

VANESSA REBOUÇAS DOS SANTOS

**EFEITO DA TEMPERATURA E DE INIBIDORES DA AÇÃO DO ETILENO
NA LONGEVIDADE PÓS-COLHEITA DE FLORES DE ESPORINHA
(*Consolida ajacis* Nieuwl.)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Fisiologia Vegetal, para obtenção do título de "*Magister Scientiae*".

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2003**

VANESSA REBOUÇAS DOS SANTOS

**EFEITO DA TEMPERATURA E DE INIBIDORES DA AÇÃO DO ETILENO
NA LONGEVIDADE PÓS-COLHEITA DE FLORES DE ESPORINHA
(*Consolida ajacis* Nieuwl.)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Fisiologia Vegetal, para obtenção do título de "*Magister Scientiae*".

APROVADA: 14 de abril de 2003.

Prof. José Geraldo Barbosa
(Conselheiro)

Prof. Raimundo Santos Barros
(Conselheiro)

Prof. José Antônio Saraiva Grossi

Dra. Gláucia M. Dias Tagliacozzo

Prof. Fernando Luiz Finger
(Orientador)

**“ Transformar o medo em respeito
O respeito em confiança
Descobrir como é bom chegar quando se tem paciência
E para se chegar aonde quer que seja
Não é preciso dominar a força, mas a razão ”**

**À minha mãe, Suzana,
por seu apoio fundamental,
Dedico.**

AGRADECIMENTOS

A Deus por sua infinita misericórdia.

Aos meus pais, Moisés e Suzana, pelo apoio e incentivo, em especial, à minha mãe que sempre me deu forças para continuar.

Aos meus irmãos, que sempre me incentivam e colaboram para minha formação.

Ao professor Fernando Finger, pela sua orientação, paciência, disposição em partilhar um pouco do seu vasto conhecimento comigo e a disponibilidade sempre constante.

Aos professores Raimundo Santos Barros, José Geraldo Barbosa e José Antônio Grossi, pelo aconselhamento.

Aos professores do curso de Fisiologia Vegetal, ao professor Paulo Roberto Cecon e a pesquisadora do IAC, Gláucia M.D. Tagliacozzo, pelos ensinamentos.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade concedida.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior (CAPES) e FAPEMIG, pelo apoio financeiro.

Às secretárias Beth e Cássia e aos técnicos Geraldo e Ribeiro, pela colaboração.

Aos amigos de Viçosa, Marcelo, Vivi, Lílian, Daniel, Virginia, Ludmila, Rosilene, Cíntia.

Aos amigos Josete, Vânia, Lívia, Dimas, Alan, Luizinho e Lucas, pela amizade, convivência e os momentos alegres.

Aos colaboradores e amigos Paulo Moraes e Luthiani, pela amizade e ajuda sempre disponível.

A todas as pessoas que, de alguma forma, colaboraram para que este trabalho pudesse ser realizado.

CONTEÚDO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
1.0. INTRODUÇÃO	2
2.0. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
2.1. Efeito da temperatura na respiração, na produção de etileno e sobre a longevidade das inflorescências	7
2.2. Efeito do 1-MCP na abscisão e longevidade das inflorescências	9
2.3 Efeito da sacarose, STS e 1-MCP sobre a respiração, produção de etileno, abscisão, senescência e longevidade de inflorescências	9
2.4 Efeito do Ethrel na abscisão e longevidade das inflorescências	10
2.5 Efeito do 1-MCP empregado antes e após aplicação de etileno na senescência e longevidade das inflorescências	10
2.6 Análises estatística	11
3.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
3.1 Efeito da temperatura na longevidade e abscisão das inflorescências.....	12
3.1.1 Efeito da temperatura na produção de CO ₂ e de etileno nas inflorescências de esporinha	15

3.2 Efeito do 1-MCP na abscisão, murchamento, senescência e longevidade das inflorescências	23
3.3 Efeito da sacarose, TSP e 1-MCP sobre a respiração, produção de etileno, abscisão, senescência e longevidade de inflorescências	26
3.4. Efeito do Ethrel na senescência e longevidade das inflorescências	34
3.5. Efeito do 1-MCP empregado antes e após aplicação de Ethrel na senescência e longevidade das inflorescências	37
4.0. CONCLUSÃO	40
5.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

RESUMO

SANTOS, Vanessa Rebouças, M.S. Universidade Federal de Viçosa, abril de 2003. **Efeito da temperatura e de inibidores da ação do etileno na longevidade de flores de esporinha (*Consolida ajacis* Nieuwl.).** Orientador: Fernando Luiz Finger. Conselheiros: Raimundo Santos Barros e José Geraldo Barbosa.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da temperatura e de inibidores da ação do etileno sobre a longevidade, abscisão, produção de CO₂ e etileno nas inflorescências de esporinha (*Consolida ajacis* Nieuwl.). As flores foram padronizadas em tamanho e distribuídas ao acaso nos seguintes experimentos: 1, mantidas em água destilada nas câmaras com temperatura controlada em 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 °C. 2, tratadas com 1-MCP (1-metilciclopropeno), inibidor da ação do etileno, na concentração 0,125; 0,25; 0,5; 1,0 e 1,5 g m⁻³ de Ethylbloc (produto comercial), que corresponde a 175; 350; 700; 1400 e 2100 ng L⁻¹ de 1-MCP, por 6 horas em câmaras lacradas; 3, mantidas em solução de 'pulsing' com 1mM de TSP (tiosulfato de prata), inibidor da ação do etileno, por (30 minutos); 4, 'pulsing' com sacarose (5%), por 6 horas; 5, 'pulsing' com 1mM de TSP, por 30 minutos combinado com sacarose (5%) por 6 horas; 6, aplicação de 1-MCP (0,5 g m⁻³ de Ethylbloc) em câmaras lacradas, durante 6 horas e controle; 7, pulverização de 30 em 30 minutos com solução de Ethrel à concentração 0,1; 1; 10; 100 e 1000 mg L⁻¹; 8- pulverizadas com Ethrel (100 mg L⁻¹) antes e/ou depois do tratamento com 1-MCP (0,5 gm⁻³ de Ethylbloc), durante 6 horas. Após, todos tratamentos as inflorescências foram transferidas para vasos contendo água destilada.

Diariamente registrou-se a abscisão e o murchamento das flores e pétalas; a longevidade baseou-se no critério de 50% de abscisão ou murchamento das flores. A temperatura afetou diretamente a longevidade das flores; com a elevação ocorreu redução na vida em vaso das inflorescências. O tratamento com TSP foi o mais eficaz para prolongar a longevidade, seguido do tratamento com TSP em combinação com sacarose (5%). A sacarose aplicada isoladamente em 'pulsing' não teve efeito na manutenção da qualidade das inflorescências. O 1-MCP não foi tão eficiente em relação aos tratamentos que continham TSP na sua formulação, mas possibilitou resultados positivos em relação ao controle ou tratamento com sacarose. O 1-MCP foi eficaz em reverter à ação do etileno, aplicado antes ou depois do tratamento com Ethrel.

ABSTRACT

SANTOS, Vanessa Rebouças, M.S. Universidade Federal de Viçosa, April of 2003. **Influence of temperature and ethylene inhibitors on longevity of *Consolida ajacis* Nieuwl. flowers.** Adviser: Fernando Luiz Finger. Committee Members: Raimundo Santos Barros e José Geraldo Barbosa.

The present work had the objective to evaluate the effect of temperature and the inhibitors of ethylene action on longevity, abscission, respiration, ethylene production in inflorescences of *Consolida ajacis* Nieuwl. The flowers were standardized in length and distributed at random in various treatments: 1, maintained in distilled water in the chambers with controlled temperature at 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40 °C; 2, treated with 1-MCP (1-methylcyclopropene), inhibitor action ethylene, at 0,125 ; 0,25; 0,5; 1,0 e 1,5 g m⁻³ de Ethylbloc (product commercial), that correspond at 175; 350; 700; 1400 e 2100 ng L⁻¹ de 1-MCP, for 6 hours in sealed chambers. 3- maintained in pulsing solutions with 1 mM of STS (silver thiosulfate), for 30 minutes; 4, pulsing with sucrose at 5% for 6 hours; 5, pulsing solutions with 1 mM of STS, for 30 minutes combined pulsing with sucrose at 5% for 6 hours; 6, application of 1-MCP (0,5 g m⁻³ of Ethylbloc) in sealed chambers for 6 hours and control; 7-flowers were sprayed with Ethrel solution at concentration 0,1; 1; 10; 100 e 1000 mg L⁻¹; during the period of 2 hours in interval of 30 minutes; 8, flowers were sprayed with Ethrel (100 mg L⁻¹) before and/or after of treatment with 1-MCP (0,5 g m⁻³ de Ethylbloc), for 6 hours. Thereafter, all the treatments were transferred to vase containing distilled water. Daily registered abscission and flower wilting; the end longevity was based on the criteria of 50% of abscission or wilting of the flowers.

The temperature affected the longevity of the flowers, reducing the vase life of inflorescences when elevated. The treatment with STS was effective on prolonging the longevity, following of STS treatment combined with 5% sucrose. The sucrose had no effect in maintaining the quality of the inflorescences. The 1-MCP was not as efficient as STS containing treatments, but allowed positive result when compared with the control or sucrose treatment. O 1-MCP was effective to revert the action of ethylene if applied before or after the Ethrel treatment.

1. INTRODUÇÃO

A produção de flores e plantas ornamentais está em expansão no mundo (BAÑERAS, 1997). A maior produção de flores de corte ocorre nos países da Europa e da América do Norte, especialmente nos EUA. Porém, nesses países, a produção é insuficiente para atender a demanda interna principalmente nos meses de inverno, o que faz do Brasil um potencial fornecedor de plantas ornamentais (FINGER et al., 2001). No Brasil, a floricultura tem se desenvolvido rapidamente nas últimas décadas e movimenta cerca de US\$ 1 bilhão/ano, com perspectiva de crescimento anual de 20% (KAMPF,1997). Apesar desse crescimento, tanto na produção como na comercialização, grande parte do produto se perde antes mesmo de chegar ao consumidor, devido, principalmente, às perdas pós-colheita. Com a exigência cada vez maior de subsídios que possibilitem a adequação ao armazenamento prolongado de produtos, como as flores, modernas técnicas de conservação e manutenção da qualidade devem ser desenvolvidas para o correto manuseio pós-colheita de flores das principais espécies.

As flores são órgãos de natureza essencialmente efêmera o que resulta em curta longevidade, tanto para as que permanecem ligadas à planta mãe durante a comercialização, como para as flores de corte. A manutenção da qualidade das flores, hortaliças e frutos é inversa à velocidade da senescência, e a aceleração do advento desse processo contribui para perdas pós-colheita que resultam em enormes prejuízos econômicos (ARTECA, 1995). De acordo com ALTVORST & BOVY (1995) e WILLIAMSON & MILBURN (1995), os

fatores que mais contribuem para a aceleração do advento da senescência das flores são a alta taxa respiratória, produção de etileno, bloqueio dos vasos xilemáticos provocado por bactérias, deposição de pectinas, fenóis, ou por embolia; o excesso de transpiração e o reduzido suprimento de carboidratos nas flores são responsáveis pelo encurtamento da vida de vaso das flores. Também a extensão da vida pós-colheita das flores cortadas depende do estágio de desenvolvimento da flor na colheita, das condições de armazenamento como a temperatura e a umidade adequadas (KADER, 1992).

Consolida ajacis Nieuwl (*Delphinium ajacis*) ou popularmente esporinha, produz flores anuais muito utilizadas em projetos paisagísticos, na forma de conjuntos, que formam bordaduras ou maciços florais, devido à exuberância de cor das suas flores (azul, roxa, rosas ou branca) (LORENZI & SOUZA, 1999). Sua inflorescência tem considerável potencial para ser utilizada 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 e flores inteiras, a partir do primeiro dia após a colheita (FINGER et al., 2001).

A utilização de soluções preservativas na água de vaso ou na forma de pré-condicionamento (pulsing) tem a função de preservar a qualidade das flores de corte, via redução dos efeitos adversos de fatores de deterioração endógenos ou do ambiente. A maioria das soluções preservativas contém carboidratos, germicidas, inibidores da síntese ou ação do etileno e de outros compostos (NOWAK & RUDNICKI, 1990). Essas soluções, quando aplicadas na forma de pré-condicionamento, poderão permanecer por no máximo 24 horas, imediatamente após a colheita ou seguindo-se ao armazenamento. Diversas flores de corte têm a vida de vaso prolongada quando açúcares são supridos às hastes florais. A sacarose é um dos carboidratos utilizado como substrato respiratório e serve como fonte de energia necessária para manutenção dos processos bioquímicos e fisiológicos das plantas (NOWAK & RUDNICKI, 1990). Conforme foi verificado em flores de *Antirrhinum majus* L. (boca de leão) (ICHIMURA & HISAMATSU, 1999), *Lathyrus odoratus*

L. (ervilha doce) (ICHIMURA & SUTO, 1999), *Sandersonia aurantiaca* (EASON et al., 1997), *Limonium* sp (DOI & REID, 1995; SHIMAMURA et al., 1997) e *Grevillea* sp (LIGAWA et al., 1997), a aplicação de sacarose na forma de “pulsing” ou em solução de vaso resultou em aumento na longevidade pós-colheita daquelas flores. Porém em flores de *Triiteleia laxa*, o mesmo tratamento não teve efeito na qualidade ou longevidade pós-colheita (HAN et al., 1990).

O etileno é um fitohormônio gasoso e tem importante papel em vários processos do desenvolvimento das plantas, estando envolvido na indução da senescência natural dos órgãos das plantas reduzindo, a longevidade de muitas espécies de flores (ABELES et al., 1992; YANG, 1980). A senescência das flores pode ser acelerada pelo aumento nas taxas de produção ou aumento da sensibilidade dos tecidos ao etileno (ABELES et al., 1992). Em muitas espécies, o tempo para as pétalas murcharem ou ocorrer abscisão é regulado por esse fitohormônio (VAN DOORN, 2001). O sintoma inicial de senescência em resposta ao etileno varia entre as espécies. No caso da esporinha, o sintoma mais comum é a abscisão e murchamento das pétalas e flores (FINGER et al., 2001). As flores classificadas como sensível ao etileno, incluindo-se cravos, orquídeas, *Petunia hybrida*, *Ranunculus asiaticus* e *Delphinium* sp (KENZA et al., 2000) exibem aumento na produção climatérica de etileno durante a senescência e sua vida pós-colheita pode ser prolongada pelo uso de compostos que inibem a biossíntese ou ação de etileno (NOWAK & RUDNICKI, 1990; WOLTERING et al., 1994), sendo os últimos mais eficazes, pois agem sobre o etileno exógeno, que pode mostrar-se presente durante o transporte e comercialização (PORAT et al., 1995).

