

Delaine Cristina Cordeiro

# **Efeito do 1-MCP sobre a vida de vaso de rosa Osiana**

Dissertação 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

2008

**DELAINÉ CRISTINA CORDEIRO**

**Efeito do 1-MCP sobre a vida de vaso de rosa  
Osiana**

Dissertação 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 novembro de 2008.

---

Prof. Raimundo Santos Barros  
(Co-orientador)

---

Prof. Paulo José de Moraes  
(Co-orientador)

---

Prof. José Geraldo Barbosa

---

Prof. Dimas Mendes Ribeiro

---

Prof. Fernando Luiz Finger  
(Orientador)

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Fernando Luíz Finger, pela orientação, pelo aprendizado e pela amizade.

Aos amigos e colegas do Laboratório de pós-colheita do Departamento de Fitotecnia - UFV pelo companheirismo e por compartilharem tantas recordações.

Aos co-Orientadores prof. Paulo José de Moraes e prof. Raimundo Barros pelas sugestões e que possibilitaram o aprimoramento deste trabalho.

Aos prof. José Geraldo Barbosa e prof. Dimas Ribeiro por terem aceitado o meu convite para serem membros da banca.

À Universidade Federal de Viçosa, por me conceder a oportunidade e as condições para a realização deste curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

## Sumário

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Resumo .....</b>   | <b>iv</b> |
| <b>Abstract.....</b>  | <b>vi</b> |
| <b>1. Introdução.....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>                                | <b>8</b>  |
| 2.1. Material vegetal.....  | 8         |
| 2.2. Experimentos.....  | 8         |
| 2.2.1. Tratamento com etileno.....                                | 8         |
| 2.2.2. Tratamentos com 1-MCP.....                                 | 9         |
| 2.2.3. Determinação da vida de vaso das flores.....               | 10        |
| 2.2.4. Teor de clorofila total.....                               | 11        |
| 2.2.5. Avaliação da produção de etileno e taxa respiratória ..... | 12        |
| <b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                            | <b>13</b> |
| 3.1. Tratamento com etileno.....                                  | 13        |
| 3.2. Tratamentos com 1-MCP.....                                   | 20        |
| <b>4. Conclusões .....</b>  | <b>49</b> |
| <b>5. Referências Bibliográficas .....</b>                        | <b>50</b> |

## Resumo

CORDEIRO, Delaine Cristina, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2008. **Efeito do 1-MCP sobre a vida de vaso de rosa Osiana.** Orientador: Prof. Fernando Luíz Finger. Co-orientadores: Raimundo Santos Barros e Paulo José de Moraes.

Os objetivos deste trabalho foram determinar a sensibilidade de rosa cultivar Osiana ao etileno e a melhor concentração do 1-metilciclopropeno (1-MCP) em diferentes condições de armazenamento sobre a sua vida de vaso e manutenção da aparência desta cultivar. Para determinar a sensibilidade ao etileno as hastes florais da rosa Osiana foram tratadas por 24 horas em câmaras herméticas com diferentes concentrações de etileno (0,0; 0,1; 1,0; 10; 100; 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ ). A rosa Osiana mostrou-se sensível às concentrações maiores que 10  $\mu\text{L L}^{-1}$  de etileno, apresentando queda prematura das pétalas ainda túrgidas, e de acordo com a literatura pode ser caracterizada como uma cultivar medianamente sensível ao etileno. O primeiro experimento com 1-MCP foi constituído de duas condições de armazenamento a úmido, por 7 dias em câmara fria à 5°C e à temperatura ambiente de 22°C, utilizando 5 concentrações de 1-MCP (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0  $\text{g m}^{-3}$  de Ethylbloc). A concentração de 1,0  $\text{g m}^{-3}$  de Ethylbloc foi efetiva em prolongar a vida de vaso das hastes florais. Concentrações maiores não apresentaram nenhum efeito adicional na longevidade, sugerindo que os sítios receptores já se encontravam saturado. O armazenamento em câmara fria a 5°C por 7 dias proporcionou uma menor vida de vaso após o armazenamento, mas não diferiu na efetividade de 1,0  $\text{g m}^{-3}$  de Ethylbloc em promover aumento na longevidade em relação às hastes mantidas em condições ambiente. Para avaliar o efeito da ação inibitória do 1-MCP na presença do etileno foi estabelecido outro experimento que constou de tratamento por 24 horas com 10  $\mu\text{L L}^{-1}$  de etileno após os tratamentos por 24 horas com 1-MCP nas concentrações de 0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0  $\text{g m}^{-3}$  de Ethylbloc. Efetivamente, o 1-MCP preveniu os efeitos causados pelo etileno como redução da longevidade e abertura floral. Para avaliar o efeito do 1-MCP sob condições de armazenamento a seco, as hastes florais foram tratadas por 24 horas em câmaras herméticas com 1-MCP nas concentrações de 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0  $\text{g m}^{-3}$  de Ethylbloc,

após os tratamentos as hastes foram embaladas em papel “strong” e armazenadas por 3 e 7 dias em câmara fria a 5°C. O 1-MCP não promoveu aumento na longevidade sob estas condições de armazenamento, e o armazenamento por 7 dias induziu a uma menor longevidade após o período de armazenamento.

## Abstract

CORDEIRO, Delaine Cristina, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, november 2008. **Effect of 1-MCP on the vase life of rose Osiana.** Adviser: Prof. Fernando Luiz Finger. Co-Advisers: Raimundo Santos Barros and Paulo José de Moraes.

The goal work was to determine the sensitivity of rose cultivar Osiana to ethylene, and the influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under different conditions of storage on the vase life. To determine the sensitivity to ethylene the cut flowers were treated for 24 hours in chambers with different concentrations of ethylene (0.0, 0.1, 1.0, 10, 100, 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ ). The rose shown to be sensitive to concentrations higher than 10  $\mu\text{L L}^{-1}$  ethylene, showing premature fall of the petals still turgid, and according to the literature, it can be characterized as a cultivar with medium sensitivity to ethylene. The first experiment with 1-MCP was composed of two conditions, the wet storage for 7 days in cold room at 5°C and at 22 ° C, using four concentrations of 1-MCP (0, 0.5; 1.0, 1.5 and 2.0  $\text{g m}^{-3}$  Ethylbloc). The concentration of 1.0  $\text{g m}^{-3}$  was effective in prolonging the vase life of flower stems. Higher concentrations did not show any additional effect on longevity, suggesting that the receptor sites were already saturated. The cold storage at 5 °C for 7 days provided a smaller vase life, but no difference in efficacy of 1.0  $\text{g m}^{-3}$  Ethylbloc in promoting an increase in longevity on stems kept at room temperature. To evaluate the effect of inhibitory action of 1-MCP in the presence of ethylene, it was set up another experiment, that consisted of treatment for 24 hours with 10  $\mu\text{L L}^{-1}$  of ethylene after the treatments for 24 hours with 1-MCP at concentrations of 0, 0, 5, 1.0, 1.5 and 2.0  $\text{g m}^{-3}$  Ethylbloc. Indeed, the 1-MCP prevented the effects caused by ethylene in reducing the longevity and floral opening. To evaluate the effect of 1-MCP under the dry conditions of storage, the stems were treated for 24 hours with 1-MCP at concentrations of 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0  $\text{g m}^{-3}$  Ethylbloc. After the treatment, the stems were wrapped in paper "strong" and stored for 3 and 7 days in cold room at 5 °C. The 1-MCP did not promote an increase in longevity under these conditions of storage, and storage for 7 days induced a lower longevity after the storage.

## 1. Introdução

Em 2007 o Brasil conquistou um novo recorde nas exportações de flores e plantas ornamentais, mantendo o desempenho que caracteriza o mercado desde o início da década. A exportação de flores e plantas ornamentais fechou o ano de 2007 em US\$ 35,3 milhões, um aumento de 9,2% em relação ao anterior. No ranking das exportações da floricultura brasileira, as flores e botões de corte ocuparam o terceiro lugar com 19,0% (US\$ 3,7 milhões) do total das exportações, ficando atrás das mudas de plantas ornamentais (42,0%) e bulbos, tubérculos, rizomas e similares (39,8%) (JUNQUEIRA, 2007).

A produção de flores e plantas ornamentais é uma atividade bem desenvolvida, principalmente em países onde já é tradicionalmente praticada. Inicialmente a produção estava concentrada em alguns países europeus como Holanda, Itália e Dinamarca, fato esse influenciado principalmente pela questão cultural que estimulava o consumo interno desses países.

Conhecida popularmente como “Rosa Chá”, a cultivar Osiana, apresenta cor salmão, sendo amplamente cultivada na região de Barbacena – Minas Gerais. A rosa Osiana é uma cultivar pertencente ao grupo híbrido Rosa-chá, sendo muito encontrada em floriculturas, sendo comercializada isolada ou em buquês. Apresentam, como características de mercado hastes longas e as flores são muito perfumadas, mas a fama desse grupo vem com certeza da grande variedade de cores que apresentam: branco, amarela, laranja, rosa, vermelha, lilás, em várias tonalidades. Porém não há relatos sobre o comportamento pós-colheita desta rosa na pesquisa científica.

