

## CONSERVACIÓN DE LA FLOR CORTADA DE CLAVEL (*Dianthus caryophyllus*, L. cv. Arthur). I. USO DE DISOLUCIONES CONSERVADORAS

M. Serrano\*, J. Rosauero\*\*, J. A. del Río\*\*\* y M. Acosta\*\*\*

Recibido: marzo 1988  
Aceptado: junio 1988  
Publicado: febrero 1989

### SUMMARY

#### Conservation of cut carnation flowers (*Dianthus caryophyllus*, L. cv. Arthur). I. Use of preservative solutions

The senescence of carnation flowers (*Dianthus caryophyllus*, L. cv. Arthur) is a genetically programmed process whose more evident symptoms are: lost of flower fresh weight, petals inrolling and ethylene production. Two conservative solutions (named SB and SN), able to improve the longevity of these cut flowers, are designed. They inhibit microbial growth and hold an acidic pH, avoiding the obstruction of the vascular system in the stem. The SN solution provided also a carbon source (sucrose). The efficiency of these solutions is tested in comparison with other commercial solutions used in conservation of cut flowers.

**Key words:** *Dianthus caryophyllus*, carnation, senescence, conservation.

### RESUMEN

La senescencia de las flores de clavel (*Dianthus caryophyllus*, L. cv. Arthur) es un proceso programado genéticamente cuyas manifestaciones más aparentes son la pérdida de peso fresco de la flor, el enrollamiento de sus pétalos y la producción de etileno. Se diseñan dos disoluciones conservadoras (denominadas SB y SN) capaces, ambas, de aumentar la longevidad de estas flores cortadas, puesto que impiden la proliferación de microorganismos y mantienen un pH ácido, evitando la obstrucción del sistema vascular del tallo. La disolución SN proporciona, además, una fuente carbonada (sacarosa). Se comprueba la eficacia de estas disoluciones comparándolas con otras comerciales utilizadas para la conservación de flores cortadas.

**Palabras clave:** *Dianthus caryophyllus*, clavel, senescencia, conservación.

### INTRODUCCIÓN

Los procesos de senescencia en los tejidos vegetales implican cambios deteriorativos e irreversibles que conducen a la rotura y muerte celular (SACHER, 1973). El fenómeno de la senescencia está genéticamente programado y controlado por hormonas vegetales, especialmente por el etileno (HALEVY & MAYAK, 1981). También puede ser acelerado por exposición a etileno exógeno y por diversos tipos de

daños: heridas, congelación, sequía, etc. (YANG & HOFFMAN, 1984).

La senescencia de flores cortadas de clavel se comporta como un fenómeno bifásico (TRIPPI & PAULIN, 1984): La primera fase se caracteriza por una débil pero progresiva pérdida del contenido energético celular, por un moderado flujo de  $K^+$  y aminoácidos, debido a un aumento de permeabilidad de la membrana y por una intensa proteólisis. En la segunda fase se produce un gran descenso en la tasa de res-

\* Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CSIC). 30003 Murcia.

\*\* Centro de Capacitación y Experiencias Agrarias de Molina de Segura (Murcia).

\*\*\* Dep. Biología Vegetal (Fisiología Vegetal). Fac. Biología. Universidad de Murcia. 30071 Murcia.

piración, una intensa exudación de  $K^+$ , un flujo acelerado de aminoácidos, azúcares reductores y pigmentos, todo lo cual conlleva una pérdida de peso seco. Al principio de la segunda fase de senescencia varios tejidos vegetales senescentes, tales como frutos climatéricos maduros y ciertos tipos de flores, entre los que se incluye el clavel, emiten etileno de una forma característica y el hecho de que la producción de etileno sea autocatalítica ayuda a acelerar el fenómeno de senescencia (KENDE & BAUMGARTNER, 1974).

