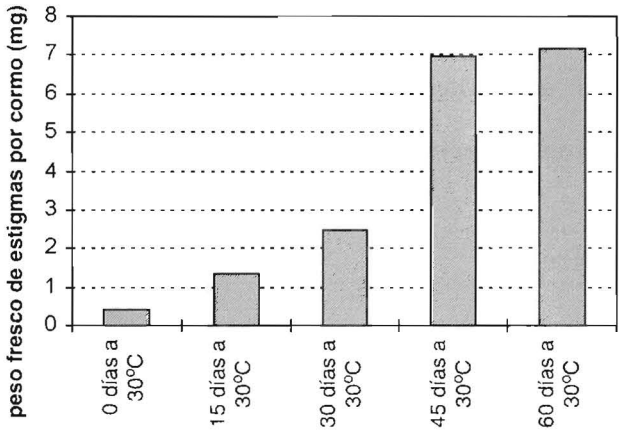


Figura 6. Peso fresco (mg) de estigmas por cormo plantado en función del tratamiento a 30°C.
Figure 6. Wet weight (mg) of stigmas per corm according to the preservation treatments at 30°C.

mente análogos, se dan en los tratamientos de 45 y 60 días a 30°C, mientras que los más bajos, también análogos según el test de Duncan, se obtienen para el resto de tratamientos a 30°C. En cuanto al tratamiento de etefón empleado se han encontrado niveles diferentes en función de la dosis para los datos peso fresco de flor y de estigmas por cormo; el número de flores por cormo no ha mostrado valores significativamente diferentes para las concentraciones de etefón de 3000 y 9000 ppm. El cuadro n.° 2 muestra además ausencia de interacción entre conservación a 30° y dosis de etefón.

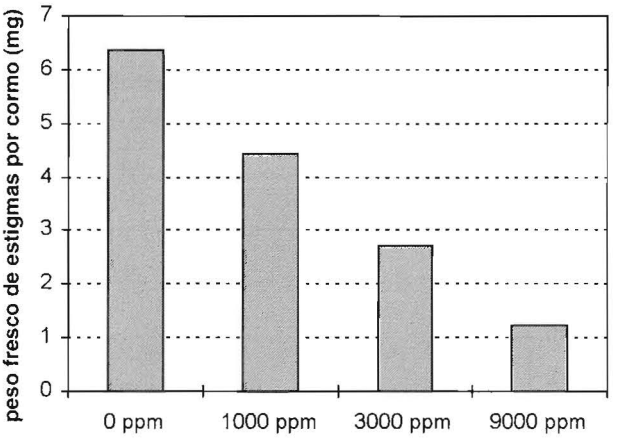


Figura 7. Peso fresco (mg) de estigmas por cormo plantado en función del tratamiento de etefón.
Figure 7. Wet weight (mg) of stigmas per corm according to etephon concentration.

Cuadro 2. Análisis de varianza de las variables relativas al número de flores y al peso fresco de flores y estigmas
Table 2. Analysis of variance of the variables relating to number of flowers and wet weight of flowers and stigmas

Tratamiento		NFC[1]	PFFC[2]	PFEC[3]
Días a 30°C	0 días	0,03 b	7,578 b	0,4375 b
	15 días	0,06 b	15,656 b	1,3281 b
	30 días	0,09 b	27,359 b	2,4688 b
	45 días	0,25 a	73,375 a	6,9531 a
	60 días	0,27 a	72,969 a	7,1914 a
	significación estadística	**	**	**
Dosis etefón	0 ppm	0,23 a	63,763 a	6,3531 a
	1000 ppm	0,16 ab	46,500 ab	4,4125 ab
	3000 ppm	0,13 b	32,663 bc	2,7125 bc
	9000 ppm	0,05 b	14,625 c	1,2250 c
	significación estadística	**	**	**
Interacción	significación estadística	n.s.	n.s.	n.s.

[1] Número de flores por cormo plantado.
[2] Peso fresco de flores por cormo plantado (mg).
[3] Peso fresco de estigmas por cormo plantado (mg).
n.s.,*,** No significativo o significativo con $P \leq 0,05$ ó 0,01, respectivamente.

c) Producción de cormos hijos

El cuadro n.º 3 indica los resultados del análisis de varianza y el test de Duncan.

El tiempo de conservación a 30ºC no da lugar a respuestas con diferencias significativas estadísticamente para el diámetro y el peso medios de los cormos hijos, pero sí tiene significación estadística para el número de cormos hijos por cormo plantado. La dosis de etefón utilizada afecta de forma altamente significativa en las tres variables estudiadas (n.º cormos hijos por cormo plantado y peso y diámetro medios de los cormos hijos). La interacción días a 30ºC x dosis de etileno no es significativa en estas variables.