Flores de corte tem limitada vida de vaso e se deterioram da mesma maneira que as frutas e hortaliças. Flores em geral são caracterizadas como produtos altamente perecíveis, pela natureza efêmera dos tecidos que a formam, pela alta atividade respiratória e pelo teor reduzido de carboidratos de reserva (Nowak e Rudnicki, 1990). A aparência, a qualidade e a longevidade das plantas dependem das condições de cultivo, do estágio de desenvolvimento na colheita e da característica de cada espécie ou cultivar, sendo fortemente dependente das condições de manejo pós-colheita (Wachowicz *et al.*, 2007; Nowak e Rudnicki, 1990).

Dentre os processos que levam à perda da qualidade das flores tem-se a respiração que esgota as reservas dos tecidos e a produção e/ou sensibilidade dos tecidos ao etileno. O etileno tem sido relacionado como fator que controla tempo de germinação, taxa e dimensão de estiolamento e expansão foliar, iniciação e progresso de abscisão e senescência em flores, amadurecimento de frutos e respostas relacionadas ao estresse (Taiz e Zeiger, 2006; Bleecker e Schaller, 1996).

Para prevenir o efeito do etileno em espécies ornamentais, pode-se fazer uso de técnicas para que a qualidade seja mantida, reduzindo a taxa respiratória ou mesmo tornando os tecidos menos sensíveis ao etileno. O uso de métodos como inibição da produção, bloqueio do sítio receptor ou remoção do etileno do ambiente vem sendo comumente usado para frutos, olerícolas e flores (Serek *et al.*, 2006).

O armazenamento pós-colheita sob baixas temperaturas é a prática mais comum entre os produtores e floristas sendo reconhecido como o mais importante fator no sucesso do armazenamento de flores de corte por reduzir processos metabólicos e taxa de crescimento de microrganismos (Wachowicz *et al.*, 2007). O armazenamento a frio permite, até certo ponto, controlar o suprimento para o mercado o excedente de produção, aguardar bons preços ou acúmulo de estoque suficiente para o comércio quando o suprimento está limitado (Nowak e Rudnicki, 1990), contornando os problemas de conservação, transporte e distribuição de flores (Moraes, 1999).

O armazenamento a frio pode ser feito a seco ou úmido, sendo que no armazenamento úmido a base das hastas florais são deixadas imersas em água ou solução adequada, sendo indicado a curtos períodos. No caso do armazenamento a seco, as flores são enroladas em papel-jornal e se destinam a períodos mais longos de armazenamento (Moraes, 1999).

No entanto, não existe uma temperatura ideal de armazenamento, pois as respostas são diferentes entre as espécies (Sankat e Maharaj, 1996). Dessa forma, para se ter um efetivo sucesso no armazenamento a frio, torna-se importante conhecer qual a temperatura ideal e por quanto tempo pode se fazer este armazenamento (Redman *et al.*, 2002).

O estágio de desenvolvimento das flores influencia na aparência e na longevidade das flores de corte (Redman *et al.*, 2002). Em geral, a colheita é feita no estágio de botão para rosas, porque, além de ocorrer baixas taxas respiratórias, a produção de etileno também é menor (Nowak e Rudnicki, 1990).

O etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>), mesmo em pequenas quantidades, pode acelerar a senescência, encurtando a vida de vaso de muitas flores (Porat *et al.*, 1985; Sisler *et al.*, 1996). É um hormônio gasoso produzido em quase todas as partes dos vegetais superiores, embora a taxa de produção dependa do tipo de tecido e estágio de desenvolvimento (Taiz e Zeiger, 2006). Está envolvido na regulação de muitos processos de crescimento e desenvolvimento, tendo sua produção aumentada durante certos estágios de desenvolvimento, tal como senescência de flores ou amadurecimento de frutos, ou em resposta a vários estresses, como danos físicos, ataque de patógenos, frio, alagamento ou metal pesado (Taiz e Zeiger, 2006; Chang *et al.*, 2007).

Em plantas ornamentais, vários efeitos indesejáveis são induzidos pelo etileno, incluindo-se enrolamento de pétalas, murchamento de pétalas, senescência, abscisão, epinastia, e perda de clorofila nas folhas (Finger e Barbosa, 2006). Sua biossíntese ocorre nos tecidos vegetais pela conversão da metionina em etileno por ação de duas enzimas-chaves a sintase ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACS) e oxidase 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACO), tendo 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) como intermediário nessa conversão. Essas enzimas são codificadas por uma família multigênica, sendo reguladas por diversos fatores bióticos e abióticos (Taiz e Zeiger, 2006, Chang *et al.*, 2007; Argueso *et al.*, 2007; Kende, 1993).

O etileno pode exercer uma retroalimentação positiva ou negativa sobre sua biossíntese, dependendo do tecido/órgão ou estágio de desenvolvimento (Chang *et al.*, 2007). Baseando-se em respostas a tratamento com etileno, dois sistemas de produção de etileno podem ser observados. O sistema 1 é geralmente encontrado em tecidos vegetais, frutos não-climatéricos e no pré-climatérico quando a taxa de produção de etileno é baixa e inibida por etileno exógeno. Já o sistema 2 de produção de etileno ocorre durante o climatérico dos frutos em amadurecimento e

senescência de flores, quando a taxa de produção de etileno é aumentada e pode ser realçada pelo etileno exógeno (Barry *et al.*, 2000; Chang *et al.*, 2007).

Mesmo o etileno apresentando ampla faixa de efeitos no crescimento e desenvolvimento dos vegetais, supõe-se que as principais etapas de sua ação sejam semelhantes em todos os casos. Sua ação se dá pela ligação a um sítio receptor via um metal de transição como co-fator, principalmente o zinco ou cobre, seguido pela ativação de uma ou mais rotas de transdução de sinal, induzindo uma resposta celular (Taiz e Zeiger, 2006).

Os receptores do etileno são reguladores negativos da resposta ao etileno. Quando o etileno está presente e se liga ao receptor, esta ligação induz mudanças conformacionais causando resposta nos tecidos vegetais as quais o etileno é responsável como senescência e abscisão (Taiz e Zeiger, 2006). Sendo estes receptores de etileno componentes chaves na sinalização do etileno (Xue *et al.*, 2008).

Senescência floral e abscisão são processos que envolvem mudanças na sensibilidade ao etileno. O papel de reguladores de crescimento na senescência tem sido objeto de consideráveis investigações. Claramente, a senescência de muitas flores é coordenada pela taxa de produção de etileno (Serek e Reid, 2000). A senescência é um processo de desenvolvimento normal, dependente de energia, controlado pelo próprio programa genético da planta, que também pode ser iniciada por fatores ambientais (Taiz e Zeiger, 2006). Sendo considerado um estágio final do desenvolvimento (Weaver *et al.*, 1988; Nafees, 2006), o processo é ativamente ordenado, no qual os nutrientes são mobilizados para outras partes da planta. As mudanças associadas à senescência em células vegetais são provocadas por uma série de processos fisiológicos e bioquímicos, como o aumento da atividade de enzimas, degradação de amido e clorofila, modificações nas membranas, aumento do processo respiratório, aumento da produção de etileno, perda da permeabilidade da parede celular e redução no peso da matéria fresca provocada pela perda de água (Lutts *et al.*, 1996; Matile *et al.*, 1997).

Estudos têm mostrado diferenças significativas na longevidade de cultivares comercial de rosas. Esta variação na longevidade tem sido particularmente atribuída

à diferença da produção endógena de etileno ou de sensibilidade à exposição ao etileno (Muller *et al.*, 2000a).

Para as mais diversas espécies de flores, a resposta ao etileno é variável, ou seja, estas apresentam diferentes graus de resposta e sensibilidade ao etileno. Cultivares da mesma espécie também mostra grau de sensibilidade diferente ao etileno (Finger e Barbosa, 2006; Nowak e Rudnicki, 1990; Woltering e Van Doorn, 1988). Rosas podem responder diferentemente ao etileno, e essa resposta é dependente de cultivares em relação ao nível de expressão de genes dos receptores e das enzimas responsáveis pela síntese de etileno (Reid *et al.*, 1989; Xue *et al.*, 2008, Ma *et al.*, 2005,2006; Tan *et al.*, 2006).