O íon prata (Ag^+), aplicado sob a forma de tiosulfato de prata (TSP), é um potente inibidor da ação do etileno (TAIZ & ZEIGER, 1998), sendo eficiente em prolongar a vida em vaso de *Torenia* sp (GOTO et al., 1999), *Petunia hybrida* (BOROCHOV et al., 1997) e *Eustoma grandiflorum* (ICHIMURA et al., 1998) e *Lupinus havardii* (DAVIS et al., 1995). A prata pode ser utilizada sozinha ou em combinação com sacarose com resultados positivos, como foi

observado em *Lathyrus odoratus* L. (ervilha doce) (ICHIMURA & HIRAYA, 1999).

Nos últimos anos, a indústria da floricultura tem buscado uma alternativa para o uso de TSP, pois este contém prata (Ag^+), que é um metal pesado poluente, e por isso, considerado como um potencial risco ao ambiente (ICHIMURA et al., 1998).

O composto 1-metilciclopropeno (1-MCP), originalmente patenteado por Sisler e Blankenship no ano de 1996. É um gás com peso molecular 54 (BLANKENSHIP & DOLE, 2003) e tem-se demonstrado como um composto eficiente e conveniente para bloquear os efeitos do etileno (BELTRAN & PEREIRA, 2002) em flores, como lírio oriental (CELIKEL et al., 2002) e retardar o amadurecimento em frutas climatéricas, como banana (MACNISH et al., 2000). Mostrando ser um efetivo antagonista à ação do etileno, o 1-MCP se liga, provavelmente a um receptor, resultando em inibição competitiva (SISLER & SEREK, 2001; SEREK et al., 1995).

A combinação do uso de 1-MCP e armazenamento a baixas temperaturas tem-se mostrado como excelente opção para viabilizar a exportação marítima e aérea de flores e frutas tropicais, possibilitando, assim a abertura de novos mercados para os países produtores, como o Brasil (PEREIRA & BELTRAN, 2002). PORAT et al. (1995) estudaram o efeito do 1-MCP na abscisão de flores, comparado ao tratamento de “pulsing” com tiosulfato de prata (TSP). O tratamento com 1-MCP foi tão eficiente quanto o TSP no retardamento as respostas ao etileno em flores de *Phlox paniculata* (PORAT et al., 1995), *Grevillea* sp e *Chamelaucium uncinatum* (waxflower) (MACNISH et al., 2000), *Petunia hybrida* (SEREK et al., 1995), *Cymbidium* sp (HEYES & JOHNSTON, 1998), *Matthiola incana* (CELIKEL & REID, 2002) e *Lupinus Havardii* (SANKHLA et al., 2001).

O 1-MCP funciona de modo muito parecido ao TSP e é mais eficaz em doses extremamente inferiores (BLANKENSHIP & DOLE, 2003). O 1-MCP age na forma gasosa, facilitando o modo aplicação, podendo ser aplicado durante o transporte e armazenamento, não acarreta riscos ao ambiente (PEREIRA

& BELTRAN, 2001; PEREIRA & BELTRAN, 2002), sendo uma importante alternativa ao uso de TSP. No entanto, o TSP exibe efeito bactericida e isso pode ser importante na conservação de flores, amenizando a obstrução dos vasos xilemáticos, como observado principalmente em rosas (NOWAK & RUDNICKI, 1990). O 1-MCP não possui esse efeito bactericida, e sua eficácia vem sendo determinada em mais de 51 espécies de flores (BLANKENSHIP & DOLE, 2003). Por isso, estudos relacionando 1-MCP com os outros tratamentos (TSP, TSP + sacarose, sacarose) tornam-se necessários para avaliar o seu efeito na longevidade e senescência de esporinha.

A temperatura durante armazenamento e transporte é um dos principais fatores que afetam a qualidade e a longevidade pós-colheita das flores de corte.

De acordo com NOWAK & RUDNICKI (1990), as flores mantidas a baixas temperaturas apresentam reduzidas taxas respiratórias e menor produção e ação do etileno e temperaturas elevadas podem acelerar o desenvolvimento da abertura floral e a senescência, devido a um aumento na taxa respiratória e de produção de etileno, perda de água, crescimento de microorganismos e maior demanda por carboidratos. Esses efeitos foram observados em rosas (ICHIMURA & UEYAMA, 1998; ICHIMURA et al., 1999), cravos (VERLINDEN & WOODSON, 1998) e begônias (BAKKEN & MOE, 1995).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da temperatura e de inibidores da ação do etileno sobre a senescência, respiração e produção de etileno em flores cortadas de esporinha (*Consolida ajacis* Nieuwl.).

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. O ponto de colheita foi estabelecido por FINGER et al. (2001): 1/3 das flores em fase de pré-antese, 1/3 em fase botão e 1/3 das flores completamente abertas, com coloração das pétalas definida. As inflorescências foram levadas para o laboratório de pós-colheita do Departamento de Fitotecnia, em vasos de plásticos com água. Foram selecionadas, uniformizadas no tamanho (25 cm). Anotaram-se a massa fresca e o número de flores por inflorescência que variou entre 10 e 12 flores. Os experimentos após a colheita, foram conduzidos, sob umidade relativa de $75 \pm 5\%$ e irradiância $10 - 15 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Diariamente, avaliou-se a longevidade das inflorescências, baseada na taxa de abscisão ou murchamento das flores. Adotou-se como fim da vida de vaso um mínimo de 50% de murchamento ou abscisão (FINGER et al., 2001).

2.1 Efeito da temperatura na respiração, na produção de etileno e sobre a longevidade das inflorescências

As inflorescências foram distribuídas, ao acaso, em vasos contendo água destilada (renovada a cada dois dias) e, logo após, esses foram transferidos para câmaras com temperaturas constantes: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 °C. Diariamente, foram avaliadas o murchamento e abscisão das flores. A

quantificação da produção de etileno e de CO₂ pelas flores foram efetuadas nos períodos de 24, 48, 72 e 96 horas após o início dos tratamentos.

Para quantificação do etileno e do CO₂, as inflorescências foram mantidas dentro de frascos com volume de 1,5 L lacrados e as amostras foram retiradas da atmosfera interna, com auxílio de seringa de 1 mL, após quatro horas de acúmulo, para a determinação de CO₂, e após seis horas para determinação do etileno. A concentração de etileno na atmosfera interna dos frascos foi determinada em cromatógrafo a gás modelo GC-14B (SHIMADZU, Kyoto), equipado com detector de ionização de chama e coluna empacotada com Poropak-Q (80-100 mesh, 1,0 m de comprimento e 3,2 mm de diâmetro interno). As temperaturas da coluna, injetor e do detector foram, respectivamente, 60, 100 e 150°C. A pressão e o fluxo do N₂ (gás de arraste), do ar sintético e do (H₂) foram respectivamente 80 kPa (40-45 mL min⁻¹), 30 kPa (30 mL min⁻¹) e 50 kPa (35 mL min⁻¹). A concentração de etileno dentro dos frascos foi estimada em µL C₂H₄ kg⁻¹h⁻¹, utilizando-se as equações propostas por KAYS (1991).

O CO₂ foi quantificado utilizando-se o mesmo cromatógrafo a gás modelo GC-14B (SHIMADZU, Kyoto), equipado com detector de condutividade térmica e com a mesma coluna descrita acima. As temperaturas da coluna, injetor e do detector foram respectivamente, 40, 100 e 140 °C. Utilizou-se como gás de arraste o nitrogênio (80kPa), com fluxo de 40-45 mL min⁻¹. A corrente utilizada foi de 85 mA, com a atenuação de 3. A concentração de CO₂ dentro dos frascos, foi estimada em mL CO₂ kg⁻¹h⁻¹, utilizando-se as equações propostas por KAYS (1991).

2.2 Efeito do 1-MCP na abscisão e longevidade das inflorescências

As inflorescências mantidas em vasos com água foram distribuídas ao acaso nas câmaras com volume de 35 L, para o tratamento com 1-MCP às concentrações de 0; 0,125; 0,25; 0,5; 1,0 e 1,5 gm^{-3} do produto comercial Ethylbloc (1kg de Ethylbloc contém 1,4 gramas de Metilciclopropeno), que corresponde a 0; 175; 350; 700; 1400 e 2100 ng L^{-1} de 1-MCP. Com auxílio de seringa, 60 mL de água foi injetada, para liberação de 1-MCP. As câmaras permaneceram lacradas por um período de 6 horas. Transcorrido o período, as flores foram transferidas para vasos contendo água destilada e mantidas à temperatura ambiente ($22 \pm 2^\circ\text{C}$) no laboratório. Diariamente, foi registrada abscisão e murchamento das flores para se obter a melhor concentração de 1-MCP a ser utilizada nos próximos experimentos.

2.3 Efeito da sacarose, TSP e 1-MCP sobre a respiração, produção de etileno, abscisão e longevidade das inflorescências

Os tratamentos de pulsing foram distribuídos em um esquema inteiramente casualizado, como segue: a) solução de “pulsing” com sacarose a 5%, por 6 horas; b) solução de “pulsing” com 1mM de TSP, por 30 min., combinado com sacarose a 5%, por 6 horas; c) solução de “pulsing” com 1 mM de TSP, por 30 minutos, conforme descrito por FINGER et al. (2001); d) aplicação de 1-MCP ($0,5 \text{ gm}^{-3}$ de Ethylbloc), em câmaras lacradas, por 6 horas; e) água destilada (controle).

Após os tratamentos as inflorescências foram mantidas em água destilada.

Diariamente foram determinadas as produções de CO_2 , do etileno e a longevidade avaliada conforme descrito anteriormente.

2.4 Efeito do Ethrel na abscisão e longevidade das inflorescências

As inflorescências foram distribuídas ao acaso em vasos contendo água destilada (renovada a cada dois dias) e pulverizadas com Ethrel (ácido 2-cloroetilfosfônico), às concentrações de 0; 0,1; 1,0; 10; 100 e 1000 mgL⁻¹. As inflorescências foram pulverizadas com a solução de Ethrel de 30 em 30 minutos, por um período de 2 horas, conforme descrito por CAMPANHA (1997). Após o tratamento, as hastes florais foram lavadas em água corrente e transferidas para vasos contendo água destilada, permanecendo a temperatura ambiente (22 ± 2°C). Diariamente, foram registrado o murchamento e a abscisão das flores.

2.5 Efeito do 1-MCP empregado antes e após aplicação de Ethrel na senescência e longevidade das inflorescências

As inflorescências foram distribuídas nos tratamentos a seguir: a) pulverização com solução de Ethrel a 100 mg L⁻¹, de 30 em 30 minutos, por um período de 2 horas; b) aplicação de 1-MCP, (0,5 gm⁻³ de Ethylbloc), em câmaras lacradas, por 6 horas; c) aplicação de 1-MCP, (0,5 gm⁻³ de Ethylbloc), em câmaras lacradas, por 6 horas e posterior pulverização com Ethrel à concentração de 100 mgL⁻¹, de 30 em 30 minutos durante um período de 2 horas; d) pulverização com Ethrel à concentração 100 mgL⁻¹, de 30 em 30 minutos por um período de 2 horas e posterior aplicação de 1-MCP, (0,5 gm⁻³ de Ethylbloc), em câmaras lacradas, por 6 horas; e) água destilada (controle).

Após os tratamentos, todas as inflorescências foram mantidas em água destilada.

2.6 Análises estatísticas

Os resultados foram tratados estatisticamente por meio de análise de variância e de regressão. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado e cinco repetições contendo quatro hastes por vaso, sendo cada vaso uma repetição, com exceção do experimento avaliando a temperaturas nos quais foram feitas oito repetições e no experimento comparando as concentrações de Ethrel onde foram utilizadas cinco repetições e três hastes por vaso. As médias dos dados qualitativos foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para os dados quantitativos, os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão e coeficiente de determinação, utilizando-se o teste F, a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Efeito da temperatura na longevidade e abscisão das inflorescências

A temperatura é um importante fator que afeta a vida de flores de corte, podendo reduzir ou manter a qualidade floral nas condições de transporte ou armazenamento (REID, 2001). Os principais sintomas de senescência das inflorescências de esporinha foram: abscisão e o murchamento seqüencial das pétalas e flores.

Em média, a vida em vaso das inflorescências de esporinha mostrou-se inversamente proporcional ao aumento da temperatura (Figura 1). A temperatura de 5 °C foi a que propiciou maior longevidade das flores (12 dias), e temperaturas acima de 30 °C reduziram a vida em vaso para aproximadamente 2,5 dias. As inflorescências mantidas à temperatura de 20°C tiveram, em média, vida pós-colheita de 8 dias. Esses resultados mostram que para manter a qualidade das flores, sem a utilização de um preservativo floral, as hastes deverão ser mantidas a temperatura igual ou inferior a 20 °C.

Em *Rosa hybrida* L., a elevação da temperatura reduziu a longevidade pós-colheita e acelerou a abertura dos botões florais (ICHIMURA & UEYAMA, 1998; ICHIMURA et al., 1999). De acordo com VAN DOORN & STEAD (1997), o excesso de transpiração causado pela elevação da temperatura também causa déficit hídrico e encurta a vida de rosas de corte. Além disso, o aumento na taxa respiratória e da produção de etileno reduz a longevidade de flores (WILLS et al., 1998).

Dado o alto valor comercial das flores de corte e sua rápida deterioração quando mantidas sob temperaturas impróprias (Figura 1), é importante à implementação de cadeia de resfriamento durante o transporte, armazenamento até a chegada do produto ao consumidor (REID, 2001).