En este trabajo se aborda el estudio de la conservación de flores cortadas de clavel (*Dianthus caryophyllus*, L. cv. Arthur) actuando, fundamentalmente, sobre la primera fase de la senescencia de las mismas, la cual es reversible y puede ser prolongada por el mantenimiento de un balance hídrico adecuado en los tallos florales y por el aporte de azúcares exógenos (TRIPPI & PAULIN, 1984). El objetivo es encontrar una disolución conservadora que impida el crecimiento microbiano, controle el pH y proporcione a los claveles cortados una fuente nutritiva.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### MATERIAL VEGETAL

Se utilizaron flores de clavel (*Dianthus caryophyllus*, L. cv. Arthur) cultivadas en invernadero, en Totana (Murcia) y recolectadas entre los meses de enero y mayo, con una longitud de tallo aproximada de 40 cm. Una vez en el laboratorio los tallos fueron cortados oblicuamente, hasta una longitud de 20 cm y las flores colocadas, individualmente, en tubos de ensayo conteniendo la disolución correspondiente. El cáliz se mantuvo, en todo momento, a 2-3 cm por encima del nivel de la disolución.

Las condiciones ambientales bajo las que se llevaron a cabo los experimentos fueron: 20-22° C de temperatura, humedad relativa entre el 70 y el 75% y un fotoperíodo de 12 h con iluminación blanca procedente de tubos fluorescentes Phillips de 36 W.

### DETERMINACIÓN DE LA VARIACIÓN DEL PESO FRESCO

Las flores, mantenidas en las distintas disoluciones con una longitud de tallo de 20 cm, se pesaron diariamente utilizando una balanza METTLER modelo PC 400. El peso de las mismas (en g), el día en que comenzaba cada ensayo fue fijado como el 100% y el estimado en días sucesivos fue referido como un % respecto al del primer día. Se representa gráficamente la variación del peso fresco (en %) frente al tiempo. En todos los casos esta representación corresponde a la media de los pesos obtenidos a partir de 5 flores.

## CUANTIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ETILENO

Las flores fueron introducidas, individualmente, en recipientes de cristal con un volumen aproximado de 350 ml, cerrados herméticamente y provistos de un septum, a través del cual se extraía una muestra de la atmósfera del recipiente al cabo de 1-2 h. Un ml de esta muestra fue inyectado en un cromatógrafo de gases CROMATIX KONIK KNK 2000 provisto de detector de ionización de llama y de una columna de acero inoxidable, de 3 m de longitud total y de 1/8" de diámetro externo, con relleno de alúmina 80/100 mesh. La temperatura de la columna fue 70° C.

El etileno fue identificado por su tiempo de retención en la columna, característico en estas condiciones (1.9 min) y por la comparación con cromatogramas obtenidos con patrones de etileno. La cuantificación del etileno se realizó utilizando dos métodos: Método del estándar externo, con el integrador HEWLETT PACKARD 3390A y método de altura de pico, con el registrador VARIAN modelo 9176, estableciéndose rectas de calibrado con etileno comercial (100 ppm en  $N_2$ ) entre altura de pico y nanomoles de etileno inyectados. Con cualquiera de los dos métodos se obtiene una cuantificación de la tasa de etileno desprendido por las flores, expresándolo como nl etileno/g de tejido x h.

## RESULTADOS

### CARACTERÍSTICAS DE LA SENESCENCIA DE CLAVELES cv. ARTHUR

El comienzo de la senescencia de claveles se detecta fácilmente por la pérdida de peso fresco de los mismos, así como por el enrollamiento de sus pétalos y por el inicio de la producción de etileno. Los claveles cortados mantenidos en agua destilada aumentan ligeramente su peso durante los primeros días y posteriormente éste desciende de forma muy acusada (fig. 1). En cuanto a la producción de etileno, se observó que sigue un perfil típico compuesto de tres fases diferenciadas: Primero una pequeña producción basal de etileno; segundo un incremento de la misma hasta alcanzar un máximo y tercero una última fase donde la producción de etileno decae hasta anularse por completo (fig. 1). Puede observarse que cuando comienza la pérdida de peso fresco también se inicia la producción de etileno, existiendo una gran coincidencia entre la máxima tasa de producción de etileno y la máxima pendiente de la curva de peso fresco.