Um dos maiores objetivos do armazenamento de produtos frescos é anular ou retardar os efeitos da senescência causados pelo etileno, através da remoção ou da redução da sensibilidade dos tecidos ao mesmo. Inibidores da ação do etileno podem se ligar ao metal no sítio receptor, impedindo que o etileno se ligue em tecidos tratados, podendo permanecer ligado por longos períodos (Sisler e Serek, 1997), com isto não ocorrem os eventos fisiológicos causados pelo etileno. Inibidores da ação do etileno como a prata, 1-metilciclopropeno (1-MCP) e 2,5-Norbadieno são mais eficientes em reduzir, ou retardar, seus efeitos por agirem também sobre o etileno que pode estar presente no ambiente de transporte e/ou armazenamento. A prata, aplicada na forma de tiosulfato, é um efetivo inibidor competitivo da ação do etileno e poderia ser usado na conservação flores de corte (Sisler e Serek, 1997). Apesar da  $Ag^+$  efetivamente inibir a ação do etileno, seu uso restringe-se a produtos não alimentícios, por se tratar de um metal pesado.

Entre os inibidores, o 1-MCP tem sido o mais promissor em bloquear a ação do etileno, principalmente devido a sua alta afinidade pelo sítio receptor. É um composto volátil, que tem demonstrado ser um eficiente inibidor da ação do etileno (Serek *et al.*, 1995b) por retardar a senescência em flores e amadurecimento de frutos (Hayama *et al.*, 2008; Kim *et al.*, 2007). Este composto efetivamente bloqueia a abscisão causada por etileno em flores de flox (Porat *et al.*, 1995), *Lupinus havardii* (Sankhla *et al.*, 2001), *Dendrobium* (Uthaichay *et al.*, 2007), o murchamento em petúnia (Serek *et al.*, 1995) e cravos (Serek *et al.*, 1995a), amadurecimento em

bananas (Golding *et al.*, 1998) e inibe o amarelecimento de vegetais folhosos (Ella *et al.*, 2003; Jiang *et al.*, 2002).

Vários são os benefícios promovidos pelo 1-MCP em plantas. Porém, sua eficácia é dependente da concentração requerida para proteger as plantas em função do tempo de exposição e temperatura de aplicação, sendo variável entre diferentes espécies (Serek *et al.*, 1995a; Sisler e Serek, 1997; Sisler *et al.*, 1996; Skog *et al.*, 2001).

A temperatura de aplicação tem influência direta no tempo de exposição e na concentração a serem usados durante o tratamento com 1-MCP. Baixas temperaturas requerem maiores concentrações e maior tempo é requerido para uma melhor efetividade (Sisler e Serek, 1997, Philosoph-Hadas *et al.*, 2005). Tem sido hipotetizado que sob condições de baixas temperaturas a afinidade do 1-MCP pelo sítio receptor seria menor (Philosoph-Hadas *et al.*, 2005)

Ella *et al.* (2003) mostrou que em salsinha, baixas concentrações de 1-MCP podem induzir a taxa de degradação de clorofila e proteínas. Essa maior degradação da clorofila e proteína mostrou a possibilidade negativa do inibidor, sugerindo que concentrações inferiores são menos eficazes em bloquear os sítios receptores do etileno.

A capacidade do 1-MCP em induzir a biossíntese do etileno foi demonstrada recentemente em coentro (Jiang *et al.*, 2002), em folhas de citros (Zhong *et al.*, 2001), em banana (Sisler *et al.*, 1999) e pomelo (Mullins *et al.*, 2000). Estudos prévios sobre a base do fenômeno auto-inibitório demonstraram que o etileno modifica sua própria biossíntese por influenciar no nível da expressão dos genes ACS ou no metabolismo da ACC (Philosoph-Hadas *et al.*, 1985; Zhong *et al.*, 2001; Mullins *et al.*, 1999).

O 1-MCP tem grande potencial para prevenir ou reduzir os fatores limitantes e processos que contribuem para a perda da vida de vaso que são dependentes do etileno e seu efeito para algumas espécies vegetais às vezes pode ser dependente da presença do etileno (Able *et al.*, 2002, 2003; Uthaichay *et al.*, 2007). Em rosa Osiana, no entanto, não há relatos do efeito do 1-MCP em diferentes condições de armazenamento sobre a produção de etileno, taxa respiratória, senescência e longevidade das flores. Dessa forma, este trabalho teve como objetivos avaliar:

- A sensibilidade das flores de rosa Osiana ao etileno.
- A vida pós-colheita em função do armazenamento refrigerado úmido das flores da rosa Osiana submetidas a diferentes doses de 1-MCP.
- A vida pós-colheita em função do armazenamento refrigerado e a seco das flores da rosa Osiana submetidas a diferentes doses de 1-MCP.
- A resposta fisiológica das flores da rosa Osiana submetidas a diferentes doses de 1-MCP em presença do etileno.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Material vegetal**

As flores da rosa Osiana foram obtidas em campo de produção comercial no município de Barbacena (Minas Gerais), colhidas sempre no período da manhã. O ponto de colheita estabelecido foi quando os botões da rosa apresentavam todas as suas sépalas abertas e pétalas fechadas. Logo após a colheita, as rosas foram transportadas a seco para o laboratório de pós-colheita do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Viçosa. Para utilização nos experimentos, as hastes florais foram selecionadas, uniformizadas e padronizadas em comprimento de 50 cm.

### **2.2. Experimentos**

Para realização dos experimentos, câmaras herméticas foram construídas em baldes plásticos com capacidade de 0,103 m<sup>3</sup>, onde as hastes florais foram tratadas com etileno e/ou 1-MCP (1-metilciclopropeno), de acordo com cada experimento descrito em seguida. E para a avaliação da produção de etileno e produção de CO<sub>2</sub>, foram construídas câmaras herméticas em tubos de PVC com capacidade de 0,015 m<sup>3</sup>.

#### **2.2.1. Tratamento com etileno**

Com o objetivo de verificar a sensibilidade da rosa Osiana ao etileno, hastes florais no estágio de desenvolvimento descrito anteriormente foram selecionadas e padronizadas no laboratório de Fisiologia Pós-colheita do Departamento de Fitotecnia da UFV. Foi montado um experimento em delineamento inteiramente casualizado, contendo 7 tratamentos com 4 repetições, tendo 3 hastes por repetição. Os tratamentos foram constituídos de 5 concentrações de etileno 0,1; 1,0; 10; 100; 1000 µL L<sup>-1</sup> e dois controles, sendo um deles mantido fora da câmara hermética durante os tratamentos com etileno, por 24 horas. As concentrações desejadas de etileno aplicadas nas câmaras herméticas foram obtidas com o uso de seringas. Decorrido o tempo de exposição ao etileno, as hastes florais foram retiradas das câmaras herméticas e mantidas em vaso contendo água destilada e sob condições controladas de luz constante (10 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e temperatura (± 22°C). A água

destilada dos vasos foi trocada a cada 2 dias, para se evitar o desenvolvimento de microrganismos.

### **2.2.2 Tratamentos com 1-MCP**

Hastes florais, após serem padronizadas e uniformizadas, foram tratadas com 1-MCP nas concentrações de 0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g m<sup>-3</sup> de Ethylbloc (0,14% de 1-MCP) em câmaras hermeticamente fechadas por um período de 24 horas sob temperatura de 22°C. Para a liberação do 1-MCP do produto comercial Ethylbloc foi utilizada água aquecida a 40°C. Após os tratamentos, as flores foram mantidas em vaso contendo água destilada e armazenadas em câmara fria sob temperatura de 5°C, durante 7 dias, ou mantidas em laboratório sob temperatura de ±22°C e luz constante de 10 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> constituindo um esquema fatorial 2 x 5.

Num segundo experimento, avaliou-se o efeito do 1-MCP sob condições de armazenamento a seco, num esquema fatorial 2 X 5. As hastes foram tratadas por 24 horas com 1-MCP às concentrações de 0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g m<sup>-3</sup> de Ethylbloc (0,14% de 1-MCP) e armazenadas a seco por 3 e 7 dias em câmara fria a 5°C. Neste procedimento as hastes florais foram embaladas em papel “strong”.

Após os períodos estipulados de armazenamento, as hastes foram transferidas para o laboratório, tiveram a base das hastes cortadas em água e foram colocadas em vasos com água destilada, sendo mantidas sob condição de luz constante de 10 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> e temperatura de ±22°C.

Para obter informações sobre o efeito da ação inibitória do 1-MCP em presença do etileno, foi estabelecido um terceiro experimento. Para isto foi montado um experimento num delineamento inteiramente casualizado, formado por 6 tratamentos com 4 repetições. Os tratamentos foram controle (sem 1-MCP e etileno), etileno 10 μL L<sup>-1</sup> e 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g m<sup>-3</sup> de Ethylbloc (0,14% de 1-MCP). Primeiramente, as hastes florais foram tratadas por 24 horas com 1-MCP, depois de decorrido o tempo de incubação com 1-MCP às concentrações descritas acima, foram tratadas com etileno 10 μL L<sup>-1</sup> por 24 horas.