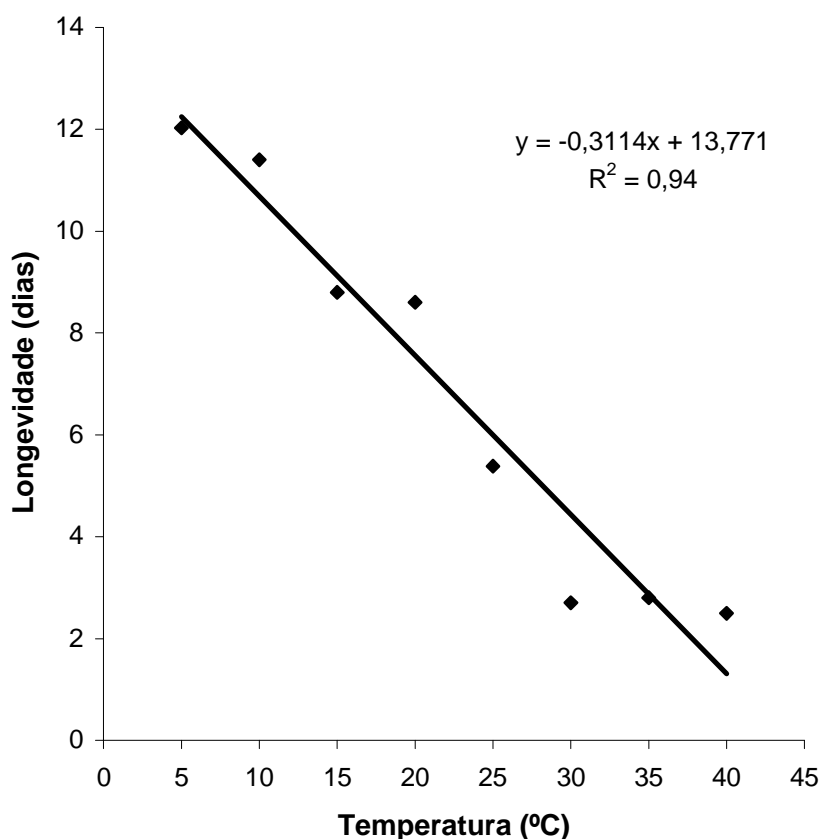


Figura 1- Longevidade das inflorescências de esporinha em função de temperatura.

A temperatura afetou o número de dias para o início do aparecimento de sintomas como abscisão e murchamento nas flores de esporinha. Seu aumento promoveu uma maior abscisão e antecipou o início da queda de flores sob temperaturas mais elevadas (Figura 2). Sob as temperaturas de 5 e 10 °C até praticamente o 8º dia não ocorreu diferença estatística na abscisão das flores e somente a partir do 9º dia foi observado a queda de flores sob a temperatura de 5 °C, a abscisão não foi o fator de descarte das inflorescências mantidas sob essas temperaturas, mas sim porque apresentaram mais de 50% de murchamento.

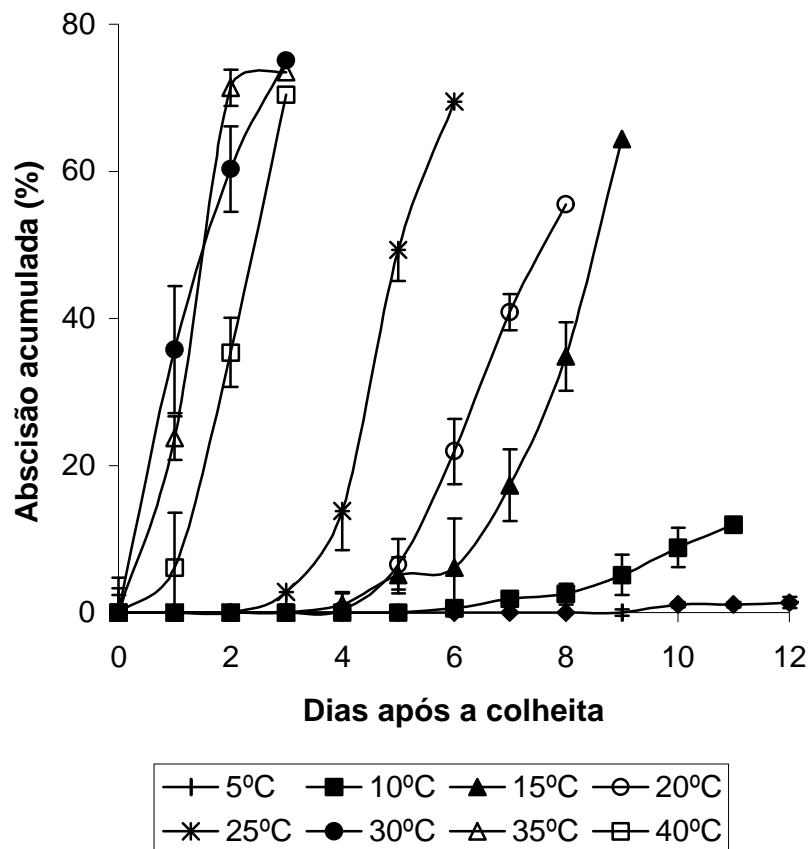


Figura 2- Efeito da temperatura na abscisão em função do tempo. Barras verticais representam o erro padrão da média.

As flores mantidas sob temperaturas de 25 °C apresentaram aproximadamente, 50% de queda no 5º dia. Contudo, sob temperaturas

acima de 30°C ocorreu intensa abscisão (30%) logo no 1º dia; sob 40 °C, já no 1º dia, ocorreu 6,7% de abscisão, valor bem menor que o encontrado sob temperaturas de 30 e 35°C. Nessa condição, as flores apresentaram intenso murchamento, perdendo seu valor comercial, devido a perda de água causada pelo excesso de transpiração. A aceleração do início da abscisão e o aumento na queda de flores sob temperaturas mais altas podem ser ocasionados pelo aumento na produção de etileno (ver Figura 6).

Em *Radermachera sinica*, a ausência da abscisão de pétalas a 10 °C indicou que a temperatura mínima para esse processo ocorrer está entre 10 e 15 °C, e a máxima abscisão ocorreu acima de 25 °C, provavelmente a 30 °C (LABOURIAU & HOYER, 2001).

3.1.1. Efeito da temperatura na produção de CO₂ e etileno nas inflorescências

A Figura 3 mostra a taxa respiratória, durante os períodos de 24, 48, 72 e 96 horas, após a colheita, em função da temperatura. Pode-se observar que sob temperaturas mais baixas, como 5 e 10 °C, a taxa respiratória é menor, não diferindo estatisticamente. As flores mantidas sob temperatura de 30 °C apresentaram as maiores taxas encontradas. A maior produção de CO₂ nas primeiras 24 horas pode ser explicada pelo estresse causado pelo corte durante a colheita.

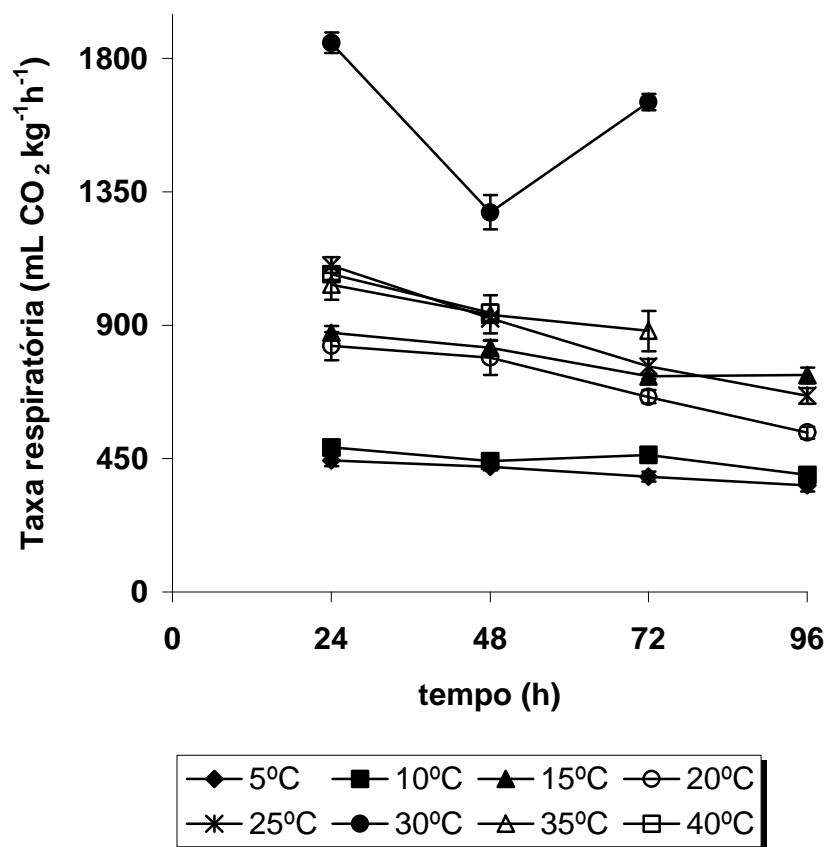


Figura 3. Produção de CO₂ por inflorescências de esporinha sob diferentes temperaturas no período de 24, 48, 72 e 96 horas pós-colheita. Barras verticais representam o erro padrão da média.

O comportamento da respiração das flores em diferentes temperaturas de armazenamento mostra que a evolução de CO₂ aumentou entre 5 e 30 °C, seguindo-se uma queda sob as temperaturas de 35 e 40 °C (Figura 4). Os valores médios da respiração às temperaturas 5 e 10 °C variaram muito pouco e às temperaturas de 15 e 20 °C, a taxa respiratória foi o dobro em relação às temperaturas mais baixas. Sob a temperatura de 30 °C, a produção de CO₂ foi máxima e quatro vezes superior em relação às taxas a 5 °C (Figura 4). O aspecto das inflorescências sob as temperaturas acima de 30 °C mostrava intensa abscisão e murchamento, podendo ser uma das explicações da

redução na taxa respiratória encontrada sob essas temperaturas, pois com queda o número de flores que respiram é menor.

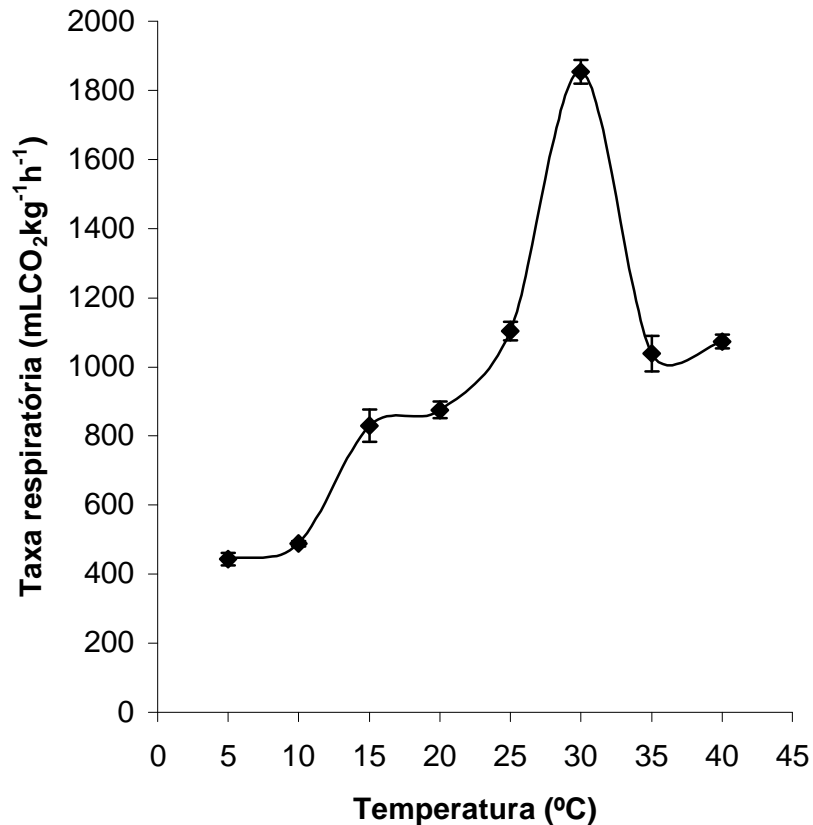


Figura 4. Produção de CO₂ pelas inflorescências de esporinha em função da temperatura, no período de 24 horas após a colheita. Barras verticais representam o erro padrão da média.

A atividade respiratória geralmente declina em frutos e flores a temperaturas superiores a 30 °C, e muitas enzimas são inativadas a 40°C (AWAD, 1993). Se o produto for mantido acima de 35 °C, o metabolismo torna-se anormal e resulta na quebra da integridade e estrutura das membranas, ocorrendo desorganização celular e rápida deterioração do produto (WILLS et al., 1998). A intensidade respiratória pós-colheita está intimamente relacionada à temperatura, podendo interferir diretamente na velocidade das reações metabólicas, no tempo de armazenamento que esses produtos

perceíveis poderão permanecer, bem como causar distúrbios fisiológicos.

A taxa respiratória em *Rosa hybrida* L. aumenta com o aumento da temperatura (JIAO et al., 1991). Em *Chamelaucium uncinatum*, a taxa respiratória foi inicialmente alta ($1432 \text{ mL kg}^{-1}\text{h}^{-1}$) e diminuiu durante a vida de vaso, não ocorrendo pico de produção de CO_2 e etileno, indicando portanto, que essa flor não é climatérica (OLLEY et al., 1996). A respiração de rosas e cravos cai após a colheita e aumenta novamente quando elas entram na senescência (ABELES et al., 1992). Segundo NOWAK & RUDNICKI (1990), altas temperaturas representam talvez o principal ponto crítico para a manutenção da qualidade dos produtos colhidos, pois faz aumentar a evaporação, que resulta no estresse hídrico do qual a injúria é derivada. Além disso, temperaturas altas aceleram o desenvolvimento floral e a senescência. Temperaturas baixas reduzem a taxa respiratória e a utilização dos carboidratos nos tecidos de plantas e retardam a perda de água e o desenvolvimento de microorganismos prolongando a longevidade das flores.

A Figura 5 ilustra a longevidade das inflorescências de esporinha em função da respiração, mostrando que o aumento na taxa respiratória reduz a vida em vaso dessas flores, apresentando uma correlação linear negativa entre respiração e vida pós-colheita.

