

# INFLUÊNCIA DO ETILENO E DO 1-MCP NA SENESCÊNCIA E LONGEVIDADE DAS INFLORESCÊNCIAS DE ESPORINHA<sup>(1)</sup>

VANESSA REBOUÇAS DOS SANTOS<sup>(2)</sup>; FERNANDO LUIZ FINGER<sup>(3)</sup>;  
JOSÉ GERALDO BARBOSA<sup>(3)</sup>; RAIMUNDO SANTOS BARROS<sup>(2)</sup>

## RESUMO

A aplicação de etileno e do 1-metilciclopropeno (1-MCP) têm efeitos marcantes sobre a abscisão e a longevidade em vaso das inflorescências de esporinha (*Consolida ajacis*). O etileno acelerou a abscisão das flores em concentrações iguais ou superiores a 1,0 mg L<sup>-1</sup> de Ethrel quando pulverizado por duas horas em intervalos de 30 minutos. As concentrações de 100 e 1.000 mg L<sup>-1</sup> de Ethrel induziram imediata abscisão das flores, reduzindo a longevidade de 4,4 dias nas flores-controle para 1,8 e 1,2 dias respectivamente. O tratamento com 1-MCP (0,5 g m<sup>-3</sup> de SmartFresh<sup>TM</sup>) foi eficiente em retardar o início da abscisão das flores, mesmo quando 100 mg L<sup>-1</sup> Ethrel foi pulverizado imediatamente após a aplicação do 1-MCP. Flores tratadas exclusivamente com 1-MCP ou tratadas antes do Ethrel tiveram a longevidade estendida em 33% em relação ao controle. Houve redução da eficiência do 1-MCP, em estender a longevidade, se aplicado após a pulverização com Ethrel, comparado com o tratamento de 1-MCP isoladamente ou 1-MCP seguido de Ethrel. Esse efeito demonstra que 1-MCP não foi capaz de bloquear completamente os receptores do etileno.

**Palavras-chave:** abscisão, vida de vaso, Ethrel, SmartFresh<sup>TM</sup>.

## ABSTRACT

### INFLUENCE OF ETHYLENE AND 1-MCP ON SENESCENCE AND LONGEVITY OF *CONSOLIDA AJACIS* INFLORESCENCES

Ethylene and 1-methylcyclopropene (1-MCP) had strong influence on the *Consolida ajacis* flower abscission and longevity. Ethylene was able to induce abscission of the flowers in concentrations equal or above 1,0 mg L<sup>-1</sup> Ethrel, when sprayed over two hours at 30 minutes interval. Concentrations of 100 and 1000 mg L<sup>-1</sup> Ethrel induced fast flower abscission, reducing the longevity from 4.4 days on the control flowers to 1.8 and 1.2 days, respectively. Treatment with 1-MCP (0.5 g m<sup>-3</sup> SmartFresh<sup>TM</sup>) was efficient in delaying the beginning of flower abscission, even when the inflorescences were sprayed with 100 mg L<sup>-1</sup> Ethrel just after the 1-MCP treatment. Flowers treated exclusively with 1-MCP had the longevity extended in 33% as compared to the control treatment. Similar results were observed when the flowers were treated with 1-MCP followed by Ethrel. Compared to 1-MCP treatment alone or 1-MCP followed by Ethrel, there was a reduction of flower longevity when 1-MCP was applied after the Ethrel. This effect shows that 1-MCP was not able to completely block all the ethylene receptors, if Ethrel was applied previously to 1-MCP.

**Key words:** abscission, vase life, Ethrel, SmartFresh<sup>TM</sup>

<sup>(1)</sup> Recebido para publicação em 29 de março e aceito em 21 de outubro de 2004.

<sup>(2)</sup> Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, 36571-000 Viçosa (MG), Brasil.