### DISEÑO DE UNA DISOLUCIÓN CONSERVADORA

Para diseñar la disolución conservadora se

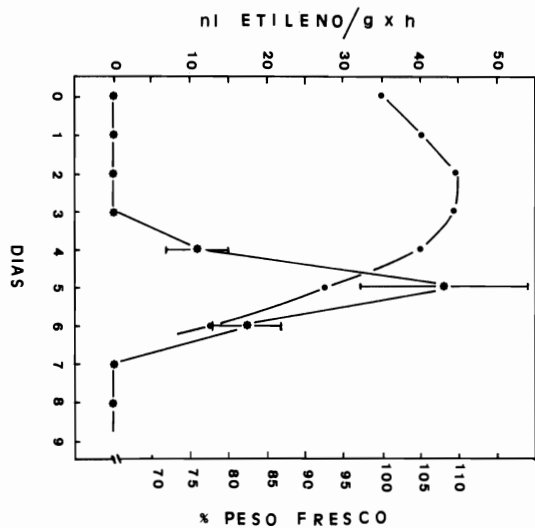


FIGURA 1. Evolución en el peso fresco (●) y en la tasa de producción de etileno (★) de claveles cortados (cv. Arthur) mantenidos en agua destilada y a temperatura 20-22° C. Cada punto es la media de cinco flores y las barras representan la desviación típica.

Changes in fresh weight (●) and ethylene production (★) of cut carnations cv. Arthur, held in distilled water and temperature 20-22° C. Each symbol represents the mean ± σ of five flowers.

ensayó previa e independientemente el efecto del pH y de la aplicación de una fuente carbonada sobre la longevidad de los claveles cortados.

**Efecto del pH:** Los ensayos para determinar si el pH tiene alguna influencia en la longevidad de los claveles cortados se realizaron utilizando dos valores de pH diferentes: 4.4 y 6.2, ambos preparados con tampón cítrico-citrato. Se observó que la pérdida de peso fresco comenzaba un día después en los claveles mantenidos a pH 4.4 que en los mantenidos a pH 6.2 (fig. 2).

**Efecto de una fuente nutritiva:** Se ensayó el efecto de dos fuentes nutritivas diferentes. Sacarosa (5%) y glucosa (3%) sobre la senescencia de claveles cortados. En ambos casos se retrasó la pérdida de peso fresco durante 2 días con respecto a los controles mantenidos en agua (fig. 3), con la diferencia de que los claveles mantenidos en disolución de sacarosa mostraron, inicialmente, un aumento de peso superior (fig. 3), lo que se traducía en una mayor vistosidad de la flor, la cual presentaba mayor diámetro de la corola y mayor turgidez de los pétalos.

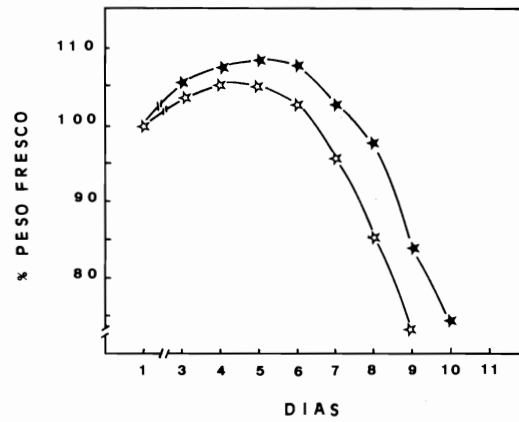


FIGURA 2. Influencia del pH en la longevidad de claveles cortados. Evolución en el peso fresco de claveles mantenidos en tampón cítrico-citrato pH = 6.2 (☆) y pH = 4.4 (★).

Effect of pH on cut carnations longevity. Change in fresh weight of cut carnations held in citric-citrate buffer pH = 6.2 (☆) and pH = 4.4 (★).