A medição da respiração a uma dada temperatura poderá ser mais um índice para prever a longevidade das flores. CEVALLOS & REID, 2000, testou o uso da taxa respiratória de *Narcissus* sp, sob diferentes temperaturas como ferramenta para prever a vida em vaso após cinco dias de armazenamento naquelas temperaturas.

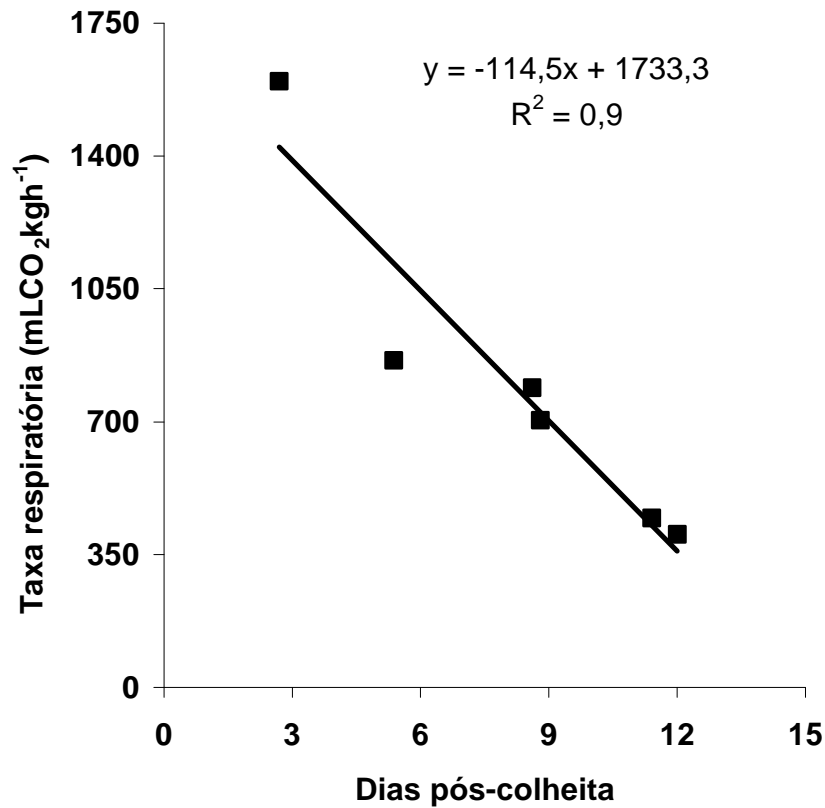


Figura 5. Longevidade de inflorescências de esporinha em função da taxa respiratória.

A respiração em frutos, hortaliças e ornamentais envolve muitas reações enzimáticas (WILLS et al., 1998). De maneira geral, a velocidade das reações metabólicas é diretamente proporcional à temperatura, dentro da faixa em que a fisiologia do produto opera normalmente. Essa relação pode ser descrita pelo coeficiente de temperatura (Q_{10}), onde a razão das reações químicas é aproximadamente o dobro para cada aumento de 10 °C de temperatura (KAYS, 1991). Com esse fator pode-se prever a velocidade de um determinado processo metabólico e o tempo de armazenamento de um produto perecível (KADER, 1992).

Para muitos processos biológicos, o Q_{10} não permanece constante acima do limite fisiológico, geralmente o fator é alto entre 1 e 10 °C, mas em temperaturas acima de 10 °C caem para 2 e 3. O Q_{10} para respiração nas inflorescências de esporinha apresentou dois valores máximos das

temperaturas entre 10 e 15°C e entre 25 e 30 °C (Tabela 1). A elevação da temperatura acima de 30 °C resultou em queda da evolução de CO₂, provavelmente por causa da desnaturação de enzimas respiratórias. Em flores de *Narcissus sp*, sob temperatura de 10 °C, o fator Q₁₀ foi igual 3,5 entre 0 e 10 °C, indicando que elas respiram três vezes mais rapidamente a 10 °C do que a 0 °C, (CEVALLOS e REID, 2000).

Tabela 1. Variação da temperatura e fator Q₁₀ em flores de *Consolida ajacis*

Faixa de Temperatura (°C)	Q ₁₀
5 -10	1,23
10 -15	3,12
15 -20	1,49
20 -25	1,19
25 -30	3,42

A Tabela 2 mostra a produção de calor pelas inflorescências de esporinha. Esse é um dos fatores responsáveis pela redução na longevidade a temperaturas acima de 30 °C. Assim, a necessidade de refrigeração para retirada desse calor nos produtos perecíveis torna-se importante para aumentar a sua durabilidade. Os valores encontrados sob temperatura de 30 °C foram semelhantes em cravos (*Dianthus caryophyllus*) e em flores de *Matricaria recutita* (MAXIE *et al.*, 1973; BOTTCHEER *et al.*, 2001).

Tabela 2. Taxa respiratória e produção de calor em esporinha sob diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	Taxa Respiratória (mL kg ⁻¹ h ⁻¹)	Produção de calor (kJ ton ⁻¹ h ⁻¹)*
5	443	4822
10	488	5312
15	875	9525
20	830	9035
25	1103	12007
30	1854	20183
35	1038	11300
40	1073	11680

* 1mg de CO₂ libera 0,10886 kJ kg⁻¹ h⁻¹

A taxa de produção de etileno pelas inflorescências de esporinha foi baixa durante as 96 horas iniciais analisadas nas temperaturas de 5, 10, 15, 20 e 25 °C (Figura 6). Sob temperaturas baixas, as flores produziram menos etileno, e a sensibilidade ao etileno é reduzida. Acima de 30 °C, a produção de etileno foi maior desde o primeiro dia, da mesma forma como ocorreu com as taxas respiratórias (Figura 3 e 6).

Sabe-se que o etileno causa aumento na respiração de frutos, mas o mecanismo de ação ou qual aspecto da respiração é afetado ainda não está bem claro. É possível que a ação do etileno esteja voltada para a regulação da síntese de enzimas durante a respiração, mais do que com relação ao controle direto do ciclo de Krebs, de glicólise, de formação de ATP ou do transporte

de elétrons (ABELES et al., 1992). Sob temperatura de 35 °C a produção de etileno foi aumentando gradualmente e à temperatura de 40 °C, a produção foi alta no 1º dia e chegou a dobrar no 2º dia.

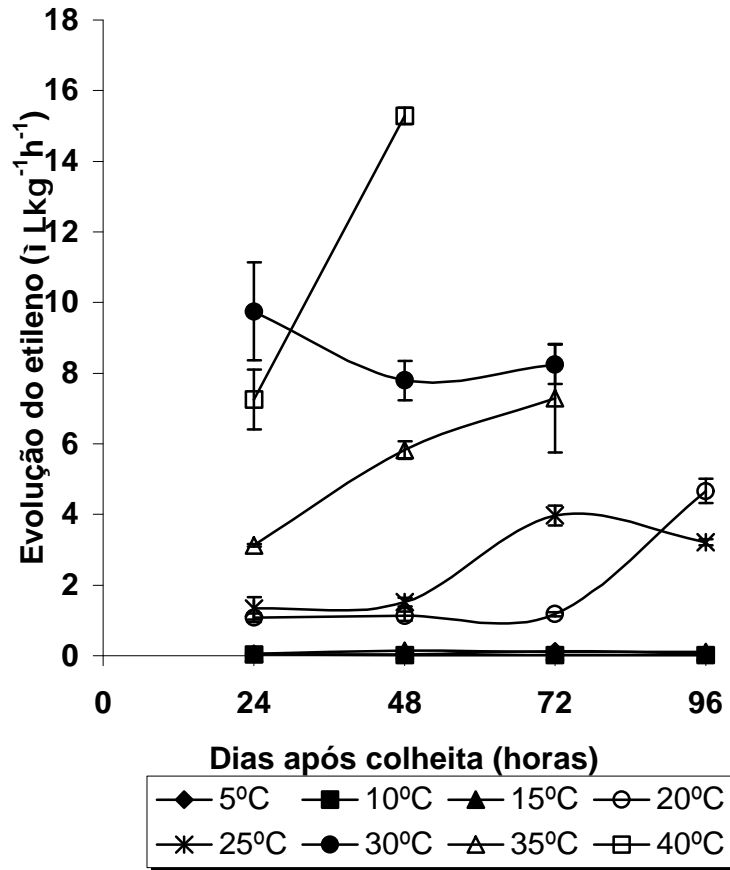


Figura 6. Produção de etileno pelas inflorescências de esporinha em função da temperatura. Barras verticais representam o erro padrão da média.

As elevadas produções de etileno a 30, 35 e 40 °C coincidiram com a queda acentuada das flores (Figura 2 e 6); às temperaturas de 5 e 10 °C, a produção foi pequena e a abscisão foi baixa, indicando que o etileno está envolvido na senescência floral de *Consolida ajacis*.

Em *Limonium*, as flores produziram relativamente altos níveis de etileno no dia da colheita, permanecendo alto por um dia, reduzindo gradualmente durante sua longevidade. Nesse caso, aproximadamente 50% dos

floretes murcharam um dia após a colheita, apresentando um pico de etileno antes do murchamento (SHIMAMURA et al., 1997), também observado em ervilha doce (MOR et al., 1984) e *Gypsophila paniculata* (VAN DOORN & REID, 1992). O pico de etileno é característico de tecidos e órgãos climatéricos, como foi bem caracterizado em flores de *Dianthus caryophyllus*, que produz pequenas quantidades de etileno logo após colheita, com o pico observado poucos dias depois, antes do começo de murchamento das pétalas. O aumento climatérico na produção de etileno é causado por uma reação autocatalítica, na qual também está envolvido aumento na sensibilidade ao etileno (JIANG et al., 1994). Em *Eustoma*, ICHIMURA et al. (1998), mostraram que a produção de etileno foi baixa durante os seis primeiros dias, aumentando gradualmente até o pico, no 12º dia.

3.2 Efeito do 1-MCP na abscisão e longevidade das inflorescências

O 1-MCP é o mais eficaz do grupo ativo de compostos ciclopropenos na inibição de ação do etileno, com base no critério de concentração ativa e estabilidade daqueles compostos. Não possui cheiro e não há registros de propriedades tóxicas.

A Figura 7 nos mostra a longevidade das inflorescências quando tratadas com as seguintes concentrações de Ethylbloc: 0; 0,125; 0,25 ; 0,5 ; 1,0 e 1,5 g m⁻³ que correspondem às concentrações de 1-MCP iguais a 0; 175; 350 ; 700; 1400 e 2100 ng L⁻¹, respectivamente.

Todas as concentrações utilizadas neste experimento causaram prolongamento de vida em vaso das inflorescências de esporinha (Figura 7), obtendo-se uma melhoria de até 75%.

O aumento na concentração até 0,5 g m⁻³, prolonga a longevidade das inflorescências, acima dessa concentração ocorre uma saturação e praticamente não há diferença na vida em vaso. Portanto, repetidas aplicações de 1-MCP poderão ser mais eficazes em prolongar os efeitos benéficos, do que aumentar a concentração.

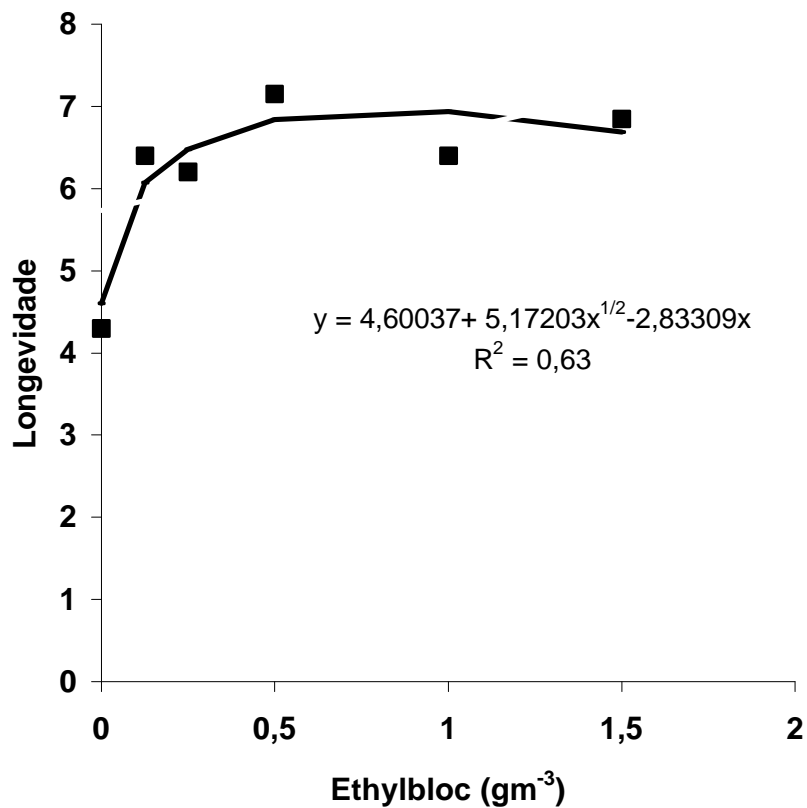


Figura 7- Longevidade de inflorescências de esporinha tratadas com 1-MCP (Ethylbloc).

A quantidade de 1-MCP requerida para conferir proteção, aos efeitos indesejáveis do etileno, varia em função da espécie, da concentração, tempo e temperatura utilizadas na aplicação (BLANKENSHIP & DOLE, 2003). O 1-MCP pode ser eficaz a concentrações extremamente baixas, por exemplo, a proteção é completa em cravos e bananas expostas a 0.5 nL L⁻¹ de 1-MCP, por 24 horas (SISLER & SEREK, 2001; MACNISH et al., 2000). O período de proteção em cravos está entre 12-15 dias, e bananas são protegidas por 12 dias, a 22 °C, mas as bananas tornam-se sensíveis em 5 dias, sob 35 °C (SISLER & SEREK, 2001). De acordo com os resultados da (Figura 8), as flores de esporinha tratadas com 1-MCP, tornaram-se sensíveis ao etileno a partir do 4º dia, quando se observou o início da abscisão. As inflorescências não

tratadas com 1-MCP, apresentaram abscisão de flores no 2º dia e no 4º dia apresentavam aproximadamente 50% de queda das flores.