<sup>(3)</sup> Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa (MG), Brasil. E-mail: ffinger@ufv.br

## 1. INTRODUÇÃO

A abscisão e senescência das flores podem ser aceleradas pelo aumento na produção de etileno e da sensibilidade dos tecidos ao produto. A resposta e a sensibilidade ao etileno são dependentes do estágio de desenvolvimento, variedade e percepção por parte do órgão da planta (CIARDI e KLEE, 2001; JONES et al., 2001). As flores podem ser classificadas como insensíveis, sensíveis ou altamente sensíveis ao etileno. As flores consideradas altamente sensíveis ao etileno têm a senescência estimulada pela presença de quantidades reduzidas do regulador, como ocorre em cravo, orquídeas, petúnia, *Alstroemeria*, *Gypsophila* e *Delphinium* (BOROCHOV et al., 1997; KENZA et al., 2000).

A vida pós-colheita de muitas espécies de flores pode ser prolongada pelo uso de compostos que inibem a biossíntese ou ação de etileno. A utilização de inibidores da ação do etileno, no tratamento de flores, geralmente é mais eficaz do que a dos inibidores da síntese, pois bloqueiam o efeito do etileno exógeno presente na atmosfera de armazenamento durante o transporte e a comercialização do produto (PORAT et al., 1995).

O 1-metilciclopropeno (1-MCP) tem demonstrado ser um composto eficiente e conveniente para bloquear os efeitos negativos da ação do etileno em diversas espécies de flores, como observado em lírio oriental (CELIKEL et al., 2002), petúnias (SEREK et al., 1995), *Pelargonium* (CAMERON e REID, 2001) e gerânio (JONES et al., 2001). O inibidor também é efetivo em retardar o amadurecimento de banana (MACNISH et al., 2000) e na prevenção do desenvolvimento de distúrbios fisiológicos induzidos pelo etileno em cenoura e alface (FAN e MATTHEIS, 2000) e brócolos (FORNEY et al., 2003).

*Consolida ajacis*, também conhecida popularmente como esporinha, é uma espécie classificada como sensível ao etileno (KENZA et al., 2000), sendo muito utilizada em projetos paisagísticos, devido à exuberância de cor das suas flores (LORENZI e SOUZA, 1999). Além disso, a inflorescência tem considerável potencial como flor de corte, uma vez, que a espécie pode ser produzida durante a maior parte do ano. Contudo, quando as hastes são colhidas ocorre intensa descoloração e abscisão das pétalas, mesmo das flores inteiras, a partir do primeiro dia após a colheita (FINGER et al., 2001).

As informações disponíveis na literatura para a solução desse problema são escassas. Desse modo, este trabalho teve por objetivo avaliar a eficácia do 1-MCP em prevenir os efeitos do etileno sobre a abscisão e na longevidade de inflorescências cortadas de *C. ajacis*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As inflorescências de esporinha foram colhidas no campo de cultivo de flores do Setor de Floricultura da Universidade Federal de Viçosa, no período da manhã entre 7 e 8 horas, no seguinte estágio: 1/3 das flores em fase de pré-antese, 1/3 em fase botão e 1/3 das flores completamente abertas, e com coloração das pétalas definida (FINGER et al., 2001). As inflorescências foram levadas para o laboratório em vasos plásticos com água, onde foram selecionadas e uniformizadas para o tamanho de 25 cm. Os experimentos foram realizados com umidade relativa do ar de 75%, temperatura média de 22 °C e irradiância de 10-15 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. Diariamente, avaliou-se a longevidade das inflorescências, com base na taxa de abscisão e no murchamento das flores. Adotou-se como critério para o fim da pós-colheita um mínimo de 50% de murchamento e/ou abscisão (FINGER et al., 2001).

As inflorescências uniformizadas foram distribuídas, ao acaso, em vasos contendo água destilada e pulverizadas com Ethrel (ácido 2-cloroetilfosfônico) nas concentrações de 0; 0,1; 1,0; 10; 100 e 1.000 mg L<sup>-1</sup>, de 30 em 30 minutos, por 2 horas. Diariamente, foram registrados o murchamento e a abscisão acumulada em 20 flores de cada tratamento, para avaliar a sensibilidade da esporinha ao etileno.