Por último foi montado um experimento com 4 tratamentos (controle, etileno 10 μL L<sup>-1</sup>, 1-MCP e 1-MCP + etileno), tendo 4 repetições. Para este experimento foi utilizado apenas a concentração de 1,0 g m<sup>-3</sup> de 1-MCP por 24 horas.

Todos os tratamentos constaram de 4 repetições contendo nas unidades amostrais de 5 hastes.

### **2.2.3. Determinação da vida de vaso das flores**

A cada dois dias, as hastes tiveram suas bases cortadas e a água dos vasos foi trocada, evitando-se assim qualquer interferência de contaminantes na água, como bactérias, e conseqüentemente a oclusão das hastes.

Diariamente, a senescência (pétalas necrosadas e/ou abscisão), grau de abertura floral (estádio de botão, semi-aberta e aberta), longevidade pós-colheita e a massa fresca das hastes florais foram determinadas. O nível de sensibilidade da Rosa Osiania ao etileno foi interpretado em relação à longevidade (vida de vaso) dos tratamentos em relação ao controle.

Para verificar os efeitos dos tratamentos sobre o desenvolvimento das flores e perda de qualidade foi estabelecido um sistema de notas a cada estágio de desenvolvimento e final da vida de vaso sendo caracterizado por perda de qualidade de mercado como queda de pétalas, murchamento ou necrose nas pétalas (Quadro 1, Figura 1). As notas foram de 1 a 4 para o estágio de desenvolvimento dos botões e as notas dadas para a perda de qualidade de mercado, caracterizando final da vida de vaso variou de -1 a -4.

**Quadro 1. Escala de pontuação adotada para avaliar-se o desenvolvimento das flores e perda da qualidade da rosa Osiana (ver Figura 1).**

| Nota | Descrição   |
|------|---|
| 1    | Ponto de colheita                                 |
| 2    | Início de abertura dos botões                     |
| 3    | Semi-aberta: diversas pétalas abertas.            |
| 4    | Aberta  |
| -1   | Necrose em botões ou no início de abertura desses |
| -2   | Necrose em flores semi-aberta e aberta            |
| -3   | Pétalas murchas                                   |
| -4   | Queda de pétalas                                  |



**Figura 1. Escala de pontuação dos estádios de desenvolvimento das flores de rosa Osiana e perda da qualidade estética.**

#### **2.2.4. Teor de clorofila total**

Para determinação do conteúdo de clorofila total nas folhas dos tratamentos com 1-MCP, foram coletadas folhas da mesma posição nas hastes. Assim 3 discos

do tecido vegetal foram retirados com o auxílio de um vazador circular. Os discos foram macerados em almofariz com acetona 80%, sendo adicionados cerca de 10 mg de sulfato de magnésio e filtrados em papel filtro. Foram feitas lavagens até que o material ficasse claro e o volume final foi completado para 25 ml. As estimativas dos teores da clorofila foram determinadas em espectrofotômetro a 645 e 663 nm (Arnon, 1949).

#### **2.2.5. Avaliação da produção de etileno e taxa respiratória**

O efeito dos diferentes tratamentos com 1-MCP sobre a produção de etileno e respiração das hastes florais de rosa Osiana foram determinados em cromatógrafo gasoso com detector de ionização em chama (FID: flame ionization detector) e detector de condutividade térmica (TCD: thermal conductivity detector), respectivamente, modelo GC-14B Shimadzu Corp, Kyoto, Japão. Para isto, individualmente, hastes florais foram colocadas em recipientes herméticos feitos com tubo de PVC com capacidade de 0,015 m<sup>3</sup>. Para a liberação de etileno e CO<sub>2</sub> os tubos foram mantidos fechados por 1 hora e por 15 minutos respectivamente.

Para a quantificação do etileno, foi colocado dentro dos tubos de PVC juntamente com as hastes florais, de 4 a 5 peletes de NaOH (hidróxido de sódio) para evitar interferência do CO<sub>2</sub> na síntese de etileno, o que subestimaria os resultados.

Após os determinados períodos de incubação, foram retiradas 4 amostras da atmosfera dos frascos com auxílio de seringas descartáveis de 1 ml e, em seguida, foram feitas as leituras em cromatógrafo a gás.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

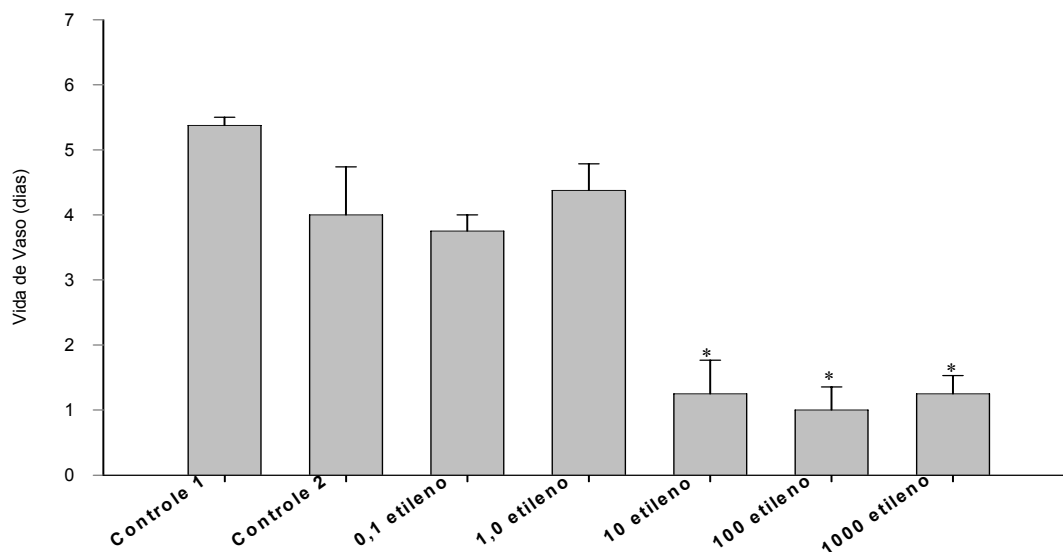
#### 3.1. Tratamento com etileno

O tempo de vida de vaso das rosas é freqüentemente curto (Ichimura *et al.*, 2005; Reid *et al.*, 1996) e, geralmente, é determinado pelo tempo de abscisão das pétalas que ainda estão túrgidas, ou pelo tempo de murchamento das mesmas. Em muitas espécies de flores, este tempo é determinado pela ação do etileno (Van Doorn, 2001).

A longevidade da rosa Osiana não foi afetada quando tratada por 24 horas com  $1,0 \mu\text{L L}^{-1}$  de etileno, apresentando vida de vaso estatisticamente igual aos das hastes do controle (Figura 2). Porém nas maiores concentrações de etileno, houve redução significativa da longevidade como se pode ver claramente nas Figura 2 e Figura 3. As maiores concentrações de etileno (10, 100 e  $1000 \mu\text{L L}^{-1}$ ) induziram a queda de pétalas ainda túrgidas logo após as 24 horas de tratamento. Este fato confirma o que Woltering e Van Doorn (1988) observaram em relação às espécies de rosas por eles estudadas como Sônia, Betty, Amsterdam, em que o sintoma da sensibilidade ao etileno nas diferentes variedades foi abscisão das pétalas ainda túrgidas.

Nowak e Rudnicki (1990) argumentam que flores exibem níveis diferentes de sensibilidade ao etileno, sendo esta dependente da presença de receptores nos tecidos e, de acordo com estes autores, flores que não resistem às concentrações de 1 a  $3 \mu\text{L L}^{-1}$  de etileno, por 24 horas, são classificadas como sensíveis ao etileno e pouco sensível as flores resistentes à concentrações de 10-100 vezes maior. Sendo assim, quanto ao nível de sensibilidade apresentado pela rosa Osiana, pode-se caracterizá-la como uma cultivar medianamente sensível ao etileno.

A sensibilidade ao etileno varia dentro da família, espécies e até mesmo entre variedades (Woltering e Van Doorn, 1988; Nowak e Rudnicki, 1990), como observado para os diferentes tipos de lírios que se mostraram sensíveis ao etileno, onde a cultivar Stargarzer mostrou-se pouco sensível, tendo redução significativa sobre a longevidade apenas sob concentrações de 100 e  $1000 \mu\text{L L}^{-1}$  de etileno (Persico *et al.*, 2005).



**Figura 2.** Efeito da aplicação, por 24 horas, de etileno ( $\mu\text{L L}^{-1}$ ) sobre a vida de vaso de rosa Osiana. As barras representam erro padrão de 4 repetições. Asteriscos indicam efeito significativo sobre longevidade, teste Dunnett 5%.