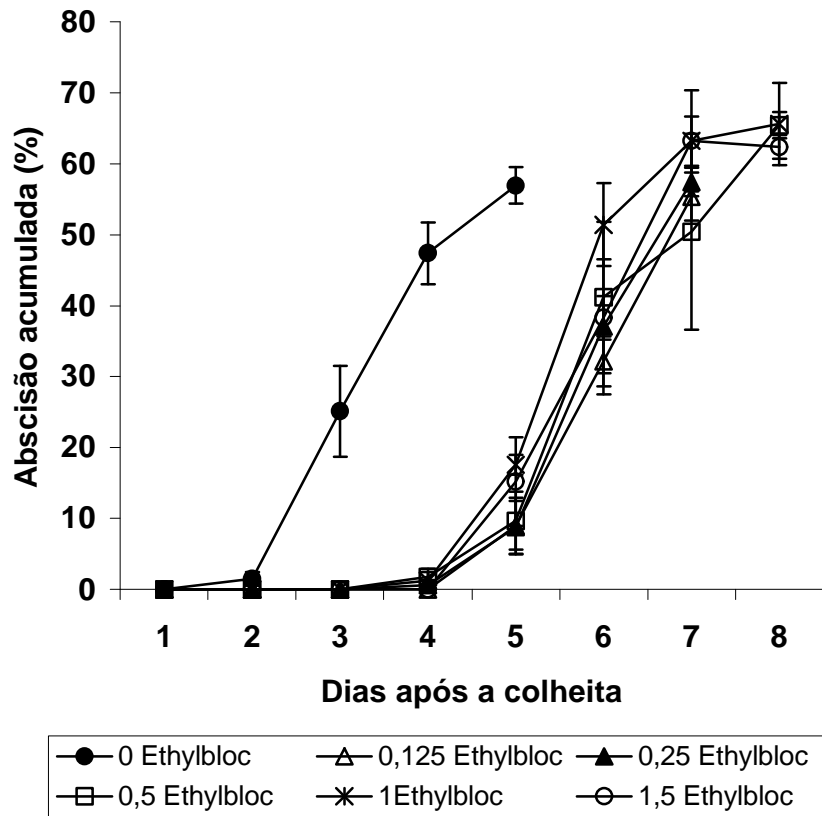


Figura 8 - Efeito do Ethylbloc (gm^{-3}) na abscisão das inflorescências de esporinha. Barras verticais representam o erro padrão da média.

No 6º dia as flores tratadas com 1-MCP apresentaram elevada abscisão, sugerindo que nesse período as flores tornaram-se mais sensíveis ao gás ou como as inflorescências de esporinha são colhidas com diferentes estádios de desenvolvimento, pode estar ocorrendo síntese de novos receptores e o 1-MCP, por sua natureza gasosa e não ser persistente não é capaz de se ligar aos novos receptores.

Espécies contendo apenas uma flor por haste, como cravos, são completamente protegidas, mas inflorescências como *Gypsophila*

paniculata e *Delphinium* podem ser parcialmente protegidas, presumivelmente devido a diferença na idade dos tecidos (BLANKENSHIP & DOLE, 2003). O período de proteção nas espécies não tem sido bem determinado. Algumas flores podem deteriorar por outras razões antes que elas se tornem novamente sensíveis a ação do etileno (SISLER & SEREK, 1997).

O 1-MCP não é tóxico ao ambiente e nem às plantas, mesmo em concentrações altas, como as que foram utilizadas nesse experimento, $1,5 \text{ gm}^{-3}$ de Ethylbloc (2100 ng L^{-1}), que não produziu qualquer efeito tóxico às hastes. A concentração requerida para proteger as plantas depende do tempo de exposição. Para maior tempo de exposição (24 horas ou mais) concentrações menores são requeridas (SISLER et al., 2001).

O aumento na concentração de 1-MCP não confere proteção adicional contra abscisão induzida pelo etileno em flores de esporinha como visto na Figura 8. Isso foi também verificado em *Phlox paniculata*, em que a concentração de 25 nL L^{-1} foi suficiente para reduzir em 20% a abscisão (PORAT et al., 1995). Em boca de leão, penstemon e begônias, o pré-tratamento com 20 nL L^{-1} inibiu abscisão floral (SEREK et al., 1995; SEREK et al., 1994). Enquanto em *Pelargonium peltatum*, em que foi utilizada concentração 100 vezes maior que as citadas o 1-MCP, preveniu a abscisão, não sendo observado qualquer sintoma de toxicidade (CAMERON & REID, 2001).

3.3 Efeito da sacarose, TSP e 1-MCP sobre a respiração, produção de etileno, abscisão e longevidade das inflorescências

Neste experimento buscou-se comparar o efeito da sacarose, TSP e 1-MCP na longevidade de inflorescências de esporinha. A Figura 9 mostra a longevidade das inflorescências tratadas com esses compostos.

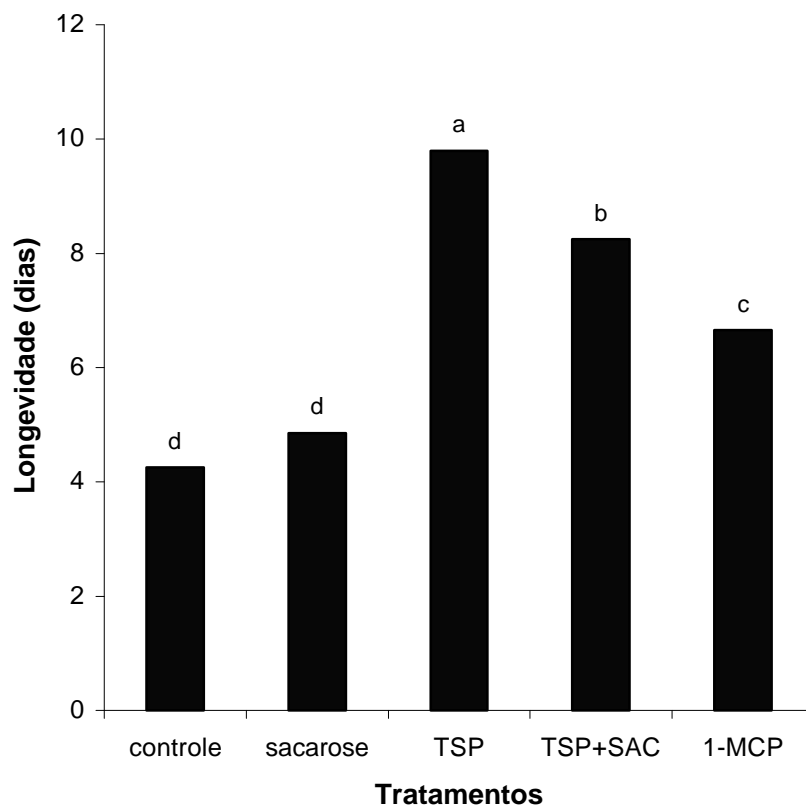


Figura 9- Longevidade de esporinha em resposta aos diferentes tratamentos. Controle: água destilada; Sacarose 5%: solução de pulsing por 6 horas; TSP: 1mM, por 30 minutos; TSP+SAC: 1mM de TSP, por 30 minutos seguido de pulsing com sacarose 5%, por 6 horas e 1-MCP (0,5 gm⁻³ de Ethylbloc por 6 horas). Médias seguidas da mesma letra não difere estatisticamente ($P \geq 5\%$).

A condição mais eficaz em prolongar-se a longevidade das inflorescências de esporinha foi o tratamento com 1mM de TSP cujas flores apresentaram em média 10 dias de vida em vaso, seguindo-se o tratamento com 1mM TSP em combinação com sacarose (5%), no qual as flores apresentaram aproximadamente 8 dias de longevidade.

O TSP foi mais eficaz que 1-MCP em prolongar a longevidade de esporinha, esse resultado também foi observado em waxflower (MACNISH et al., 2000) e *Gypsophila paniculata* (NEWMAN et al., 1998) o que sugere que a síntese de receptores na zona de abscisão dessas flores é rápida. É provável que o Ag⁺ tenha sido retido num “pool” ao redor da zona de abscisão,

permanecendo disponível para se ligar a novos receptores de etileno formados com a abertura dos botões, durante o período experimental, enquanto o 1-MCP, por não ser persistente, não se liga aos novos receptores. Esta pode ser uma explicação para o caso da esporinha, uma vez que a sua inflorescência é colhida com flores em diferentes estádios de desenvolvimento. Além disso, o TSP contém Ag^+ que possui propriedades inibidoras do desenvolvimento de microorganismos dentro dos tecidos das plantas, que limitam a absorção das soluções conservantes no vaso (GONZAGA et al., 2001) e o 1-MCP não possui essa propriedade bactericida.

O TSP é eficaz em aumentar a vida em vaso de muitas flores de corte, por exemplo, *Lupinus havardii* (SANKHLA et al., 2001), *Lathyrus* (ICHIMURA & HIRAYA, 1999), petúnia (KNEE, 1995; BOROCHOV et al., 1997), *Eustoma* sp (ICHIMURA et al., 1998) e também de reduzir a abscisão das flores, como em *Torenia* sp (GOTO et al., 1999).

As flores de esporinha tratadas somente com TSP ou em combinação com sacarose prolongam a vida de vaso. De acordo com os resultados da Figura 9, não foi verificado efeito aditivo da sacarose, quando combinou com a solução de TSP sobre a conservação em vaso de esporinha, resultado já verificado por FINGER et al. (2001) e CARNEIRO (2001). Enquanto em flores de ervilha doce o tratamento com TSP+Sacarose foi mais eficaz em promover abertura floral e prolongar a longevidade do que a utilização de STS sozinho (ICHIMURA et al., 1999).

Para muitas flores e plantas ornamentais cortadas, a adição de carboidratos na forma de “pulsing” ou em solução de vaso não traz os benefícios esperados ou pode ainda reduzir a longevidade das flores de corte em vaso. A sacarose (5%) aplicada em solução de pulsing por 6 horas não foi eficiente em prolongar a vida pós-colheita das flores de esporinha, sendo semelhante ao controle. Em hastes de rosas contendo folhas, a sacarose, a 1% ou 2%, incorporada na solução de vaso, houve o crestamento e formação de regiões necróticas nas folhas, após 24 horas de exposição (MARKHART & HARPER, 1995). No entanto, a sacarose foi eficiente em aumentar a

vida em vaso das flores de corte como *Lathyrus sp* (ICHIMURA & HIRAYA, 1999), *Gypsophyla paniculata* (DOWS et al., 1988; DOORN & REID, 1992), *Eustoma grandiflorum* (ICHIMURA & KORENAGA, 1998), e *Lilium sp* (SANTANA et al. 1999). De acordo com FINGER et al. (2001) o tratamento das hastes florais de esporinha, com açúcar aumentou três vezes a vida pós-colheita em relação ao controle que obteve 0,75 dia. Essa diferença de longevidade pode ser devido às altas temperaturas nas quais esse experimento foi realizado, sugerindo que as flores tratadas com sacarose ou outros compostos podem suportar temperatura mais elevada do que flores não tratadas. Talvez a sacarose fornecida continuamente em solução de vaso promovesse melhores resultados para esporinha do que quando aplicada em solução de “pulsing”.

DOI & REID (1995) relataram que *Limonium sp* absorveu maior quantidade de sacarose durante o período pós-colheita e prolongou sua longevidade, quando o açúcar foi aplicado em baixas concentrações na solução de vaso, em vez de ser fornecida à concentração de 10% em solução de pulsing. Esses resultados foram também observados em *Antirrhinum majus* (ICHIMURA & HISAMATSU, 1999), *Grevillea* híbrido ‘Sylvia’ (LIGAWA et al., 1997). Segundo MOR et al. (1984), essa resposta se deve à inadequada absorção da solução de pulsing com sacarose.

O tratamento de espécies sensíveis ao etileno, com substâncias que inibem a síntese ou ação deste hormônio, atrasa a abscisão e senescência das flores, como ocorreu com esporinha, que teve o início da abscisão retardada (Figura 10).

Observa-se que a abscisão das flores tratadas com sacarose (5%) praticamente não diferiu das do controle, no qual a queda de flores foi observada a partir do 2º dia, ocorrendo no 5º dia as maiores encontradas. Os tratamentos com 1-MCP, TSP, TSP+Sacarose são eficientes em retardar o início da abscisão; o mais eficaz foi o TSP seguindo-se do TSP em combinação com sacarose. Nas flores tratadas com 1-MCP apresentaram início da queda de flores no 4º dia, mostrando um resultado satisfatório, porém, não tão

eficiente quanto ao obtido no tratamento com TSP.

O início da abscisão das flores de esporinha tratadas em solução de pulsing com 1mM de TSP mais sacarose a 5% ocorreu no 5º dia. A partir do 6º dia, teve início a queda de flores no tratamento com TSP. Sintomas de senescência floral, como descoloração ou necrose das pétalas, não foram observados neste experimento.

Os tratamentos contendo inibidores da ação do etileno foram eficientes em reduzir a abscisão (Figura 10).

Mostrando que o TSP fornece grande proteção contra abscisão e a maioria das flores morre e seca nas hastes, como foi observado em boca de leão e gerânio (ANDERSON et al., 1993).