Em outro experimento, os tratamentos foram distribuídos em um esquema inteiramente casualizado, com cinco repetições, contendo quatro inflorescências/vaso ou parcela. Os tratamentos realizados foram os seguintes: a) pulverização com solução de 100 mg L<sup>-1</sup> de Ethrel, de 30 em 30 minutos, por 2 horas; b) pulverização com solução de 100 mg L<sup>-1</sup> de Ethrel, de 30 em 30 minutos, por 2 horas e posterior fumigação com 0,5 g m<sup>-3</sup> de SmartFresh<sup>TM</sup> (0,14% de 1-MCP) por 6 horas; c) fumigação com 0,5 g m<sup>-3</sup> de SmartFresh<sup>TM</sup> (1-MCP) por 6 horas a 25 °C e posterior pulverização com 100 mg L<sup>-1</sup> de Ethrel de 30 em 30 minutos por 2 horas; d) fumigação com 0,5 g m<sup>-3</sup> de SmartFresh<sup>TM</sup> (0,14% de 1-MCP) por 6 horas; e) água destilada (controle).

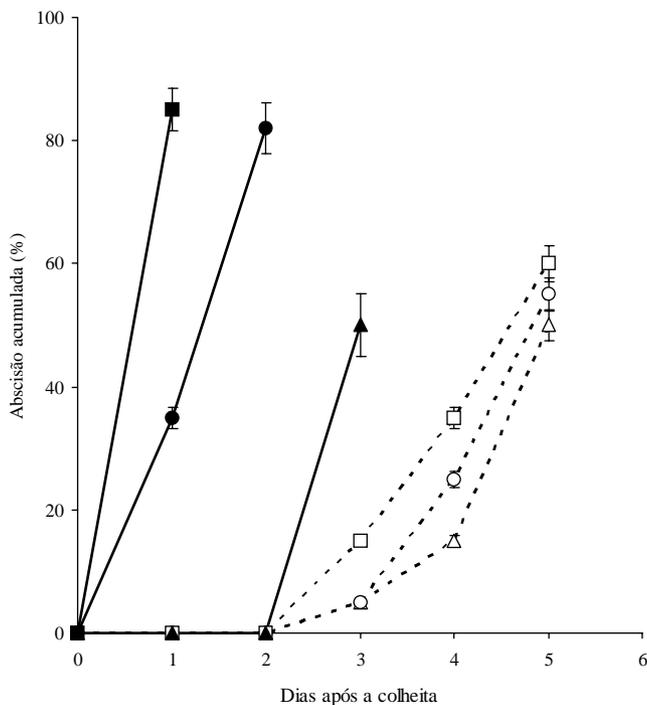
Após os tratamentos, todas as inflorescências foram mantidas em vasos com água destilada, trocada a cada dois dias. Os dados foram submetidos à análise de variância ANOVA e as médias dos tratamentos, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de abscisão das flores de esporinha foi estimulada pela pulverização com Ethrel, sendo proporcional à concentração utilizada (Figura 1).

Aos cinco dias após a colheita, as flores-controle apresentavam cerca de 50% de queda das flores, cujo início ocorreu a partir do segundo dia após a colheita das inflorescências. Comportamentos semelhantes foram observados para aquelas inflorescências tratadas com 0,1 e 1 mg L<sup>-1</sup> de Ethrel, porém a queda das flores foi mais acelerada e ao quinto dia após a colheita atingiu perdas acumuladas de 55% e 60% respectivamente (Figura 1). Portanto, mesmo na presença de baixas concentrações de etileno, essas foram suficientes para induzir uma resposta fisiológica pelas flores, demonstrando a elevada sensibilidade da espécie ao gás.