El test de Duncan muestra dos niveles significativamente distintos para la variable número de cormos hijos por cormo plantado en función del período de conservación a 30ºC; por un lado 0, 15, 30 y 45 días a 30ºC (4,84 - 4,94 cormos hijos cormo^{-1}) y por otro 60 días a 30ºC (3,97 cormos hijos cormo^{-1}). En cuanto al factor dosis de etefón el test indica cuatro niveles distintos de la variable número de cormos hijos por cormo plantado, de tal forma que la producción de cormos hijos aumenta conforme lo hace la dosis empleada. La variable diámetro medio de cormos hijos tiene dos niveles diferentes en cuanto al factor dosis de etefón (13,43 y 14,43 mm de diámetro para las concentraciones de 0 y 1000 ppm; 10,79 y 11,75 mm para 3000 y 9000 ppm), mientras que el

Cuadro 3. Análisis de varianza de las variables relativas al número y tamaño de los cormos hijos.

Table 3. Analysis of variance of the variables relating to number and size of daughter corms.

Tratamiento		NCHC[1]	DCH[2]	PCH[3]
Días a 30ºC	0 días	4,89 a	12,88	1,41
	15 días	4,94 a	12,98	1,39
	30 días	4,92 a	12,78	1,36
	45 días	4,84 a	11,62	1,27
	60 días	3,97 b	12,75	1,48
	significación estadística	*	n.s.	n.s.
Dosis etefón	0 ppm	3,09 d	14,43 a	1,85 a
	1000 ppm	3,83 c	13,44 a	1,58 b
	3000 ppm	5,13 b	11,75 b	1,17 c
	9000 ppm	6,81 a	10,79 b	0,94 c
	significación estadística	**	**	**
Interacción	significación estadística	n.s.	n.s.	n.s.

[1] Número de cormos hijos por cormo plantado

[2] Diámetro medio de los cormos hijos (mm)

[3] Peso medio de los cormos hijos (g)

n.s.,*,** No significativo o significativo con $P \leq 0,05$ ó 0,01, respectivamente.

peso medio de cormos hijos posee tres niveles (1,85 g para 0 ppm, 1,58 g para 1.000 ppm y 1,17-0,94 para 3.000 y 9.000 ppm, respectivamente).

Discusión y Conclusiones

El mantenimiento de cormos durante 15 días a 30°C es el tratamiento más adecuado para obtener una brotación adelantada; sin embargo, este período de elevadas temperaturas produce brotes vegetativos de menor longitud y un descenso en la producción de flores.

Según los resultados, el período óptimo de conservación a 30°C es de 45 días. Este tratamiento es el que da lugar al ciclo vegetativo más largo, al mayor número de brotes por cormo y a las brotaciones de mayor longitud. La producción de flores también se ve favorecida por este tratamiento, que proporciona el mayor número de flores y los valores máximos de peso fresco de flor y de estigmas por cormo. Con este tratamiento se obtienen también valores elevados del número de cormos hijos cormo^{-1}.

Los tratamientos de 45 y 60 días a 30°C muestran valores máximos análogos respecto a la floración. Por otra parte, el tratamiento de 60 días proporciona menor duración de la etapa vegetativa, menor número de brotes y menor producción de cormos hijos.

La producción de flores obtenida en los tratamientos de 45 y 60 días a 30°C (0,25 y 0,27 flores cormo^{-1}) se encuentra dentro de los valores normales obtenidos durante el primer año de cultivo en cormos plantados al aire libre. GÓMEZ *et al.* (1987) obtuvieron producciones de 0,047 a 0,37 flores por cormo cuando el tamaño del cormo inicial era similar (9 a 10,5 g cormo^{-1}).

En función de estos resultados se puede afirmar que un tratamiento adecuado a elevadas temperaturas favorece la producción de flores en azafrán, lo cual se ha comprobado también en iris (SUTCLIFFE, 1979) y en freesia (SALINGER, 1991).

El efecto de los tratamientos de etefón varía según la dosis utilizada. Conforme aumenta la dosis de etefón se retrasa la aparición de la primera brotación, se reduce la duración de la etapa vegetativa, aumenta el número de brotes por cormo, disminuye la longitud media de éstos, disminuye el número de flores, el peso fresco de flor y de estigmas por cormo, aumenta el número de cormos hijos por cormo y disminuyen el diámetro y peso medios de los mismos.

Los resultados obtenidos constatan la ineficacia del etileno para promover la brotación e inducir una floración adelantada. Estos resultados coinciden con las afirmaciones de ARTECA (1996), quien indica que en determinadas especies, aplicaciones exógenas de etileno como tal en estado gaseoso o mediante un compuesto que lo libere como el etefón, inhiben o retrasan la promoción de la floración.

Trabajos realizados en freesia (IMANISHI y FORTANIER, 1982) indican un aumento del número de tallos por cormo mediante tratamientos con etileno, respuesta también obtenida en el presente estudio. ROYCHOWDHURY (1989) también encontró una mayor producción de cormos hijos mediante aplicación de etefón en gladiolo, y NEGBI (1989) constata en otra experiencia que el tamaño medio de los cormos hijos está inversamente relacionado con su número. Así, la aplicación de elevadas dosis de etefón permitiría aumentar la tasa multiplicativa del material vegetal, lo cual podría solucionar la lentitud del proceso de multiplicación, factor muy importante que limita la aplicación al cultivo del azafrán

de nuevas técnicas tanto en campo como en otros sistemas de producción controlada (PIQUERAS *et al.*, 1995).