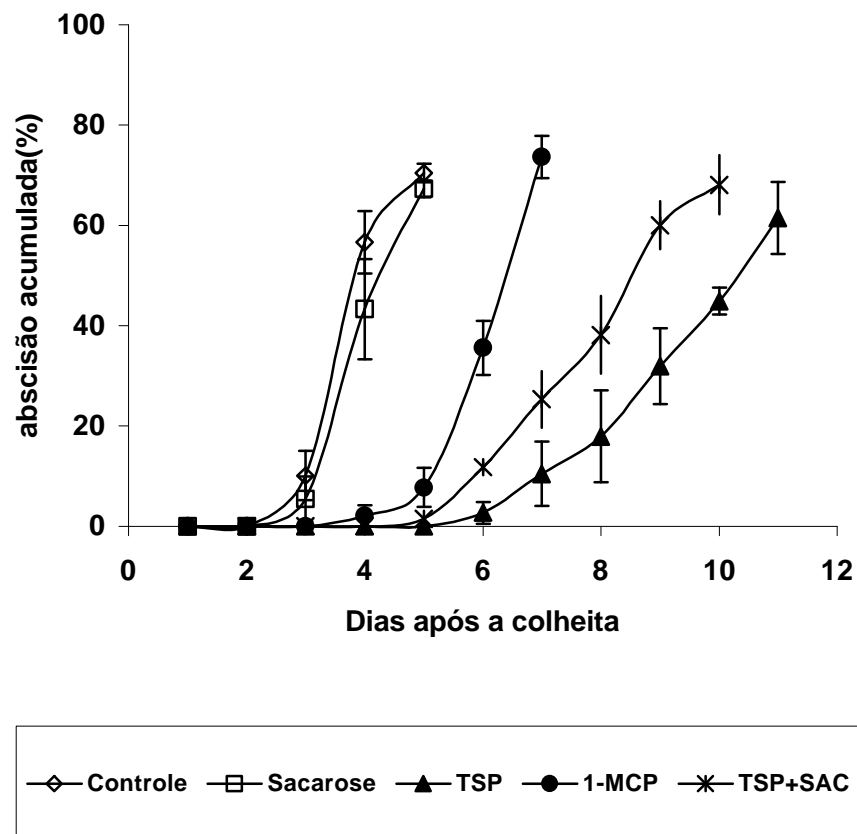


Figura 10 - Efeito dos tratamentos na abscisão das inflorescências de esporinha

A semelhança do que ocorreu com *Consolida ajacis*, o tratamento com

inibidores da ação do etileno protegeu *Epipremnum pinnatum* contra o amarelecimento e a abscisão das folhas (MULLER et al., 1997), sugerindo que o etileno estaria envolvido na degradação de clorofila e a abscisão naquela espécie. O TSP e o 1-MCP foram eficazes em manter a qualidade final de *Dentranthema grandiflorum* e *Pelargonium zonale* e *Hibiscus rosa sinensis*, antes e após o armazenamento (SEREK et al., 1998).

Um dos fatores que pode causar a abscisão das pétalas e flores é o aumento das taxas de produção de etileno (VAN DOORN & STEAD, 1997), que estimularia a formação de enzimas hidrolíticas e o crescimento das células na zona de abscisão, como foi observado em flores de *Limonium* (DOI & REID, 1995).

Durante os cinco primeiros dias, a produção de etileno foi semelhante em todas as flores tratadas e nas flores controle (Figura 11). Observa-se na Figura 10, que os níveis de etileno nesse período foram capazes de promover a abscisão e murchamento das flores tratadas com sacarose (5%), 1-MCP (0,5 gm⁻³ de Ethylbloc) e nas flores controle, mas não promoveram a queda de flores nos tratamentos com TSP e TSP+Sacarose, que só ocorreu no 7º dia coincidindo com o aumento na produção de etileno.

Em *Lathirus odoratus*, o tratamento com sacarose em solução de vaso retardou e reduziu a produção de etileno; contudo, o mecanismo pelo qual a sacarose inibiu a produção de etileno ainda não está claro (ICHIMURA et al., 1998). Posterior trabalho com a mesma flor, utilizando-se sacarose, TSP e TSP + Sacarose, mostrou que a sacarose inibiu a produção de etileno mais do que o TSP, mas este foi mais eficaz em prolongar a longevidade do que a sacarose, porque possivelmente controla a indução autocatalítica da produção de etileno.

As flores de esporinha tratadas com TSP apresentaram menor produção de etileno, mostrando que TSP além de inibir a ação do etileno foi capaz de inibir a reação autocatalítica (Figura 11). Esse resultado sugere que o mecanismo de ação do TSP e sacarose, com relação ao metabolismo do etileno é diferente (ICHIMURA e HIRAYA, 1999).

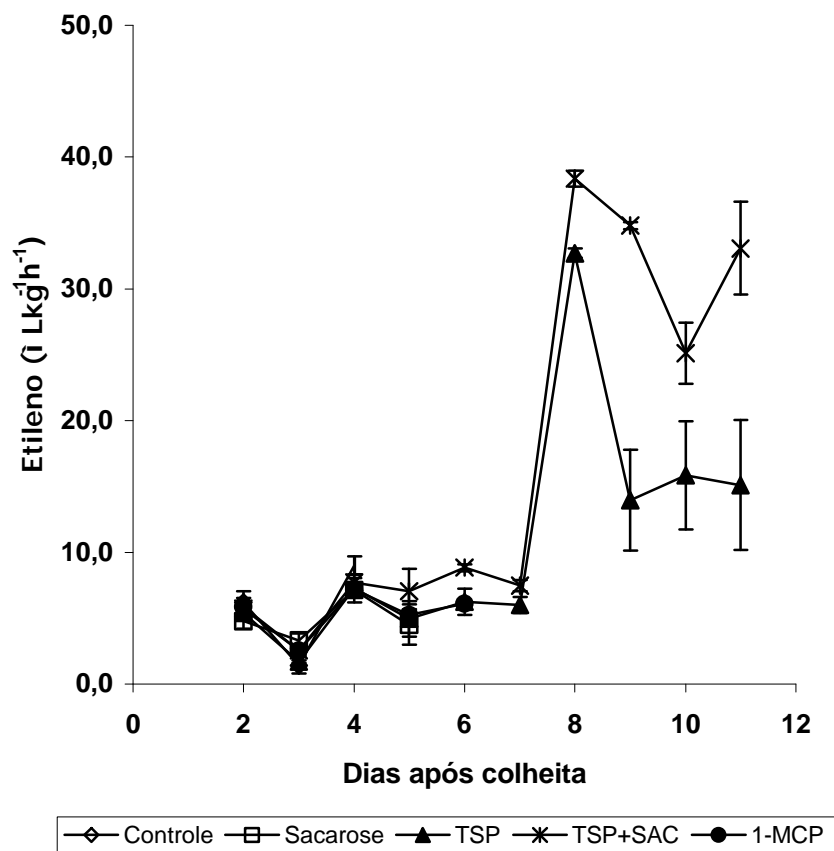


Figura 11. Produção de etileno pelas inflorescências de esporinha durante a longevidade nos diferentes tratamentos. Controle (C): Sacarose (SAC): TSP (TSP) TSP+Sacarose (TSP+SAC) 1-MCP (1-MCP)

O TSP, potente inibidor da ação do etileno, foi eficiente em prolongar a vida em vaso das inflorescências e atrasar a abscisão. Isso se deve principalmente ao seu efeito inibitório e por atrasar o pico climatérico. O 1-MCP, que atua da mesma maneira que o TSP, não foi tão eficiente e o pico não foi observado porque as flores caíram antes do seu aparecimento. As flores de *Ranunculus asiaticus* produziram um modelo climatérico alcançando pico no 6º dia, porém, a utilização de inibidores da síntese ou ação do etileno, não foi eficaz em promover a manutenção da qualidade de *Ranunculus asiaticus* (KENZA et al., 2000).

O etileno tem importante atuação na senescência de plantas, via efeitos diretos e indiretos, na regulação do metabolismo. Há numerosos efeitos

fisiológicos e bioquímicos do etileno em plantas colhidas, incluindo-se aumento da atividade respiratória (KAYS, 1991), aumento na atividade de enzimas hidrolíticas, aumento da permeabilidade de membranas e perda de compartimentalização celular (MAYAK et al., 1977; MARANGONI et al., 1996).

A senescência das flores climatéricas é caracterizada por picos na respiração e produção de etileno que coincidem com o início da senescência natural das flores (EASON et al., 1997).

As flores de esporinha apresentaram altas taxas respiratórias nos primeiros dias e que reduzindo durante sua longevidade, com exceção das flores tratadas com TSP, que apresentaram taxa de CO_2 911 $\text{mL kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ e pico respiratório no 10º dia e nas flores tratadas com STS+Sacarose, o pico ocorreu no 9º dia e a taxa foi maior 1206 $\text{mL kg}^{-1}\text{h}^{-1}$, coincidindo com o pico de etileno apresentado nesses tratamentos (Figura 11 e 12).

As flores tratadas com sacarose apresentaram queda acentuada na produção de CO_2 no 5º dia, sugerindo que não foi utilizada como substrato adicional para o processo respiratório em flores de esporinha. As flores tratadas com 1-MCP apresentaram menor produção de CO_2 , mas não foi verificado um pico respiratório até o 6º dia, quando as flores foram descartadas (Figura 12).

Pode-se sugerir que as inflorescências de esporinha apresentaram sintomas de senescência climatérica e que o aumento na produção de etileno e CO_2 , foi causado por uma reação autocatalítica, que estaria envolvida no aumento da sensibilidade ao etileno.

Em cravos (*Dianthus caryophyllus*), ocorreu aumento na respiração em flores pulsadas por 2 horas com 1 mM e 2 mM de TSP, porém, nenhuma mudança morfológica sintomática da senescência floral foi registrada com esse resultado (ALTMAN & SOLOMOS, 1995).

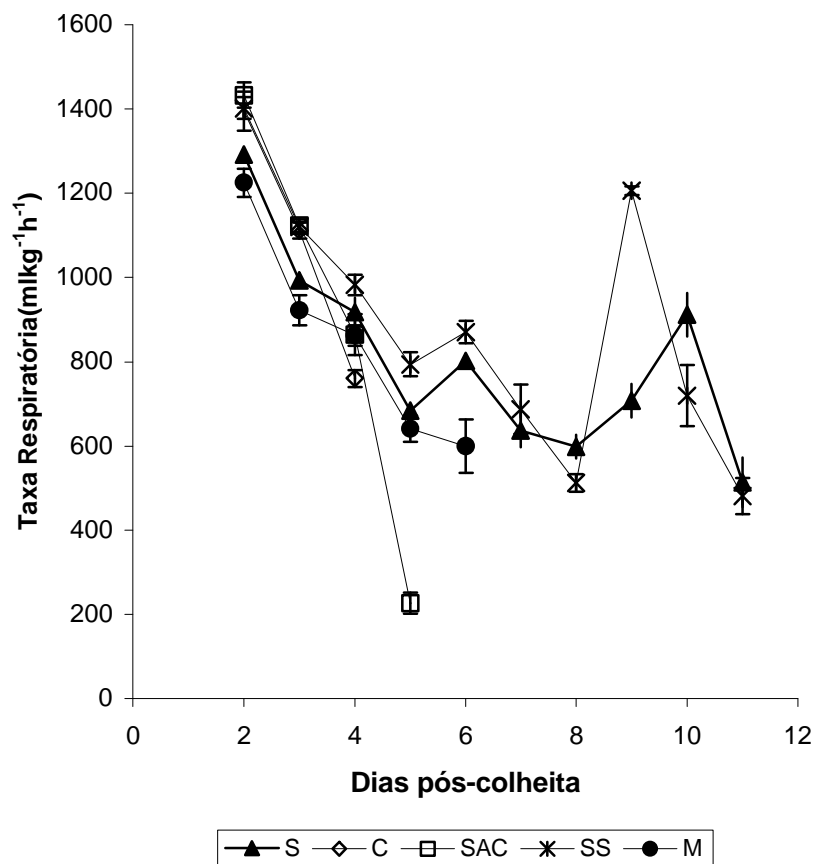


Figura 12 Produção de CO₂ pelas inflorescências de esporinha durante a longevidade nos diferentes tratamentos. Controle (C); sacarose (SAC); TSP (T); TSP+Sacarose (TS); 1-MCP (M)

3.4 Efeito do Ethrel na senescência e longevidade das inflorescências

O etileno é considerado o principal regulador hormonal da senescência de órgãos da planta (ABELES et al., 1992), mas a seqüência de eventos que liga a interação com o tecido e o sintoma final da senescência ainda não está bem clara. Em muitas espécies de flores, a senescência é regulada pelo etileno e as flores classificadas como sensíveis a este hormônio, incluindo-se cravos, orquídeas, petúnia (REID & WU, 1992; BOROCHOV et al., 1997). O envolvimento do etileno na senescência de *Consolida ajacis* foi avaliado nesse experimento e confirmado com os resultados obtidos. Outras flores

pertencentes à mesma família da esporinha, Ranunculaceae, são consideradas como muito sensíveis. Entretanto, em flores de *Ranunculus*, o envolvimento do etileno ainda não está completamente confirmado, devido aos resultados de KENZA et al. (2000), em que as flores daquela espécie não se mostraram sensíveis ao etileno e, quando tratadas com inibidores do hormônio, não tiveram sua longevidade prolongada. Essas flores, porém, apresentaram um modelo climatérico de produção de etileno.

Sob todas as concentrações de Ethrel testadas reduziu a longevidade das inflorescências de esporinha (Figura 13).

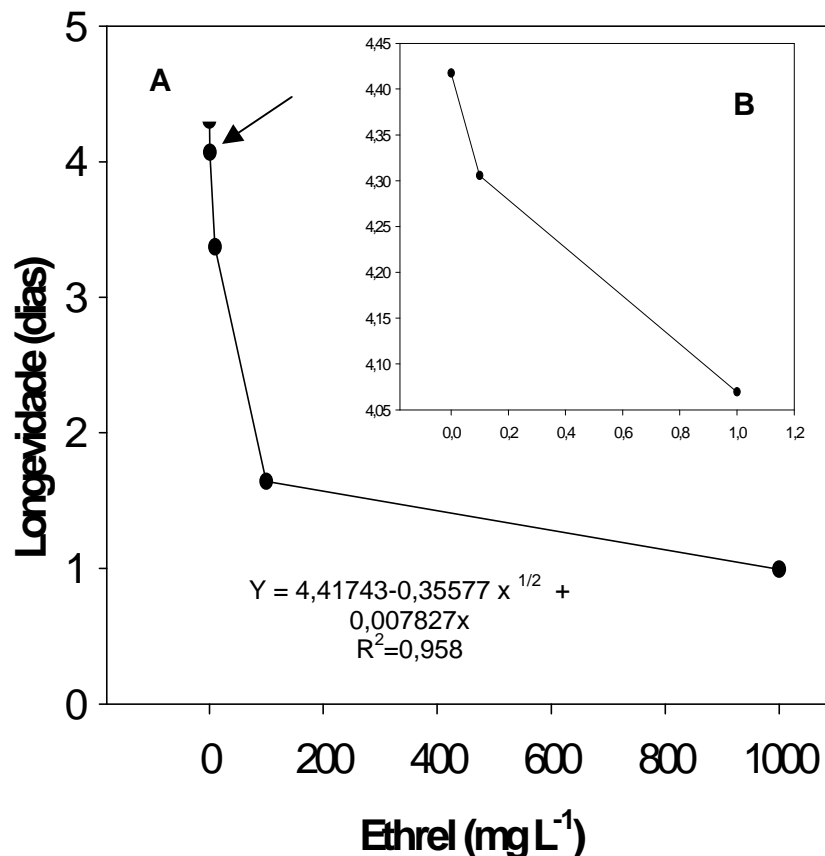


Figura 13- Longevidade de esporinha após pulverização com Ethrel. O inserto (no detalhe) mostra o efeito de concentrações menores

As inflorescências não tratadas apresentaram vida média de

4,5 dias e, as flores pulverizadas com as menores concentrações de Ethrel (0,1 e 1 mgL⁻¹) de 4 dias. Com o aumento da concentração a vida em vaso foi reduzida, atingindo a longevidade de apenas 1 dia, sob 1000 mgL⁻¹.