**Figura 3.** Efeito da aplicação de etileno nas hastes florais da rosa Osiana após 24 horas de tratamento com etileno. C1, C2 são referentes aos 2 tipos de controle feito no experimento, enquanto T1, T2, T3, T4 e T5, são respectivamente referentes aos tratamentos realizados com etileno nas concentrações de 0,1; 1,0; 10; 100; 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$  de etileno.

A rosa Osiana mostrou-se sensível às concentrações maiores que  $10 \mu\text{L L}^{-1}$ , logo após 24 horas de tratamento com etileno. A estas concentrações, a maioria das flores apresentou queda de pétalas ainda túrgidas (Figura 3 e Tabela 1). Woltering e Van Doorn (1988) definem 3 tipos de senescência de pétalas quando expostas ao etileno; ou elas murcham como ocorre em cravos, orquídeas e petúnias, ou apresentam queda das pétalas sem sinal visível de murcha como em rosas e gerânio, ou o etileno não induz abscisão. Sob as concentrações menores  $10 \mu\text{L L}^{-1}$  de etileno e nos controles, o final da vida de vaso foi caracterizado por necrose ou murcha das pétalas.

O efeito sobre a abertura floral em função dos tratamentos com etileno foi significativo ao longo dos dias avaliados (Tabela 2). O tratamento com  $0,1 \mu\text{L L}^{-1}$  de etileno não inibiu a abertura dos botões florais, já sob  $1,0 \mu\text{L L}^{-1}$  de etileno as flores senesceram antes de alcançarem o estágio de abertura, em relação ao controle. Talvez, as quantidades requeridas para a abertura dos botões sejam baixas para a cultivar Osiana, já que  $0,1 \mu\text{L L}^{-1}$  de etileno não mostrou diferença quanto à abertura quando comparadas com os controles.

Em algumas espécies, a senescência das pétalas é independente de etileno, como por exemplo em plantas das famílias Liliaceae e Compositae. Enquanto em outras fatores como abertura floral são dependentes do etileno (Serek *et al.*, 2006). Assim, em Iris a senescência das flores não foi afetada por etileno, enquanto baixas concentrações podem inibir a abertura floral.

Tan *et al.* (2006) mostraram que  $10 \mu\text{L L}^{-1}$  de etileno foi capaz de inibir a abertura do botão floral em rosa híbrida cultivar Kardinal, enquanto na cultivar Samantha, essa concentração acelerou a abertura dos botões. Esses resultados confirmam que diferentes cultivares respondem diferentemente ao etileno quanto à abertura dos botões. Em adição, dependendo da cultivar e das condições de manejo, as flores podem não abrir e o etileno poderia ser um fator importante na regulação da abertura dos botões florais.

Reid *et al.* (1989) também observaram que diferentes cultivares de rosas apresentam comportamento diferentes na presença de etileno e concluíram que a abertura das flores foi dependente da concentração de etileno e que esse efeito,

dependendo da cultivar, pode causar inibição, acelerar ou não afetar a abertura dos botões florais.

A abertura dos botões florais em rosas, além de envolver síntese e ação do etileno, envolve mudanças morfológicas e fisiológicas, levando à expansão e extensão das pétalas, estando relacionada com suprimento de substratos para a respiração (Ichimura *et al.*, 2005; Kuiper *et al.*, 1996).

**Tabela 1. Médias das notas adotadas, obtidas ao final da vida de vaso da rosa Osiana. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.**

| <b>Tratamentos</b>                     | <b>Notas no Descarte</b> |
|--|--------------------------|
| Controle 1 (fora da câmara)            | -2,75bc                  |
| Controle 2 (dentro da câmara)          | -2,62c                   |
| T1 (0,1 $\mu\text{L L}^{-1}$ etileno)  | -2,62c                   |
| T2 (1,0 $\mu\text{L L}^{-1}$ etileno)  | -2,88bc                  |
| T3 (10 $\mu\text{L L}^{-1}$ etileno)   | -4a                      |
| T4 (100 $\mu\text{L L}^{-1}$ etileno)  | -4a                      |
| T5 (1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ etileno) | -4a                      |

**Tabela 2. Médias das notas adotadas, obtidas do estágio de desenvolvimento das flores de rosa Osiana ao longo dos dias avaliados. Médias seguidas por letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey 5%.**

| Tratamento        | Dias   |        |          |          |          |         |
|-------------------|--------|--------|----------|----------|----------|---------|
|                   | 0      | 1      | 2        | 3        | 4        | 5       |
| Controle 1        | 1,00Da | 1,88Ca | 2,25BCab | 2,75ABCa | 2,88ABab | 3,25Aba |
| Controle 2        | 1,00Ca | 2,12Ba | 2,38Bab  | 2,38Ba   | 3,12Aab  | 3,38Aa  |
| T1 <sup>(a)</sup> | 1,00Ea | 1,75Da | 1,88CDb  | 2,38BCa  | 2,75ABab | 3,12Aba |
| T2 <sup>(b)</sup> | 1,00Ba | 2,10Aa | 2,50Aab  | 2,50Aa   | 2,50Ab   | 2,50Ab  |

<sup>a</sup>T1 = 0,1 µL L<sup>-1</sup> etileno

<sup>b</sup>T2 = 1,0 µL L<sup>-1</sup> etileno

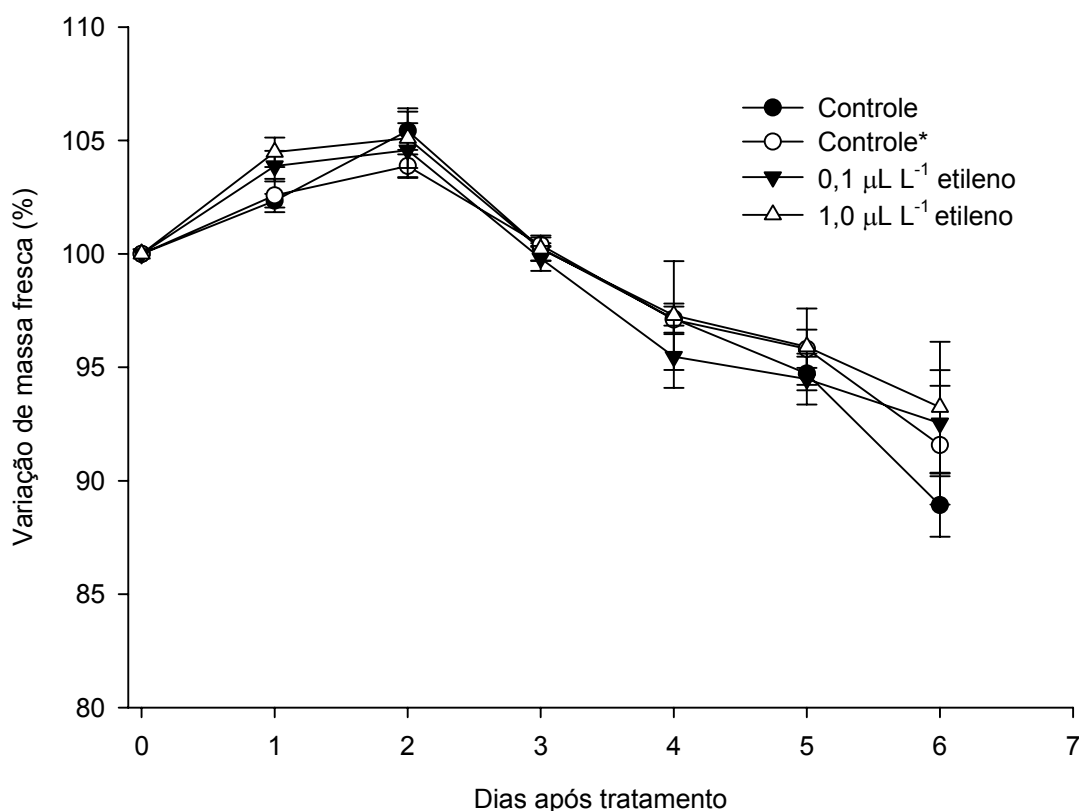
Variação na sensibilidade entre genótipos representa diferença genética no número de receptores ou na afinidade dos receptores ou/e atividade da rota de sinal de transdução do tecido (Macnish *et al.*, 2004; Tan *et al.*, 2006; Muller *et al.*, 2000). A variação na sensibilidade das cultivares de rosa Samantha e Kardinal descritas Tan *et al.* (2006) mostrou-se relacionada com o nível de receptores de etileno, onde eles definem que existe correlação negativa entre números de receptores e sensibilidade ao etileno. A cultivar mais sensível, em que o etileno inibiu a abertura, apresentou menor número de receptores, indicando que a sensibilidade é provavelmente devido à menor expressão dos níveis de receptores durante o processo de abertura dos botões.

Muller *et al.* (2000a) argumentam que a sensibilidade ao etileno, a qual reduziu a vida de vaso de rosa cultivar Bronze, está relacionada positivamente com o aumento no número de receptores e maior produção de etileno.