A resposta das flores foi acelerada ao se elevar a concentração de Ethrel. Concentrações de 100 e 1.000 mg L<sup>-1</sup> de Ethrel foram saturantes, induzindo imediata abscisão das flores nas primeiras 24 horas após a colheita, com quedas acumuladas superiores a 80% (Figura 1). A concentração de 10 mg L<sup>-1</sup> de Ethrel induziu uma resposta intermediária entre as concentrações mais baixas e aquelas saturantes de Ethrel, mostrando, portanto, que o aumento da concentração promoveu maior número de sítios de recepção ligados ao etileno.



**Figura 1.** Longevidade de inflorescências de esporinha pulverizadas com 0 (△); 0,1 (○); 1 (●); 10 (□); 100 (■) e 1.000 mg L<sup>-1</sup> de Ethrel (■). Barras verticais representam o desvio-padrão da média.

Resultados semelhantes aos observados com esporinha ocorreram na indução da abscisão de tépalas de *Alstroemeria*, quando as flores foram colocadas em solução de 0,005 ou 500 mg L<sup>-1</sup> de Ethrel (CHANASUT et al., 2003). Esses resultados mostram que flores sensíveis ao etileno são altamente afetadas pela sua presença no ambiente, e os efeitos são mais acentuados com o avanço no desenvolvimento e na polinização das flores (VERLINDEN et al., 2002). Além disso, a expressão dos receptores do etileno é aumentada quando flores sensíveis a ele sofrem estresses, no avanço da senescência e em presença do próprio etileno (MÜLLER e STUMMANN, 2003).

A aplicação de 0,1 e 1 mg L<sup>-1</sup> de Ethrel não alterou a longevidade das flores em relação às flores-controle (Tabela 1). Concentrações de 10, 100 e 1.000 mg L<sup>-1</sup> de Ethrel alteraram significativamente a longevidade, reduzindo a vida de vaso em 23%, 59% e 72% respectivamente (Tabela 1).

A redução da vida pós-colheita das flores, em vista do aumento da concentração de Ethrel, se deve principalmente pela indução proporcional da abscisão das flores pelo etileno (Figura 1). O etileno também prejudicou a aparência das flores de esporinha, as quais desenvolveram manchas e descolorações nas pétalas, sendo esses sintomas de indução da senescência semelhantes àqueles observados em orquídeas do gênero *Cymbidium* quando tratadas com 3 mL L<sup>-1</sup> de etileno por 12 horas (HEYES e JOHNSTON, 1998).

A pulverização da esporinha com 100 mg L<sup>-1</sup> de Ethrel antecipou o início da abscisão das flores do terceiro dia nas inflorescências controle, para as primeiras 24 horas após a colheita (Figura 2).

A fumigação das inflorescências com 1-MCP, realizada após a pulverização com Ethrel, foi eficiente em bloquear a ação do etileno de induzir a queda prematura das flores, retardando o início da abscisão para o quarto dia após a colheita (Figura 2). Resultados semelhantes foram verificados em gerânios, cuja presença de etileno induziu abscisão em cerca de uma hora após a aplicação, porém o efeito foi minimizado quando as flores foram tratadas com 1-MCP (JONES et al., 2001).

Nas inflorescências de esporinha tratadas com 1-MCP, seguido de pulverização com Ethrel e aquelas tratadas exclusivamente com 1-MCP, observou-se comportamento semelhante quanto à abscisão das flores. Em ambos os tratamentos, o início da queda das flores ocorreu após quatro dias da colheita e em taxas semelhantes, mas inferiores às observadas para o controle, às pulverizadas com Ethrel isoladamente e aquelas tratadas com Ethrel, seguido de 1-MCP (Figura 2).