O etileno acelerou a senescência e abscisão das flores de esporinha afetando a aparência das flores que apresentaram manchas e descoloração nas pétalas, sintomas observados também em *Cymbidium* sp por HEYES & JOHNSTON (1998).

A resposta floral ao etileno depende de vários fatores, incluindo-se concentração, duração da exposição e estado floral (HAN & BOYLE, 1996). Neste trabalho estudou-se apenas o fator concentração e os resultados demonstraram que a resposta ao etileno variou, como observado na Figura 14.

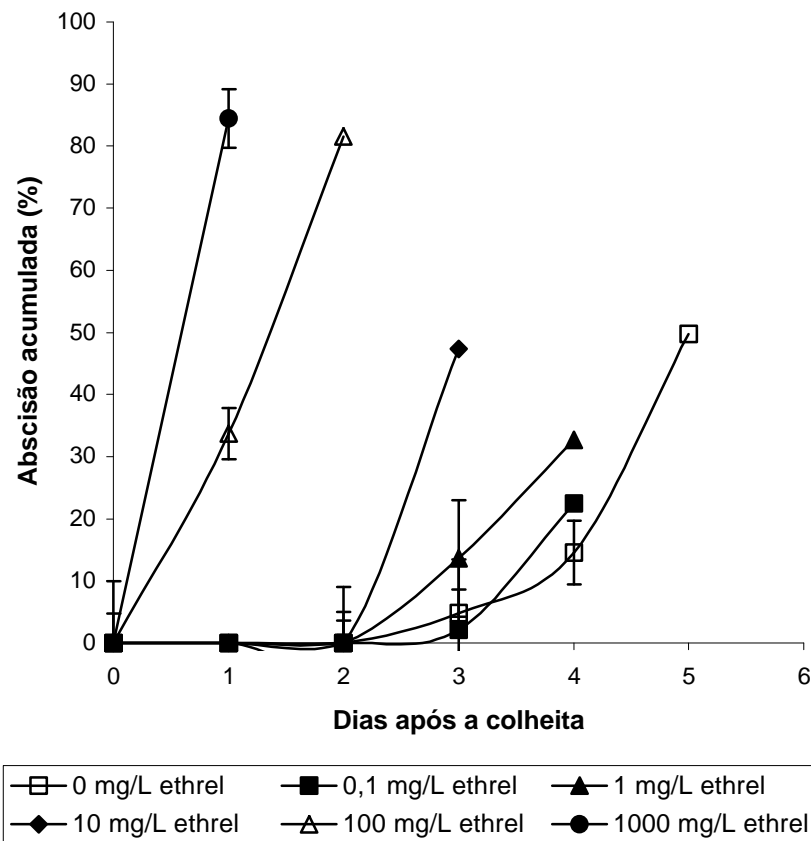


Figura 14- Efeito da pulverização de Ethrel na abscisão das inflorescências de esporinha. Barras verticais indicam erro padrão das médias.

Após as aplicações de Ethrel, às concentrações de 100 e 1000 mg L⁻¹

¹, ocorreu intensa abscisão. Em 36 horas, aproximadamente 100% das flores já haviam caído. Porém isso não foi observado sob concentrações menores (0,1 e 1 mg L⁻¹), que promoveram abscisão a partir do 3º dia, e, sob concentração de 10 mg L⁻¹, a abscisão foi de quase 50%. No 3º dia, foi observado apenas 4,8% de abscisão nas inflorescências não tratadas (Figura 14).

3.5 Efeito do 1-MCP empregado antes e após aplicação de Ethrel sobre a senescência e longevidade das inflorescências

Neste experimento avaliou-se a eficácia do 1-MCP, que se liga ao receptor do etileno, bloqueando sua ação (SISLER & SEREK, 1997), em prevenir os efeitos do etileno, como por exemplo, abscisão e senescência.

De acordo com os resultados da figura 15, as flores controle alcançaram 4,5 dias de vida em vaso e as inflorescências pulverizadas com Ethrel tiveram sua longevidade reduzida para 1,4 dia. As flores tratadas com 1-MCP tiveram aumento, aproximadamente cinco vezes, na sua vida em vaso, quando comparadas com as flores que receberam tratamento com Ethrel, e em 1,5 vezes quando comparada com as flores não tratadas (controle). As flores tratadas com 1-MCP, antes da aplicação do etileno, tiveram a mesma longevidade (6 dias) daquelas tratadas apenas com 1-MCP, mostrando que o 1-MCP foi capaz de se ligar aos receptores do etileno impedindo sua ação. O 1-MCP também foi eficaz em reverter, em parte, a ação do Ethrel, aplicado antes do tratamento com 1-MCP, prolongando a longevidade das flores para 5,2 dias (Figura 15). Porém, a redução na longevidade, pode ser explicada pela ligação do etileno aos receptores antes do 1-MCP ser aplicado (CAMERON & REID, 2001).

MACNISH et al. (2000) também observaram um grande aumento na vida em vaso de algumas espécies de flores nativas da Austrália, quando as mesmas foram tratadas com 1-MCP e posteriormente expostas ao etileno. Porém, sem etileno, não foi observado aumento na longevidade. Este resultado foi semelhante ao observado em begônia por SEREK et al., (1994) e

Pelargonium peltatum por CAMERON & REID, 2001. Em *Cymbidium*, o 1-MCP conferiu proteção e aumento na longevidade independentemente da aplicação de etileno após o tratamento com 1-MCP (HEYES & JOHNSTON, 1998). Em esporinha, o 1-MCP teve efeitos positivos tanto com aplicação antes ou após exposição ao Ethrel; Dessa forma, é possível que as flores de esporinha e orquídea *Cymbidium*, tenham desenvolvido, mais vagarosamente, novos sítios de ligação do que *Pelargonium peltatum* e begônia (CAMERON & REID, 2001).

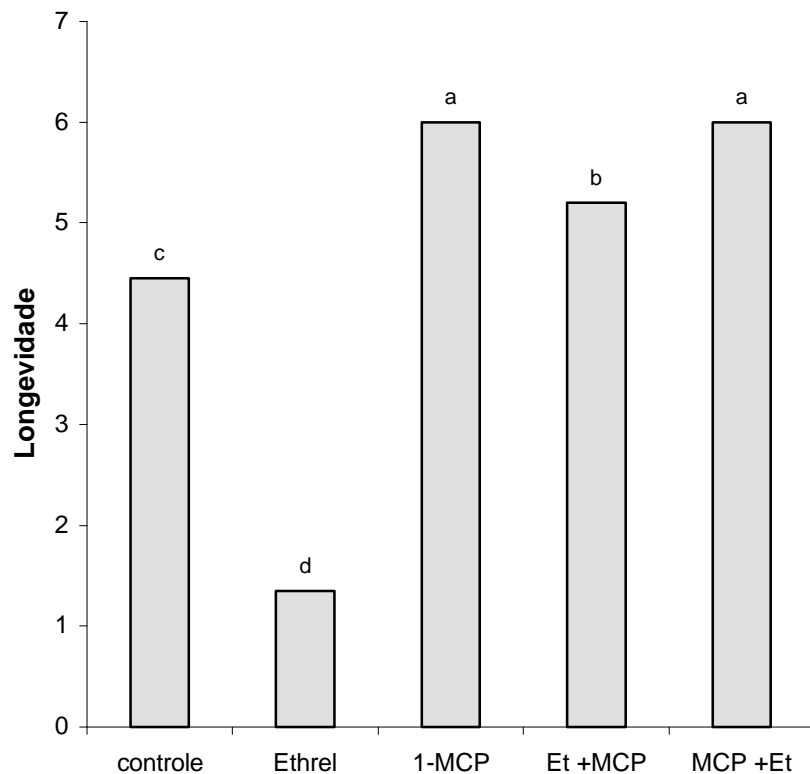


Figura 15- Longevidade de esporinha após tratamentos: controle (água destilada); Ethrel (100mgL^{-1}); 1-MCP ($0,5\text{ gm}^{-3}$ de Ethylbloc); Et +MCP: Ethrel + posterior aplicação de 1-MCP; MCP +Et; 1-MCP + posterior aplicação de Ethrel. Médias seguidas da mesma letra não difere estatisticamente ($P \leq 5\%$)

A pulverização com Ethrel induziu aproximadamente 80% de abscisão dentro de 36 horas (Figura 16), mas o pré-tratamento com 1-MCP e posterior aplicação do etileno inibiu completamente a abscisão por 4 dias. Isso ocorreu também quando a aplicação de etileno foi anterior ao tratamento com 1-

MCP. Após o 5º dia ocorreu aumento na abscisão, sugerindo que o efeito do 1-MCP não é persistente. Essa sensibilidade ao etileno, por volta do 6º dia em esporinha, pode ter sido devida à síntese de novos sítios de ligação ou então, o 1-MCP não se liga permanentemente aos receptores do etileno. CAMERON & REID (2001) relataram que em *Pelargonium peltatum* aplicações repetidas de 1-MCP podem renovar o efeito inibitório, podendo ser benéficas durante prolongado transporte ou armazenamento (HEYES & JOHNSTON, 1998).

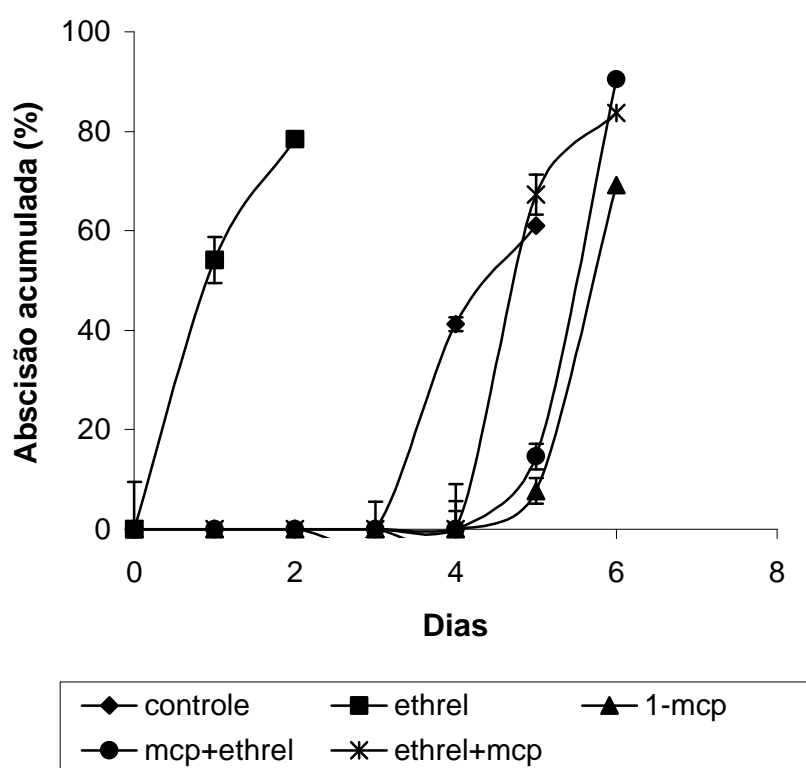


Figura 16- Efeito do tratamento com 1-MCP e Ethrel na abscisão das inflorescências de esporinha C: controle (água destilada); E: Ethrel (100mgL^{-1}); M: 1-MCP ($0,5\text{ gm}^{-3}$ de Ethylbloc); EM: Ehtrel + posterior aplicação de 1-MCP; ME: 1-MCP + posterior aplicação de Ethrel. Barras verticais indicam erro padrão das médias.

4. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como conclusões:

- O aumento da temperatura apresentou correlação inversa com a longevidade e acelerou proporcionalmente o início da queda de flores. O controle da temperatura mostrou-se fundamental para o êxito na manutenção da qualidade das flores, visto que sua elevação aumenta a taxa respiratória e abscisão e reduz a longevidade. A produção de calor observada sob temperaturas mais elevadas foi um dos fatores que contribuiu mais para redução na longevidade de flores e confirmando a necessidade de refrigeração para esses produtos perecíveis.

- O tratamento das inflorescências com TSP (tiosulfato de prata) combinado ou não com sacarose foi mais eficaz do que os outros tratamentos em prolongar a longevidade e reduzir a abscisão das flores. Os picos climatéricos de produção de etileno e CO₂ foram observados apenas nas flores que apresentaram maior longevidade. Um 'pulsing' com sacarose 5% não foi eficiente em prolongar a longevidade e nem reduzir a abscisão das flores.