Los resultados obtenidos en las secciones anteriores permiten diseñar dos disoluciones útiles para la conservación de flores cortadas de clavel, denominadas disolución basal (SB) y disolución nutritiva (SN). Ambas fueron preparadas con tampón cítrico-citrato a pH 4.4, por ser más eficiente en mantener la longevidad de estas flores (fig. 2) y con estreptomycin como agente microbicida de amplio espectro, con el

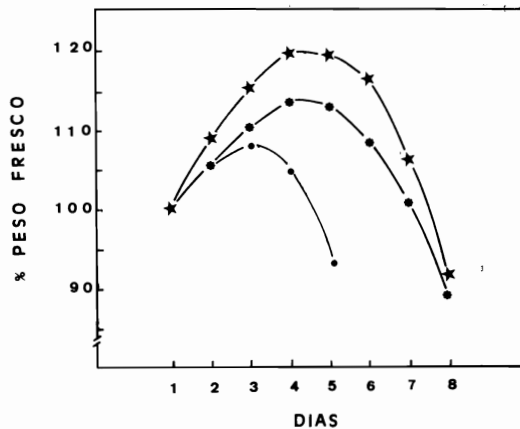


FIGURA 3. Efecto de una fuente nutritiva en la longevidad de claveles cortados. Evolución en el peso fresco de claveles alimentados con disolución de sacarosa al 5% (★) y de glucosa al 3% (☆). Controles mantenidos en agua destilada (●).

Effect of a nutritive solution on cut carnations longevity. Fresh weight changes of carnations feed with 5% sucrose (★) and 3% glucose (☆). Flowers held in distilled water served as a control (●).

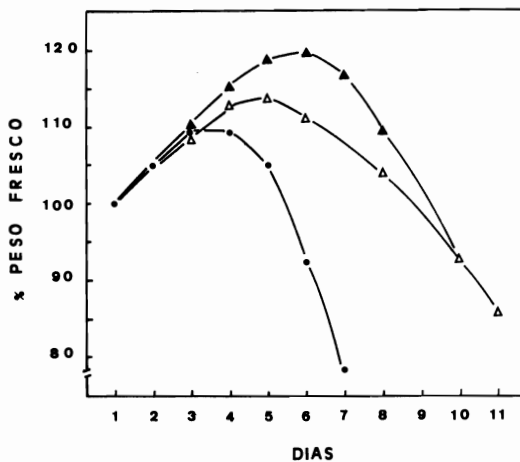


FIGURA 4. Evolución en el peso fresco de claveles cortados mantenidos en disolución basal (SB) ( $\Delta$ ) y en disolución nutritiva (SN) ( $\blacktriangle$ ). Las flores que sirven de control están en agua destilada ( $\bullet$ ).

Fresh weight changes in cut carnations held in basal solution (SB) ( $\Delta$ ) and nutritive solution (SN) ( $\blacktriangle$ ). Flowers held in distilled water served as a control ( $\bullet$ ).

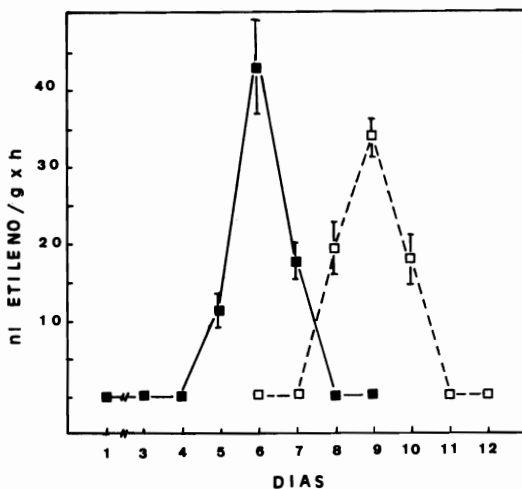


FIGURA 5. Efecto sobre la producción de etileno de la aplicación de disolución nutritiva (SN) a claveles cortados. Tasa de producción de etileno por claveles alimentados con SN ( $\square$ ) y por claveles en agua destilada ( $\blacksquare$ ). Cada punto es la media  $\pm \sigma$  de cinco flores.