**Tabela 1.** Longevidade das inflorescências de esporinha (*Consolida ajacis*) tratadas com Ethrel

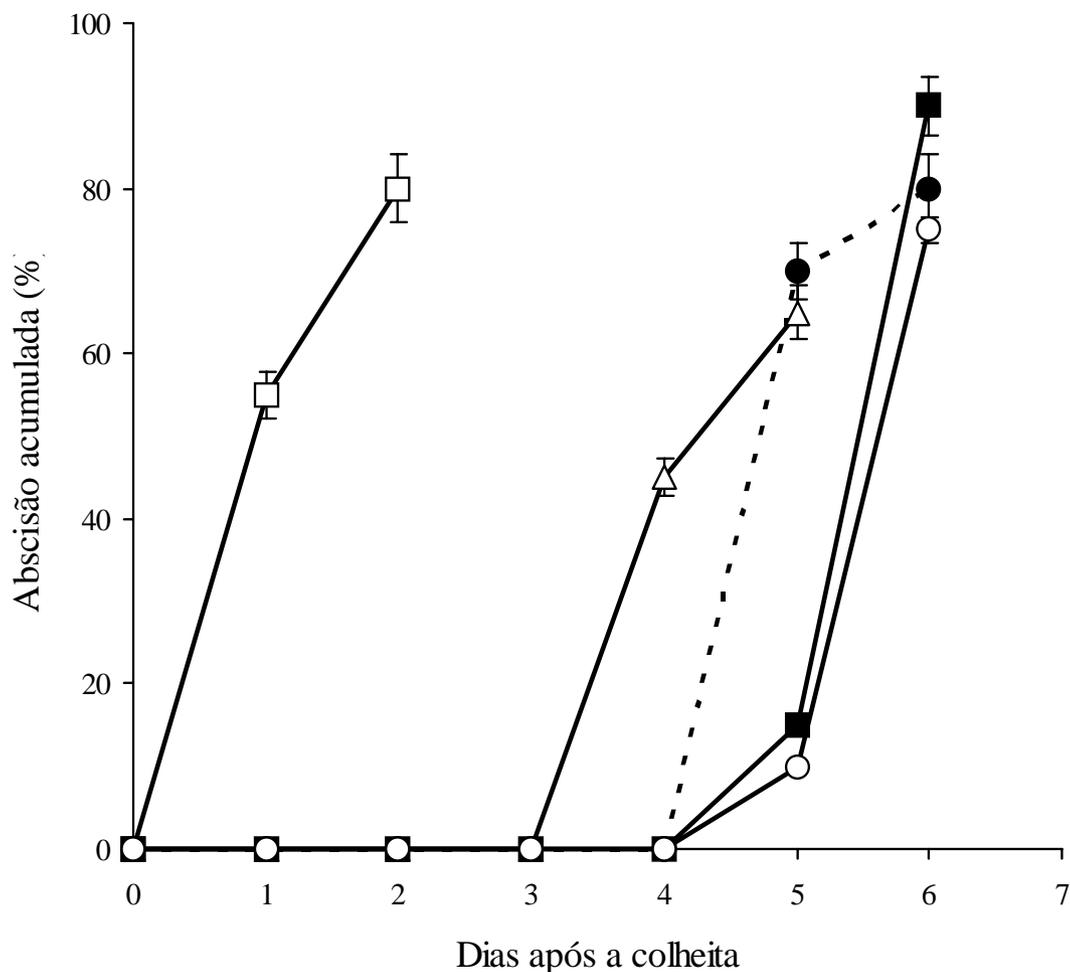
Tratamentos (Ethrel)	Longevidade
mg L <sup>-1</sup>	Dias
0	4,4 a
0,1	4,3 a
1,0	4,2 a
10	3,4 b
100	1,8 c
1000	1,2 c
C.V. (%)	10,5

Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Influência do tratamento com Ethrel, SmartFresh™ (1-MCP), Ethrel + 1-MCP e do 1-MCP + Ethrel sobre a longevidade de flores de esporinha

Tratamentos	Longevidade
	Dias
Controle	4,5 c
Ethrel	1,4 d
1-MCP	6,0 a
Ethrel + 1-MCP	5,2 b
1-MCP + Ethrel	6,0 a
C.V. (%)	11,7

Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Figura 2.** Abscisão em inflorescências de esporinha tratadas com 100 mg L<sup>-1</sup> de Ethrel (□); 100 mg L<sup>-1</sup> de Ethrel + 0,5 g m<sup>-3</sup> de SmartFresh™ (●); 0,5 g m<sup>-3</sup> de SmartFresh™ + 100 mg L<sup>-1</sup> de Ethrel (■); 0,5 g m<sup>-3</sup> de SmartFresh™ (○) e controle (△).