A perda de massa é um fator limitante a vida de vaso de muitos produtos hortícolas (Reid *et al.*, 1996). Os tratamentos com etileno não afetaram a variação percentual de massa fresca das hastes florais de rosa Osiana quando comparados ao controle ao longo do tempo (Figura 4). Em todos os tratamentos, inicialmente há um ganho de massa e após o segundo dia observa-se uma queda.

Este ganho de massa fresca inicialmente está associado à absorção de água (Suzuki *et al.*, 2001) e seqüencialmente, aos processos metabólicos como a respiração, havendo consumo dos carboidratos de reserva, resultando na perda de massa fresca. Quando as necessidades de substratos para a respiração tais como sacarose as supridas, esta redução da massa fresca das hastes florais pode ser retardada por mais tempo.

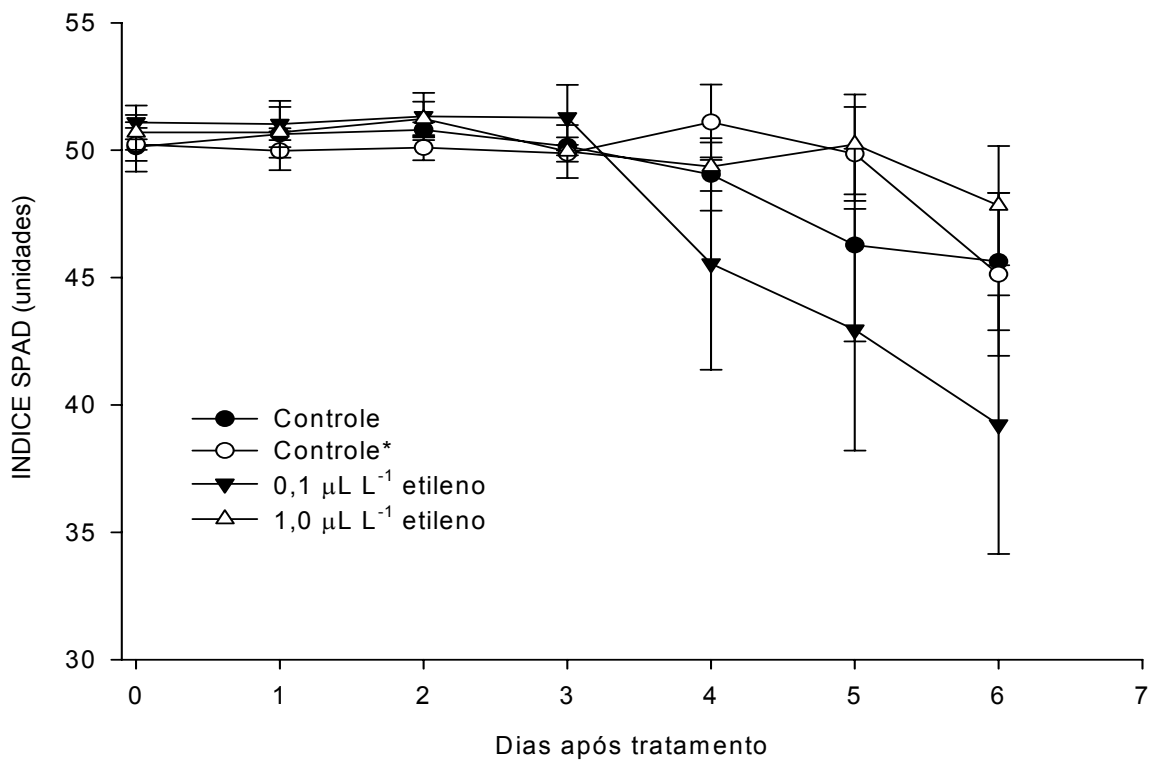
Tratamentos com sacarose e HQS (sulfato de 8-hidroxiquinolina) evitaram a perda de massa em rosa cv Sônia (Ichimura *et al.*, 1999). O HQS é um efetivo germicida e tem estendido a vida de vaso em rosas, pois, de acordo com Van Doorn e D'hont (1994), há uma correlação positiva na quantidade de bactérias e a redução da condutividade de água nas hastes; sugerindo que a oclusão vascular nas hastes de rosas é devido à presença de bactérias, levando assim a uma redução da vida de vaso.



**Figura 4.** Efeito da aplicação por 24 horas de etileno sobre a variação de massa fresca de rosa Osiana ao longo do tempo. As barras representam erro padrão de 4 repetições. Asterisco indica controle que ficou dentro da câmara hermética durante o período de tratamento com etileno.

Não houve diferença entre os tratamentos quanto ao teor de clorofila nas folhas da rosa Osiana ao longo da avaliação do desenvolvimento, ocorrendo redução a partir do quarto dia em todos os tratamentos (Figura 5).

As flores da rosa Osiana apresentaram sinal de senescência antes do início do amarelecimento das folhas, indicando que o processo de senescência das pétalas é coordenado de maneira diferente do das folhas. O etileno não parece ser a causa primária do amarelecimento das folhas em rosa Osiana. De forma semelhante, estudos feitos em rosas miniaturas mostraram que mesmo fazendo tratamentos com efetivos inibidores da ação do etileno, o amarelecimento das folhas não foi evitado (Serek *et al.*, 1996; Tjosvold e Advisor, 1994).



**Figura 5.** Efeito da aplicação por 24 horas de etileno sobre o amarelecimento das folhas na rosa Osiana. As barras representam erro padrão de 4 repetições. Asterisco indica controle que ficou dentro da câmara hermética durante o período de tratamento com etileno.

### 3.2. Tratamentos com 1-MCP

Tratamentos com 1-MCP têm sido empregados para aumentar a vida de prateleira de frutas, hortaliças e flores. O pré-tratamento com baixas concentrações de 1-MCP tem eliminado os efeitos causados pelo etileno, como abscisão e murchamento em lírio (Çelikel *et al.*, 2002), flox (Porat *et al.*, 1995) e *Dendrobium* (Uthaichay *et al.*, 2007).

Em rosa Osiana a concentração de 1,0 g m<sup>-3</sup> de Ethylbloc foi efetiva em prolongar a vida de vaso das hastes florais, e as concentrações maiores que esta não apresentaram nenhum efeito adicional na longevidade, sugerindo que os sítios receptores foram saturados por aquela concentração (Tabela 3).

Comparando-se as duas condições de armazenamento realizado, refrigerado e condição ambiente após as hastes serem tratadas com 1-MCP, houve diferença estatística em relação à vida de vaso (Tabela 3). O armazenamento em câmara fria a 5°C, por 7 dias, proporcionou menor vida de vaso após o período de armazenamento em relação às hastes mantidas sob condições ambiente de 22°C.

O armazenamento frio após a colheita é prática comum. Entretanto, o armazenamento frio tem proporcionado menor longevidade e perda da qualidade em flores de corte (Faragher *et al.*, 1984; Finger *et al.*, 2003; Pompodakis *et al.*, 2005).

A senescência em flores de corte de rosa (rosa híbrida L. cv Mercedes) ocorreu mais cedo quando armazenadas a 2°C do que a 22°C. Extensos períodos de armazenamento a frio são acompanhados por uma redução da vida de vaso das rosas e esse avanço observado na senescência foi relacionado a aumento na produção de etileno e perda da permeabilidade da membrana (Faragher *et al.*, 1984; Faragher *et al.*, 1986). Há também relatos de que baixas temperaturas podem parcialmente alterar os processos metabólicos (Pompodakis *et al.*, 2005) e em rosas foram observados desordens como incompleta abertura floral (Xue *et al.*, 2008; Ma *et al.*, 2006) e alteração de cor nas pétalas (Leonardi *et al.*, 2001).

Em ave-do-paraíso, quanto maior o período de armazenamento a frio maior foi a redução da longevidade, reduzindo-se o número de floretes abertos e levando ao desenvolvimento de injúria por frio e infecções por *Penicillium* sp (Finger *et al.*, 2003).

Tem sido reportado que a eficácia do 1-MCP quando é aplicado a baixas temperaturas é inferior em relação a condições ambiente, sugerindo que a ligação ao sítio receptor é incompleta. Outro fator de baixas temperaturas de armazenamento reduzir longevidade de flores de corte seria em função da alteração na percepção dos sítios receptores de etileno, uma vez que baixas temperaturas não apenas influenciam na redução da resposta ao etileno, mas também os níveis de receptores são suprimidos (Serek *et al.*, 2006).

O 1-MCP apresentou baixa eficiência sobre a senescência de folhas de coentro armazenadas a baixas temperaturas (Jiang *et al.*, 2002), mas os autores acreditam que o coentro seja menos sensível a etileno sob baixas temperaturas, razão pela qual o 1-MCP teve seu efeito reduzido; e não devido a uma incompleta ligação do 1-MCP ao sítio receptor, já que a degradação da clorofila não foi realçada pelo etileno quando as folhas foram armazenadas a 5°C, por duas semanas.