El etileno también se ha descrito como un fitorregulador que inhibe la elongación del tallo (ZACARÍAS, 1993; ARTECA, 1996), tendencia observada en los resultados de la variable longitud media de brotes de este ensayo.

En cuanto a la interacción entre tratamientos de conservación a 30ºC con tratamientos de etefón, solamente resultaron significativos la duración de la etapa vegetativa y el parámetro (longitud media de brotes x (número de brotes cormo^{-1})).

IMANISHI y FORTANIER (1982) encontraron en freesia que la aplicación del etileno al final del período de almacenamiento inhibe el crecimiento, conclusión obtenida en el presente estudio. Por lo tanto, sería interesante plantear en un futuro nuevas experiencias destinadas a romper la latencia y conseguir adelantar la floración mediante aplicaciones de etefón en una etapa temprana del almacenamiento a altas temperaturas.

Bibliografía

ARTECA R.N., 1996. Plant Growth Substances, Principles and Applications, 332 pp. Ed. Chapman & Hall. New York.

BENSCHOP M., 1993. Crocus, pp. 257-272. En: The Physiology of Flower Bulbs. A. De Hertogh y M. Le Nard (Eds.), 811 pp. Ed. Elsevier Science Publishers, Amsterdam (The Netherlands).

DE MUNK W.J., 1992. Bulbosas en maceta. Hortofruticultura, 3, 66-69.

FORBES J.C., y WATSON R.D., 1992. Plants in Agriculture, 336 pp. Ed. Cambridge University Press. London.

GÓMEZ R., VARÓN R., GARCÍA M., VÁZQUEZ A., y ALONSO G., 1987. Estudio del azafrán (*Crocus sativus* L.) en la provincia de Albacete. I. Producción. Anales de Biología Universidad de Murcia, 13, 63-70.

IMANISHI H., 1990. Induction of flowering by exposure of bulbs to ethylene. Off-season Production of Horticultural Crops, 148-158. Osaka: Food & Fertilizer Technology Center.

IMANISHI H., y FORTANIER J., 1982. Effects of exposing freesia corms to ethylene or to smoke on dormancy-breaking and flowering. Scientia Horticulturae, 18, 381-389.

LÓPEZ F.N., 1989. Estudio histológico de *Crocus sativus* L. Tesina. Universidad de Navarra, Navarra, España.

MASUDA M., y ASAHIRA T., 1981. Effects of various gaseous compounds and respiratory inhibitors on breaking dormancy of freesia corms. Scientia Horticulturae, 15, 373-381.

MAPA, 1997. Anuario de Estadística Agraria 1994, 710 pp. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

NEGBI M., 1990. Physiological research on the saffron crocus (*Crocus sativus* L). International Conference on saffron (*Crocus sativus* L.), 183-207, Universita Degli Studi (Italia).

PÉREZ M., 1989. El azafrán, 155 pp, Ed. Mundi-Prensa.. Madrid.

PIQUERAS A., GÓMEZ R., HAN B.H., y DEBERGH P.C., 1995. Micropropagation of saffron (*Crocus sativus* L.) by microcorm regeneration. Ninth Forum for Applied Biotechnology, 1675-1678, Gent (Belgium).

PLESSNER O., NEGBI M., ZIV M., y BASKER D., 1989. Effects of temperature on the flowering of the saffron crocus (*Crocus sativus* L.): induction of hysteranthy. Israel Journal of Botany, 38, 1-7.

PLESSNER O., ZIV M., y NEGBI M., 1990. In vitro corm production in the saffron crocus (*Crocus sativus* L.). Plant -cell -tissue -organ -cult., 20, 89-94.

REES A.R., 1992. Ornamental bulbs, corms and tubers, 213 pp. Ed. C.A.B. International. Wallingford.

ROYCHOWDHURY N., 1989. Effect of plant spacing and growth regulators on growth and flower yield or gladiolus grown under polythene tunnel. Acta Horticulturae, 249, 259-264.

SALINGER J.P., 1991. Producción comercial de flores, 371 pp. Ed. Butterworths of New Zealand. Wellington.

SORIANO J.M., 1991. Cultivo de plantas bulbosas para cortar, 223 pp. Ed. Ediciones Veinte. Valencia.

SUTCLIFFE J., 1979. Las plantas y la temperatura, 61 pp. Ed. Omega. Barcelona.

UYEMURA S., y IMANISHI H., 1984. Effects of duration of exposure to ethylene on dormancy release in freesia corms. Scientia Horticulturae, 22, 383-390.

VISVANATH S., RAVISHANKAR G.A., y VENKATAMARAN L.V., 1990. Induction of Crocin, Crocetin, Pirocrocin, and Safranal Synthesis in Callos Cultures of Saffron - *Crocus sativus* L. Biotechnol. Appl. Biochem., 12, 336-340.

ZACARÍAS L., 1993. Etileno, pp. 343-356. En: Fisiología y Bioquímica vegetal. J. Azcon Bieto y M. Talon (Eds), 581 pp. Ed. McGraw-Hill Interamericana de España, Madrid (España).

(Aceptado para publicación el 24 de mayo de 2002)