Effect of a nutritive solution (SN) on the ethylene production by cut carnations. Ethylene production rate by carnations feed with SN ( $\square$ ) and carnations held in distilled water ( $\blacksquare$ ). Each symbol represents the mean  $\pm \sigma$  of five flowers.

fin de evitar la proliferación de gérmenes bacterianos responsables de la obturación de los vasos. La SN contenía, además, sacarosa (5%) que fue elegida frente a la glucosa (3%) por los mejores resultados obtenidos en los ensayos previos.

Se observó que los claveles mantenidos en SB comenzaban a perder peso 2 días después que los controles, mientras que en los mantenidos en SN este retraso era de 3-4 días (fig. 4). Por tanto, ambas disoluciones fueron útiles retrasando el inicio de la senescencia de claveles cortados, siendo la SN más eficaz por el hecho de suministrar a las flores una fuente nutritiva. De igual forma, se observó un retraso de 3 días en la producción de etileno de claveles tratados con SN frente a los controles mantenidos en agua destilada (fig. 5). Sin embargo, una vez que la producción de etileno comienza en los claveles tratados, sigue un patrón similar al de los controles, aunque el máximo de emisión de etileno es inferior en las flores tratadas.

#### COMPARACIÓN DE LA DISOLUCIÓN NUTRITIVA DISEÑADA CON OTRAS DISOLUCIONES CONSERVANTES COMERCIALES

La eficacia de la SN diseñada para la conservación de flores de clavel se comprobó comparándola con otros productos comerciales utilizables como conservantes de este tipo de flor, los cuales fueron aplicados siguiendo las ins-

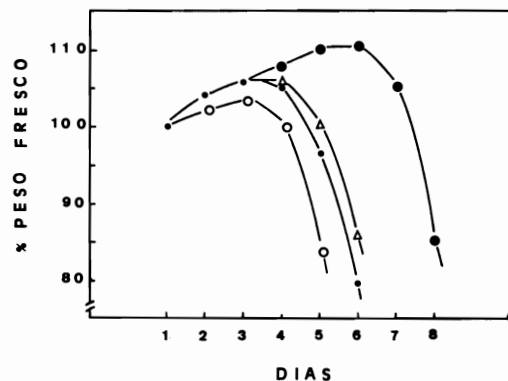


FIGURA 6. Evolución en el peso fresco de claveles cortados alimentados con disolución nutritiva (SN) ( $\bullet$ ) y con otras disoluciones comerciales conservantes: Gesal ( $\Delta$ ) y Baysol ( $\circ$ ). Controles mantenidos en agua destilada ( $\circ$ ).

Fresh weight changes in cut carnations feed with a nutritive solution (SN) ( $\bullet$ ) and other preservative commercial solutions: Gesal ( $\Delta$ ) and Baysol ( $\circ$ ). Flowers held in distilled water served as a control ( $\circ$ ).

trucciones que para su uso recomiendan sus fabricantes. Dos de estos productos fueron Gesal y Baysol, comercializados por Ciba-Geiby y Bayer, respectivamente. Ambos retrasaron durante sólo 1 día la caída de peso fresco de los claveles con respecto a los controles, mientras que con la SN el retraso era de 3-4 días (fig. 6).

También se estudió el efecto de otro conservante: Sevaflor, elaborado por el Centre de la Recherche Scientifique (Francia), el cual no contiene azúcares, genera un pH ácido y lleva agentes precipitantes de calcio y fluoruros. Pudo comprobarse que los claveles mantenidos en Sevaflor tuvieron un comportamiento semejante a los mantenidos en SB (fig. 7), siendo en estos últimos la pérdida de peso menos acelerada. Por otra parte, también se observó un paralelismo en el comportamiento de las flores mantenidas en Sevaflor más sacarosa y en SN, aunque en el primer caso el aumento inicial de peso fue superior.