CELIKEL e REID (2002) observaram que a exposição de hastes de *Matthiola incana* a 1 mL L<sup>-1</sup> de etileno por dois dias resultou em 100% de abscisão das pétalas e induziu epinastia das folhas. Esses efeitos foram completamente prevenidos quando as flores foram pré-tratadas com 500 nL L<sup>-1</sup> de 1-MCP por seis horas, semelhante aos resultados obtidos com a esporinha nos tratamentos contendo 1-MCP.

Com a aplicação de 100 mg L<sup>-1</sup> de Ethrel, foi reduzida em cerca de 69% a longevidade da esporinha, comparada com as inflorescências-controle. A fumigação com 0,5 g m<sup>-3</sup> de SmartFresh<sup>TM</sup>, porém, aumentou em 33% a longevidade em relação ao controle (Tabela 2). Esse resultado evidencia que, mesmo na ausência de etileno exógeno, o 1-MCP foi eficiente em prolongar a conservação das flores de esporinha em vaso. Em orquídeas do gênero *Cymbidium*, a aplicação de 1-MCP também estendeu significativamente a longevidade das flores cortadas, independentemente da presença ou não de etileno na atmosfera após o tratamento com 1-MCP (HEYES e JOHNSTON, 1998).

O tratamento com 1-MCP foi eficiente em bloquear a ação do Ethrel aumentando a longevidade das flores em 33%, semelhante à longevidade obtida para as flores tratadas exclusivamente com 1-MCP (Tabela 2). Quando o Ethrel foi aplicado antes do 1-MCP houve elevação em 15% da longevidade em relação ao controle e redução de 13% em relação ao tratamento de 1-MCP seguido de Ethrel (Tabela 2). Portanto, a aplicação de 1-MCP após a pulverização com Ethrel não foi efetiva em inibir completamente a ação do etileno. Esse efeito pode ser resultado da síntese de um fator de sensibilidade ao etileno (VAN ALTVORST e BOVY, 1995) ou pelo surgimento de novos sítios de receptores de ligação do etileno induzidos pelo próprio gás (CIARDI e KLEE, 2001). BLANKENSHIP e DOLE (2003), revisando diversos estudos com flores, concluíram que o 1-MCP apresenta máximo efeito em inibir a ação deletéria do etileno quando aplicado antes da exposição ao etileno exógeno, e o efeito benéfico diminui se o 1-MCP for aplicado em conjunto ou após o etileno.

#### 4. CONCLUSÕES

1. As inflorescências de *Consolida ajacis* são sensíveis ao etileno, induzindo abscisão das flores e encurtamento da longevidade em vaso.

2. A fumigação das inflorescências com 1-MCP retardou o início da abscisão e estendeu a longevidade das flores, mesmo na ausência de etileno exógeno na atmosfera, porém o 1-MCP impediu

parcialmente o efeito deletério quando aplicado após exposição ao etileno.