**Tabela 3. Efeito da aplicação por 24 horas de Ethylbloc combinado com armazenamento em condição ambiente a 22°C e câmara fria a 5°C, por 7 dias, sobre a longevidade de rosa Osiana. Letras minúsculas iguais nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey 5%**

| Tratamentos   | Vida de vaso (dias)          |                         |
|---------------|------------------------------|-------------------------|
|               | Condição Ambiente<br>(±22°C) | Câmara fria<br>(7 dias) |
| <b>T1</b> (a) | 5,25bA                       | 4,00bB                  |
| <b>T2</b> (b) | 6,6bA                        | 3,75bB                  |
| <b>T3</b> (c) | 7,62aA                       | 5,62aB                  |
| <b>T4</b> (d) | 7,37aA                       | 5,37aB                  |
| <b>T5</b> (e) | 7,75aA                       | 5,50aB                  |

(a) T1 = controle; (b) T2 = 0,5 g m<sup>-3</sup> Ethylbloc; (c) T3 = 1,0 g m<sup>-3</sup> Ethylbloc; (d) T4 = 1,5 g m<sup>-3</sup> Ethylbloc; (e) T5 = 2,0 g m<sup>-3</sup> Ethylbloc

De fato o 1-MCP é eficaz em aumentar a longevidade de rosa Osiana, apesar de não ser por um tempo tão longo, como observado em *Dendrobium* “Karen” (Uthaichay *et al.*, 2007), em que, o 1-MCP proporcionou um aumento na vida de vaso de 72% a mais do que foi observado em rosa Osiana. Porém, em todas as

concentrações de Ethylbloc usadas, independentemente das condições de armazenamento, a abertura dos botões florais foi inibida, o que indica que este processo é fortemente dependente de etileno (Tabela 4).

Em todos os tratamentos realizados, o final da vida de vaso foi caracterizado por necrose nas pétalas. Até mesmo no controle não foi observada queda de pétalas, como ocorreu quando as hastes foram tratadas com concentrações maiores de etileno. Por isso, a importância de tratamentos com inibidores da ação do etileno como 1-MCP, o qual pode estar presente no ambiente de transporte e armazenamento.

A abertura floral pode ser devida e/ou influenciada, por aumentos na temperatura, metabolismo de carboidratos e regulação hormonal, principalmente por etileno o qual promove ou inibe a abertura das flores dependendo da espécie, e em rosas esta diferença também é dependente da cultivar (Tan *et al.*, 2006; Reid *et al.*, 1989; Van Doorn e Van Meeteren, 2003).

Da mesma forma do observado em rosa Osiana na qual o 1-MCP inibiu a abertura floral, o 1-MCP também impediu esse processo nas flores de rosa cultivar Samantha (Xue *et al.*, 2008; Ma *et al.*, 2006) enquanto o etileno induziu a abertura floral nesta cultivar. Estes resultados sugerem que o etileno tem papel crítico na regulação do processo de abertura das flores nessa cultivar e que a contínua percepção de etileno é necessária para que as flores se abram completamente (Ma *et al.*, 2006).

Após o período de armazenamento em câmara fria, a abertura das flores foi ligeiramente maior que das hastes mantidas sob condições ambiente, a 22°C (Tabela 4). Com o armazenamento a frio, o 1-MCP não foi capaz de inibir a abertura com a mesma intensidade das flores mantidas a 22°C. Então, a menor longevidade e uma maior abertura das flores indicam que 1-MCP não foi tão eficiente após longos períodos de armazenamento a frio. Isso poderia ser devido à formação de novos sítios receptores ou a baixa eficiência da ligação entre o inibidor e o sítio receptor durante armazenamento a frio. Trabalhos têm mostrado que o efeito do 1-MCP é baixo quando aplicado sob baixas temperaturas, mas em folhas de coentro, mesmo fazendo o tratamento sob condições de 22°C, após o armazenamento a frio a eficácia do 1-MCP foi reduzida (Jiang *et al.*, 2002).

Cameron e Reid (2001) argumentam que o efeito do 1-MCP pode ser transiente devido ao curto período de proteção observado em flores de gerânio, em que a porcentagem de abscisão aumenta com o tempo após tratamentos com 1-MCP. Eles sugerem que uma segunda aplicação é importante para se ter um resultado mais satisfatório porque novos sítios receptores são sintetizados.

**Tabela 4. Média das notas adotadas, obtidas ao final da vida de vaso quanto à influência do 1-MCP na abertura dos botões da rosa Osiana. Letras iguais nas colunas não diferem entre si e asterisco indica efeito significativo sobre a condição de armazenamento pelo teste Tukey 5%**

| Tratamentos   | Média das Notas               |                         |
|---------------|-------------------------------|-------------------------|
|               | Condição Ambiente*<br>(±22°C) | Câmara fria<br>(7 dias) |
| <b>T1</b> (a) | 2,59a                         | 2,87a                   |
| <b>T2</b> (b) | 1,95b                         | 2,36b                   |
| <b>T3</b> (c) | 1,73b                         | 2,39b                   |
| <b>T4</b> (d) | 1,73b                         | 2,36b                   |
| <b>T5</b> (e) | 1,86b                         | 2,34b                   |

<sup>(a)</sup> T1 = controle; <sup>(b)</sup> T2 = 0,5 g m<sup>-3</sup> Ethylbloc; <sup>(c)</sup> T3 = 1,0 g m<sup>-3</sup> Ethylbloc; <sup>(d)</sup> T4 = 1,5 g m<sup>-3</sup> Ethylbloc; <sup>(e)</sup> T5 = 2,0 g m<sup>-3</sup> Ethylbloc

Em *Lupinus havardi*, flor nativa do Texas-EUA, o etileno causa abscisão de flores e de botões, e o 1-MCP foi capaz de reverter esses processos, aumentando a sua vida de vaso (Sankhla *et al.*, 2001). O fato de o 1-MCP inibir a abscisão de botões e de flores indica que esse processo é fortemente promovido pelo etileno, parecendo ser a chave determinante na longevidade pós-colheita (Sankhla *et al.*, 2001). E, ao contrário do observado na rosa Osiana, eles observaram que com o pré-tratamento com 1-MCP, um grande número de botões continua a se abrir durante todo período experimental.

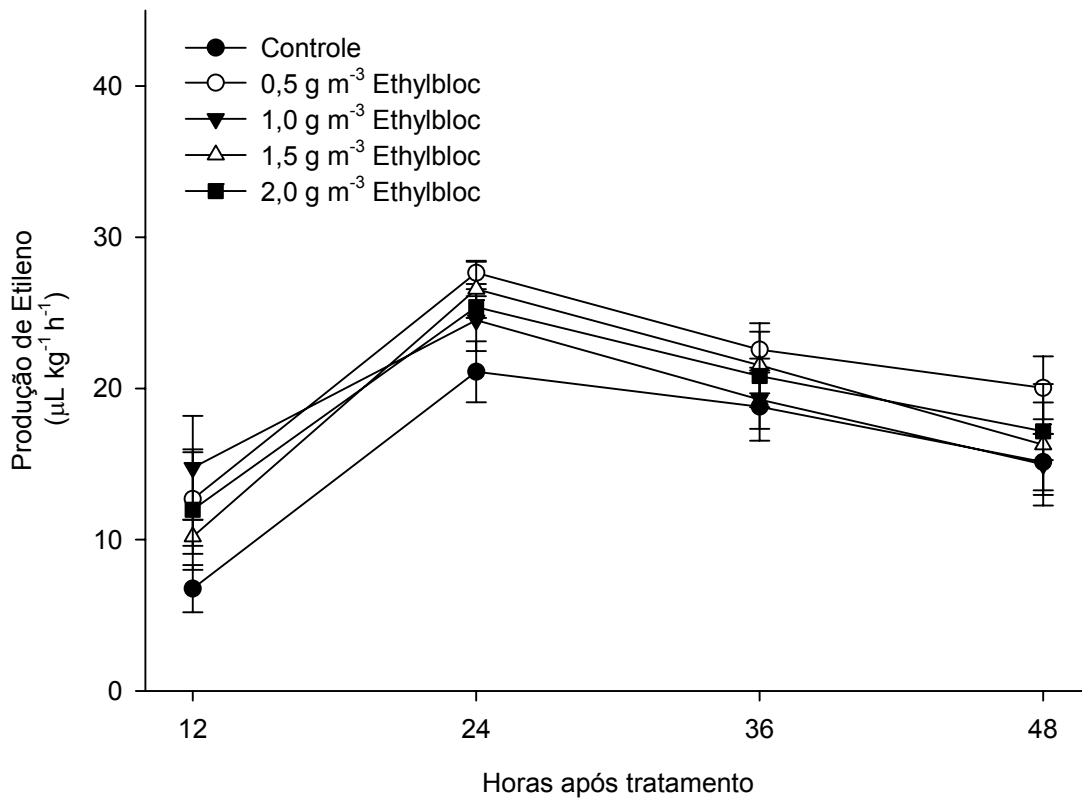
Em *Phlox paniculata*, o 1-MCP também mostrou ter influência sobre a abertura das flores, além de prevenir a abscisão causada pelo etileno. Nesse caso, o processo de abertura das flores foi menor quando as flores foram expostas a etileno

e o 1-MCP reverteu o seu efeito, induzindo a uma maior porcentagem de flores abertas nos ramos (Porat *et al.*, 1995).