**DISCUSIÓN**

El mantenimiento de los claveles cortados en un pH bajo es beneficioso para prolongar su longevidad (fig. 2), debido a que restringe el crecimiento microbiano e impide la obturación de los vasos causada por la oxidación de ciertos compuestos fenólicos, ya que inhibe la activi-

dad de las enzimas responsables de estas oxidaciones (DEGRES & PAULIN, 1981).

La aplicación de estreptomycin no tiene mucho interés cuando los claveles se mantienen en agua destilada, ya que este medio es poco propicio para el crecimiento microbiano, pero sí es muy necesaria cuando se emplean disoluciones conservantes que contienen fuentes carbonadas, las cuales favorecen la proliferación de microorganismos (datos no mostrados).

En cuanto a la aplicación de una fuente carbonada a los claveles cortados, se observó que tanto la sacarosa (5%) como la glucosa (3%) prolongaban su longevidad durante 3 días con respecto a claveles mantenidos en agua destilada (fig. 3). Sin embargo, los claveles mantenidos en sacarosa (5%) presentaban una mayor turgidez de los pétalos y mayor diámetro de su corola. Estos resultados son coincidentes con los de GHERGHI & AMARIUTEI (1985) quienes encontraron que disoluciones de sacarosa entre el 4 y el 6% eran las óptimas para la conservación de claveles White-Sim, Scania y Nora.

El aumento de longevidad de las flores cortadas de clavel por la aplicación de sacarosa y otros azúcares metabolizables se debe a su efecto sobre el balance hídrico, ya que pueden provocar el cierre de estomas, impidiendo así, la pérdida inicial de agua. Además, favorecen la retención de agua y solutos por las células, preservando la integridad de la membrana a través de procesos dependientes del metabolismo energético (DE STIGTER, 1980). La acción de los azúcares sobre la longevidad de las flores es compleja, puesto que además de los efectos enumerados anteriormente retardan la proteólisis (COORTS, 1973), promueven síntesis de proteínas (PAULIN, 1973), protegen la estructura de la mitocondria (KALTALER & STEPONKUS, 1976), mantienen la integridad de la membrana (ACOCK & NICHOLS, 1979) y disminuyen la sensibilidad al etileno exógeno, probablemente porque incrementan la tasa de respiración celular, lo cual provoca acumulación de CO<sub>2</sub> que podría actuar como antagonista de la acción del etileno (CARPENTER & DILLEY, 1975), reduciendo su síntesis autocatalítica. Estas consideraciones podrían explicar la menor altura del pico de etileno producido por las flores que fueron mantenidas en SN (fig. 5).

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran que manteniendo un balance hídrico adecuado en los tallos florales, mediante el empleo de disoluciones que impidan la obturación de los vasos conductores y que proporcionen a las flores una fuente nutritiva, se consigue aumentar la longevidad de los claveles (fig. 5). Sin embargo, una vez que la senescencia comienza,

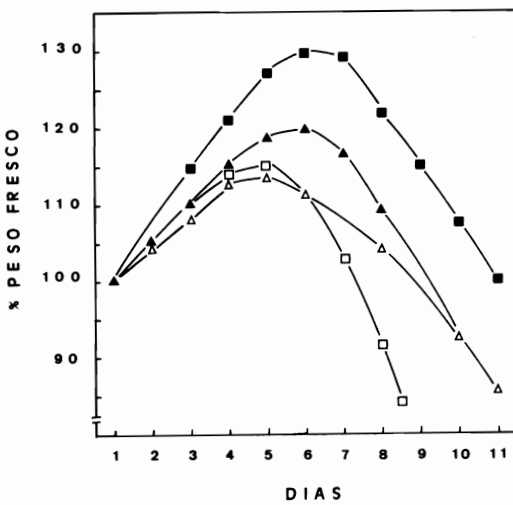


FIGURA 7. Evolución en el peso fresco de claveles mantenidos en disolución basal (SB) (△), disolución nutritiva (SN) (▲) y en producto comercial Sevaflor (□) o en Sevaflor más sacarosa al 5% (■).