- O 1-MCP (0,5 gm⁻³ de Ethylbloc) não foi tão eficaz, quanto o TSP em reduzir a abscisão e prolongar a longevidade. O 1-MCP, contudo, mostrou resultados positivos se comparado ao controle e ao tratamento com sacarose (5%). O tratamento de flores com 1-MCP foi eficaz em reverter a ação do etileno, quando antes ou depois do tratamento das flores com 1-MCP.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELES, F.B.; MORGAN, P.W. & SALTVEIT Jr, M.E. The mechanisms of ethylene action. In: **Ethylene in Plant Biology**. Academic Press, New York, 2nd edition. p. 222-252, 1992.
- ALTMAN, S.A. & SOLOMOS, T. Differential respiratory and morphological responses of carnations pulsed or continuously treated with silver thiosulfate. **Postharvest Biology and Technology**, v.5, p. 331-343, 1995.
- ALTVORST, A.C. van & BOVY, A.G. The role of ethylene in the senescence of carnation flowers, A review. **Plant Growth Regulation**, v.16, p.43-53, 1995.
- ANDERSON, R.D.; SANDERSON, K.C.; SMITH, D. & WILLIAMS, J.C. Reduction of induced abscission of geranium (*Pelargonium hortorum*) petals and snapdragon (*Anthirrhinum majus*) florets using three anti-ethylene compounds. **Plant Growth Regulation Society of American Quarterly**, v. 21, p.144-150, 1993.
- ARTECA, R.N.; **Plant Growth Substances: principles and applications**. Chapman & Hall Press, New York, 332p., 1995.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. Editora Nobel, São Paulo, 114p., 1993.
- BAKKEN, A.K. & MOE, R. Height and quality control in Christmas begonia by growth-retarding temperature regimes. **Acta Agricultura Scandinavica**, v. 45, p.283-292, 1995.
- BAÑERAS, J.C. Tecnologia em floricultura tropical. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.3, p. 5-8, 1997.
- BELTRAN, A. & PEREIRA, W. S. Status atual de SmartFresh™ (1-MCP) em nível mundial. In: **Encontro Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado**, 5., Friburgo – SC, 2002. Anais... Caçador – SC, Epagri,

p. 225-228, 2002.

BLANKENSHIP, S.M. & DOLE, J.M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**, v.28, p.1-25, 2003.

BOROCHOV, A.; SPIEGELSTEIN, H. & PHILOSOPH, H.S. Ethylene and flower petal senescence: Interrelationship with membrane lipid catabolism. **Physiology Plantarum**, v.100, p.606-612, 1997.

BOTTCHER, H.; GUNTER, I.; FRANKE, R. & WARNSTORFF, K. Physiological postharvest responses of *Matricaria* (*Matricaria recutita*.) flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v.22, p.39-51, 2001.

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**, v.22, p.169-177, 2001.

CAMPANHA, M.M., **Manejo pós-colheita de inflorescências de Ave do Paraíso (*Strelitzia reginae* Ait.)**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 60p. Tese de Mestrado.

CARNEIRO, T.F., **Manejo pós-colheita de inflorescências de esporinha (*Consolida ajacis* Nieuwl.)**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 65p. Tese de Mestrado.

CELIKEL, F.G.; DODGE, L.L.; REID & M.S. Efficacy of 1-MCP (1-methylcyclopropene) and promalin for extending the pos-harvest life of Oriental lilies (*Lilium* x 'MonaLisa' and 'Stargazer'). **Scientia Horticulturae**, v. 93, p. 149-155, 2002.

CELIKEL, F.G. & REID, M.S. Postharvest handling of stock (*Matthiola incana*). **HortScience**, v.37, p.144-147, 2002.

CEVALLOS, J.C. & REID, M.S. Effects of temperature on the respiration and vase life of *Narcissus* flowers. **Acta Horticulturae**, v.517, p.335-341, 2000.

DAVIS, T.D.; MACKAY, W.A. & SANKHLA, N. Postharvest characteristics of cut inflorescences of *Lupinus havardii*. **HortTechnology**, v. 5, p.247-249, 1995.

DOI, M. & REID, M.S. Sucrose improves the postharvest life of cut flower of a hybrid *Limonium*. **HortScience**, v. 30, p.1058-1060, 1995.

DOWS, C.G.; REIHANA, M. & DICK, H. Bud-opening treatments to improve *Gypsophila* quality after transport. **Scientia Horticulturae**, v. 34, p. 301-310, 1988.

- EASON, J.R.; VRÉ, L.A.; SOMERFIELD, S.D. & HEYES, J.A. Physiological changes associated with *Sandersonia aurantiaca* flower senescence in response to sugar. **Postharvest Biology and Technology**, v. 12, p. 43-50, 1997.
- 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**, v. 543, p. 63-67, 2001.
- GONZAGA, A.R.; FARIA, R.T. & MOREIRA, L.A. Qualidade pós-colheita de inflorescências de girassol mediante nitrato de prata e sacarose. **13º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais**, resumos, p.31, 2001.
- GOTO, R.; AINDA, R.; SHIBATA, M. & ICHIMURA, K. Role of ethylene on flower senescence of *Torenia*. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 68, p. 263-266, 1999.
- HAN, S.S., HALEVY, A.H., REID, M.S. Postharvest handling of brodiaea flowers. **HortScience**, v. 25, n.10, p. 1268-1270, 1990.
- 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**, v. 26, p.319-324, 1998.
- ICHIMURA, K. & HIRAYA, T. Effects of silver thiosulfate complex (STS) in combination with sucrose on the vase life of cut Sweet Pea flowers. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 68, p. 23-27, 1999.
- ICHIMURA, K. & HISAMATSU, T. Effects of continuous treatment with sucrose on the vase life, soluble carbohydrate concentrations, and ethylene production of cut Snapdragon flowers. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 68, p. 61-66, 1999.
- ICHIMURA, K.; KOHEI, K. & GOTO, R. Effects of temperature, 8-hydroxyquinoline sulphate and sucrose on the vase life of cut rose flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v.15, p. 33-40, 1999.
- ICHIMURA, K. & KORENAGA, M. Improvement of vase life and petal color expression in several cultivars of cut *Eustoma* flowers using sucrose with 8-hydroxyquinoline sulfate. **Ornamental Plants & Tea**, v. 13, p. 31-39, 1998.
- ICHIMURA, K.; SHIMAMURA, M. & HISAMATSU, T. Role of ethylene in senescence of cut *Eustoma* flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v. 14. p. 193-198, 1998.

- ICHIMURA, K. & SUTO, K. Effects of the time of sucrose treatment on vase life, soluble carbohydrate concentrations and ethylene production in cut sweet pea flowers. **Plant Growth Regulation**, v. 28, p. 117-122, 1999.
- ICHIMURA, K. & UEYAMA, S. Effects of temperature and application of aluminum sulfate on the postharvest life of cut rose flowers. **Bulletin of the National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea**, v.13, p. 51-59, 1998.
- JIANG, W.B.; MAYAK, S. & HALEVY, A.H. The mechanism involved in ethylene synthesis in carnations. **Plant Growth Regulation**, v.14, p. 133-138, 1994.
- JIAO, J.; TSUJITA, M.J. & GRODZINSKI, A.H. Influence of temperature on net CO₂ exchange in roses. **Canadian Journal Plant Science**, v.71, p.235-243, 1991.
- KADER, A.A. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. 2nd ed. In: University of California-Division of Agriculture and Natural Resources, California, p.201-207, 1992.
- KAMPF, A.N. A floricultura brasileira em números. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.3, n.1, p.1-7, 1997.
- KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 532p., 1991.
- KENZA, M.; UMIEL, N. & BOROCHOV, A. The involvement of ethylene in the senescence of *Ranunculus* cut flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v. 19. p.287-290, 2000.
- KNEE, M. 1-Methylcyclopropene, inhibition copper reverses silver inhibition of flower senescence in *petunia-hybrida*. **Postharvest Biology and Technology**, v.6, n.1-2, p.121-128, 1995.
- LABOURIAU, R. & HOYER, L. Temperature dependence of ethylene induced leaflet abscission in *Radermachera sinica*. **Acta Horticulturae**, v. 543, p.79-83, 2001.
- LIGAWA, J.K.; JOYCE, D.C. & HETHERINGTON, S.E. Exogenously supplied sucrose improves the postharvest quality of grevillea "Sylvia" inflorescences. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 37, p. 809-816, 1997.
- LORENZI, H. & SOUZA, H.M. **Plantas ornamentais no Brasil, arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 2nd ed. Instituto Plantarum

de Estudos da Flora Ltda. Nova Odessa, SP, 927p., 1999.

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 Agriculturae**, v. 40, p.471-481, 2000.

MARANGONI, A.G.; PALMA, T. & STANLEY, D. W. Membrane effects in postharvest physiology, **Postharvest Biology and Technology**, v.7, p. 193-217, 1996.

MARKHART, A.H. & HARPER, M.S. Deleterious effects of sucrose in preservative solutions on leaves of cut flowers. **HortScience**, v. 30. p. 1429-1432, 1995.

MAXIE, D.S.; FARNHAM, F.G.; MITCHELL, N.F.; SOMMER, R.A.; PARSONS, R.G. & RAE, H.L. Temperature and ethylene effects on cut flower of carnation (*Dianthus caryophyllus*). **Journal American Society Horticultural Science**, v. 98, p. 568-572, 1973.

MAYAK, S.; VAADIA, Y. & DILLEY, D.R. Regulation of senescence in carnation (*Dianthus caryophyllus*) by ethylene. **Plant Physiology**, v. 59, p. 591-593, 1977.

MOR, Y.; REID, M.S. & KOFRANEK, A.M. Pulse treatments with silver thiosulphate and sucrose improve the vase life of sweet peas. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 109, p. 866-868, 1984.

MULLER, R.; SEREK, M.; SISLER, E.C. E & ANDERSEN, A.S. Poststorage quality and rooting ability of *Epipremnum pinnatum* cutting after treatment with ethylene action inhibitors. **Journal of Horticultural Science**, v.72, p. 445-452, 1997.

NEWMAN, J.P.; DODGE, L.L. & REID, M.S. Evaluation of ethylene inhibitors for postharvest treatment of *Gypsophila paniculata* L. **HortTechnology**, v. 8, p. 58-63, 1998.

NOWAK, J. & RUDNICKI, R.M. **Postharvest handling and storage of cut flowers greens, and potted plants**. Timber Press. Portland, p.45-51, 1990.

OLLEY, C.M., JOYCE, D.C. & IRVING, D.E. Changes in sugar, protein, respiration, and ethylene in developing and harvested Geraldton waxflower (*Chamelaucium uncinatum*) flowers. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v.24, p.143-150., 1996.

PEREIRA, W. S. P & BELTRAN, A., **Avanços no uso do 1-MCP na pós-colheita**. In: Encontro Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado,

- 4., Friburgo – SC, 2001. Anais... Caçador – SC, EPAGRI, p. 106-109, 2001.
- PEREIRA, W. S. P. & BELTRAN, A. Mecanismo de ação e uso do 1-MCP – bloqueador da ação do etileno, visando prolongar a vida útil das frutas. In: ZAMBOLIM, L. **Manejo integrado: fruteiras tropicais – pragas e doenças**. Viçosa: UFV, cap. 2, p. 31-44, 2002.
- PORAT, R.; SHLOMO, E.; SEREK, M. SISLER, E.C & BOROCHOV, A. 1-Methylcyclopropene inhibits ethylene action in cut plox flowers. **Postharvest Biology and Technology**. v. 6, p. 313-319, 1995.
- REID, M.S. Advances in shipping and handling of ornamentals. **Acta Horticulturae**, v. 543, p. 277-279, 2001.
- REID, M.S. & WU, M.J. Ethylene and flower senescence. **Plant Growth Regulation**, v. 11, p.37-43, 1992.
- SANKHLA, N.; MACKAY, W.A. & DAVIS, T.D. Extension of vase life and prevention of ethylene-induced flower shattering in *Lupinus Hvardii* by 1-Methylcyclopropene. **Acta Horticulturae**, v. 543, p.75-79, 2001.
- SANTANA, A.R.; BARBOSA, J.G.; FINGER, F.L. & ROMEIRO, R.S. Longevidade de inflorescência de lírio condicionadas em sacarose. In: **12º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais**. Jaboticabal-SP, Resumos, p. 24, 1999.
- SEREK, M.; PRABUCKI, A.; SISLER, E.C. & ANDERSEN, A.S. Inhibitors of ethylene action affect final quality and rooting of cuttings before and after storage. **HortScience**, v. 33, p.153-155, 1998.
- SEREK, M.; SISLER, E.C. & REID, M.S. Novel gaseous ethylene binding inhibitor prevents ethylene effects in potted flowering plants. **Journal American Society Horticulturae Science**, v.119, p. 1230-1233,1994.
- 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**, v.94, p.229-232., 1995.
- SHIMAMURA, M.; ITO, A.; SUTO, K.; OKABAYASHI, H. & ICHIMURA, K. Effects of α - aminoisobutyric acid and sucrose on the vase life of hybrid *Limonium*. **Postharvest Biology and Technology**, v.12, p. 247-253, 1997.
- SISLER, E.C. & SEREK, M. Inhibition of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments. **Physiologia Plantarum**. v.100, p.577-582, 1997.

- SISLER, E.C. & SEREK, M.; ROH, K.A. & GOREN, R. The effect of chemical structure on the antagonism by cuclopropenes of ethylene responses in banana. **Plant Growth Regulation**, v.33, p.107-110, 2001.
- SISLER, E.C. & SEREK, M. New developments in ethylene control-compounds interacting with the ethylene receptor. **Acta Horticulturae**. v. 543, p. 33-39, 2001.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 2nd ed. Sinauer Associates Publishers: Massachusetts, p. 651-660, 1998.
- VAN DOORN, W.G. Categories of petal senescence and abscission: a re-evaluation. **Annals of Botany**, v. 87, p.447-456, 2001.
- VAN DOORN, W.G. & REID, M.S. Role of ethylene in flower senescence of *Gypsophila paniculata* L. **Postharvest Biology and Technology**, v.1, p. 265-272, 1992.
- VAN DOORN, W.G. van & STEAD, A.D. Abscission of flowers and floral parts. **Journal of Experimental Botany**, v.48, p. 821-837, 1997.
- VERLINDEN, S. & WOODSON, W.R. The physiological and molecular responses of carnation flowers to high temperature. **Postharvest Biology and Technology**, v.14p. 185-192, 1998.
- WILLIAMSON, V.G. & MILBURN, J.A. Cavitation events in cut stems kept in water implications for cut flowers senescence. **Scientia Horticulturae**, v. 64, p.219-232, 1995.
- WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D. & JOYCE, D. **Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**.4 ed. UNSW press, Sidney, Australia. 262p. 1998.
- WOLTERING, E.J.; TEM HAVE, A.; LARSEN, P.B. & WOODSON, W.R. Ethylene biosynthetic genes and inter-organ signalling during flower senescence. In: **Society for Experimental Biology Seminar Series 55: Molecular and cellular aspects of plants reproduction**. p. 285-307, 1994.
- YANG, S.F. Regulation of ethylene biosynthesis. **HortScience**, v.36, p. 238-243, 1980.