#### AGRADECIMENTOS

Ao Sr. Walter Pereira, da Rohm and Haas Company, pela doação do SmartFresh<sup>TM</sup> e a CAPES pela concessão da bolsa de mestrado a Vanessa R. dos Santos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLANKENSHIP, S.M.; DOLE, J.M. 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.28, p.1-25, 2003.
- BOROCHOV, A.; SPIEGELSTEIN, H.; PHILOSOPH, H.S. Ethylene and flower petal senescence: interrelationship with membrane lipid catabolism. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.100, p.606-612, 1997.
- CAMERON, A.C; REID, M.S. 1-MCP blocks ethylene-induced petal abscission of *Pelargonium peltatum* but the effect is transient. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.22, p.169-177, 2001.
- CELIKEL, F.G.; REID, M.S. Postharvest handling of stock (*Matthiola incana*). *HortScience*, Alexandria, v.37, p.144-147, 2002.
- CELIKEL, F.G.; DODGE, L.L.; REID M.S. Efficacy of 1-MCP (1-methylcyclopropene) and promalin for extending the postharvest life of Oriental lilies (*Lilium* x 'MonaLisa' and 'Stargazer'). *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.93, p.149-155, 2002.
- CHANASUT, U.; ROGERS H.J.; LEVERENTZ, M.K.; GRIFFITHS, G.; THOMAS, B.; WAGSTAFF, C.; STEAD, A.D. Increasing flower longevity in *Alstroemeria*. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.29, p.324-332, 2003.
- CIARDI, J.; KLEE, H. Regulation of ethylene-mediated responses at the level of the receptor. *Annals of Botany*, London, v.88, p.813-822, 2001.
- FAN, X.; MATTHEIS, J.P. Reduction of ethylene-induced physiological disorders of carrots and iceberg lettuce by 1-methylcyclopropene. *HortScience*, Alexandria, v.35, p.1312-1314, 2000.
- FINGER, F.L.; SANTOS, V.R.; MORAES, P.J.; BARBOSA, J.G. Pulsing with sucrose and silver thiosulfate extend the vase life of *Consolida ajacis* L. *Acta Horticulturae*, Leuven, v.543, p.63-67, 2001.
- FORNEY, C.F.; SONG, J.; FAN, L.; HILDEBRAND, P.L.; JORDAN, M.A. Ozone and 1-methylcyclopropene alter the postharvest quality of broccoli. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.128, p.403-408, 2003.

- HEYES, J.A.; JOHNSTON, J.W. 1-Methylcyclopropene extends *Cymbidium* orchid vase life and prevents damaged pollinia from accelerating senescence. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v.26, p.319-324, 1998.
- JONES, M.L.; KIM, E-S.; NEWMAN, S.E. Role of ethylene and 1-MCP in flower development and petal abscission in zonal geraniums. **HortScience**, Alexandria, v.36, p.1305-1309, 2001.
- KENZA, M.; UMIEL, N.; BOROCHOV, A. The involvement of ethylene in the senescence of *Ranunculus* cut flowers. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.19, p.287-290, 2000.
- LORENZI, H.; SOUZA, H.M. **Plantas ornamentais no Brasil, arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 2.ed. São Paulo: Nova Odessa, 1999. 927p.
- MACNISH, A.J.; JOYCE, D.C.; HOFMAN, P.J.; SIMONS, D.H.; REID, M.S. 1-Methylcyclopropene treatment efficacy in preventing ethylene perception in banana fruit and grevillea and waxflowers. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v.40, p.471-481, 2000.
- MÜLLER, R.; STUMMANN, B.M. Genetic regulation of ethylene perception and signal transduction related to flower senescence. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Helsinki, v.1, p.87-94, 2003.
- PORAT, R.; SHLOMO, E.; SEREK, M.; SISLER, E.C.; BOROCHOV, A. 1-Methylcyclopropene inhibits ethylene action in cut phlox flowers. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.6, p.313-319, 1995.
- SEREK, M.; TAMARI, G.; SISLER, E.C.; BOROCHOV, A. Inhibition of ethylene-induced cellular senescence symptoms by 1-methylcyclopropene, a new inhibitor of ethylene action. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.94, p.229-232, 1995.
- VAN ALTVORST, A.C.; BOVY A.G. The role of ethylene in the senescence of carnation flowers, a review. **Plant Growth Regulation**, Amsterdam, v.16, p.43-53, 1995.
- VERLINDEN, S.; BOATRIGHT J.; WOODSON, W.R. Changes in ethylene responsiveness of senescence-related genes during carnation flower development. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.116, p.503-511, 2002.