Fresh weight changes in cut carnations held in basal solution (SB) (△), nutritive solution (SN) (▲) and Sevaflor (□) or Sevaflor with 5% sucrose (■).

progresar con la misma rapidez que en los controles. Este efecto es debido a que tales disoluciones actúan prolongando la primera fase de la senescencia (TRIPPI & PAULIN, 1984). Como puede observarse, la provisión de fuentes energéticas y el balance hídrico adecuado son condiciones indispensables para retrasar la marchitez, pero no son suficientes para evitar la senescencia, ya que los azúcares no son el factor limitante en este proceso, como lo demuestra el hecho de que en el estado de máxima marchitez los pétalos aún son ricos en hexosas (NICHOLS, 1975).

Finalmente, señalar que puesto que el etileno es la hormona responsable, en primer grado, de los fenómenos de senescencia de varios tejidos vegetales, entre los que se incluyen las flores de clavel (YANG & HOFFMAN, 1984), otro aspecto muy importante para controlar y retardar la senescencia de las mismas sería la inhibición de los diversos puntos de la ruta biosintética de esta hormona o de su mecanismo de acción, lo cual será objeto de un trabajo posterior.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está parcialmente financiado por la C.A.I.C.Y.T., proyecto n.º PA85-0275.

Se agradece a la Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia la ayuda económica para la adquisición del material vegetal utilizado.

#### BIBLIOGRAFÍA

ACOCK, B. & NICHOLS, R. 1979. Effect of sucrose on

water relations of cut carnations. *Ann. Bot.*, 44: 221-230.

CARPENTER, W. & DILLEY, D. R. 1975. Investigations to extend cut flower longevity. *Mich. State Univ. Res. Rep.*, 263: 1-10.

COORTS, G. D. 1973. Internal metabolic changes in cut flowers. *Hortic. Sci.*, 8: 195-198.

DEGRES, C. & PAULIN, A. 1981. Interés de l'emploi de solutions nutritives a l'issue d'une conservation frigorifique de durée variable d'oeillet Scania. *Rev. Gén. Froid*, 71(4): 187-189.

DE STIGTER, H. C. M. 1980. Effects of glucose with 8-hidroxy-quinoleine sulfate or aluminium sulfate on the water balance of cut «Scania roses». *Z. Pflanzenphysiol.*, 101: 95-97.

GHERGHI, A. & AMARIUTEI, A. 1985. Results of the researches carried out in Romania, concerning the maintaining of cut carnations quality. *Bull. Acad. Sci. Agric. Foc.*, 14: 139-149.

HALEVY, A. H. & MAYAK, S. 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. Part 2. *Horticultural reviews*, 3: 59-143.

KALTALER, R. & STEPONKUS, P. 1976. Factors affecting respiration in cut roses. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 101: 352-354.

KENDE, H. & BAUMGARTNER, B. 1974. Regulation of aging in flowers of *Ipomoea tricolor* by ethylene. *Planta*, 116: 279-289.

NICHOLS, R. 1975. Senescence and sugar status of the cut flower. *Acta Hortic.*, 41: 21-29.

PAULIN, A. 1973. Influence sur l'évolution ultérieure a 23° C d'une solution nutritive appliquée lors de la conservation au froid de roses Super Star. *Rev. Gén. Froid*, 6: 629-635.

SACHER, J. A. 1973. Senescence and postharvest physiology. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 24: 179-224.

TRIPPI, V. & PAULIN, A. 1984. The senescence of cut carnations: A phasic phenomenon. *Physiol. Plant.*, 60: 221-226.

YANG, S. F. & HOFFMAN, N. E. 1984. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 35: 155-189.