A capacidade de o 1-MCP em induzir a síntese de etileno foi alta nas primeiras 24 horas em relação ao controle, sendo observado durante todos os períodos avaliados (Figura 6). Em média, os tratamentos com 1-MCP proporcionaram 84% e 23% a mais na produção de etileno em relação às hastes não tratadas nas 12 e 24 horas após os tratamentos, respectivamente. Tratamentos com 1-MCP em outras espécies vegetais, mesmo retardando a senescência, realçaram a produção de etileno como foi observado em folhas de coentro (Jiang *et al.*, 2002).

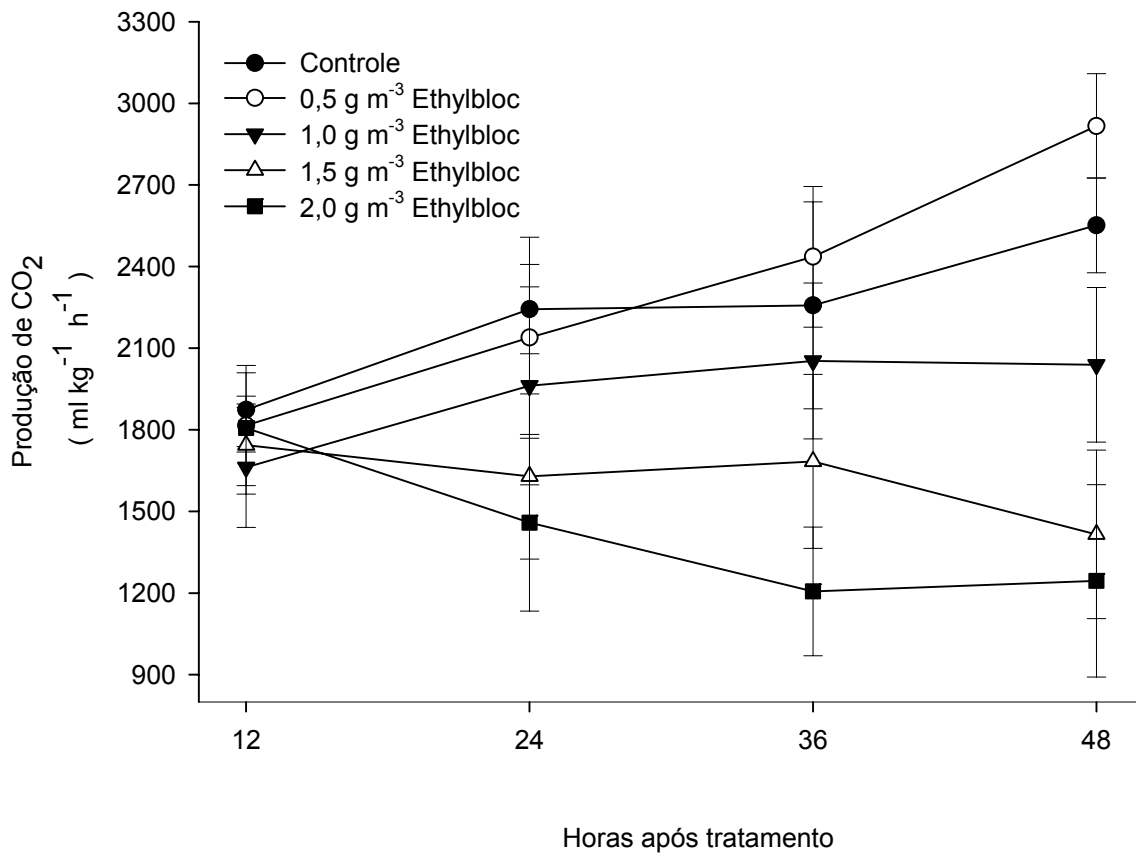
Esse fenômeno também já havia sido observado em tratamentos com o íon  $Ag^+$ , um inibidor competitivo da ação do etileno, o qual foi efetivo em prevenir a taxa de degradação de clorofila em discos foliares de tabaco, mas mostrou aumento na produção de etileno. Esse aumento foi devido a aumento na conversão da metionina a etileno, visto que na presença de AVG, a  $Ag^+$  não foi capaz de estimular a síntese de etileno (Aharoni *et al.*, 1979), sugerindo que um controle feedback na síntese de etileno poderia ser induzido.

Vários sistemas de plantas também têm mostrado similares resultados sobre a capacidade de o 1-MCP induzir a síntese de etileno (Ella *et al.*, 2003; Golding *et al.*, 1998; Mullins *et al.*, 2000; Sisler e Serek, 1997; Sisler *et al.*, 1999). Evidências sugerem que etileno tem papel fundamental na sua própria regulação, como exibido por autocatálise ou auto-inibição (Kende, 1993). O etileno foi capaz de inibir sua síntese em folhas de tabaco e em tecidos de banana (Philosoph-Hadas *et al.*, 1985; Vendrell e McGlasson, 1971). Essa supressão da produção de etileno por ele mesmo, a auto-inibição, depende da concentração, da duração do tratamento, do estágio de desenvolvimento (Riov *et al.*, 1982; Vendrell e McGlasson, 1971; Zeroni *et al.*, 1976). Mas há sistemas em que a produção de etileno foi perfeitamente reduzida pelo tratamento com 1-MCP. Em frutos de pêra tratadas com 1-MCP a produção de etileno foi reduzida, sugerindo que esta redução foi devido à redução da respiração promovida pelo 1-MCP, assim causando redução na produção de ATP, que é um importante co-fator na síntese de etileno (de Wild *et al.*, 1999).



**Figura 6. Efeito da aplicação por 24 horas de Ethylbloc sobre a produção de etileno em rosa Osiana. As barras representam erro padrão de 4 repetições.**

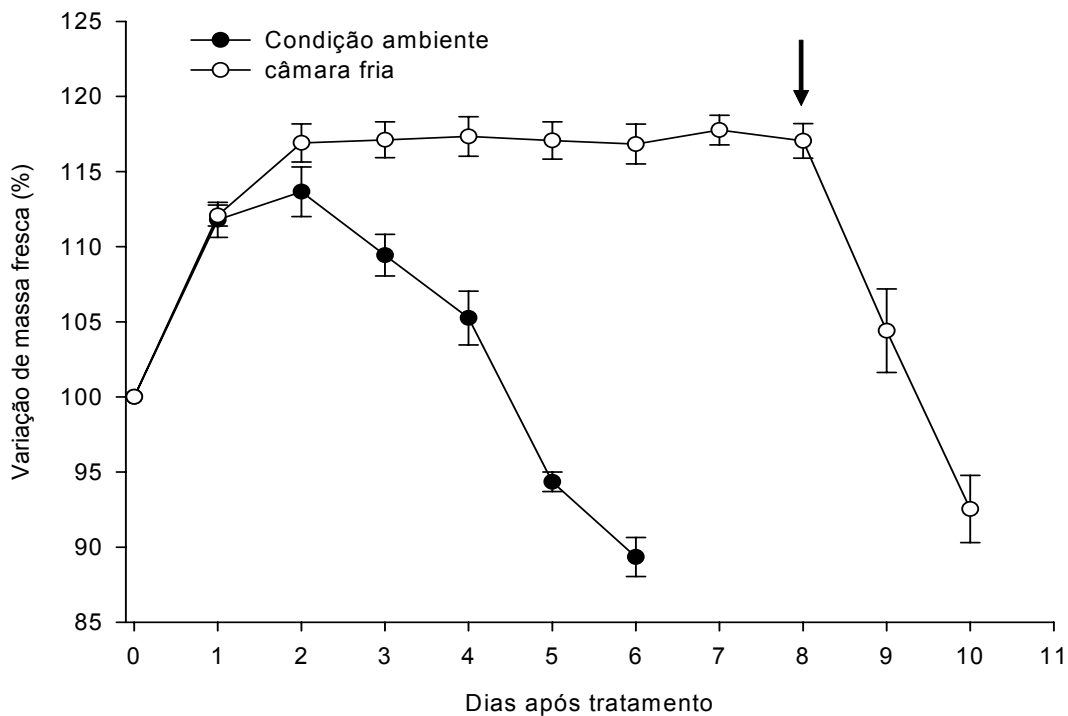
Nos tratamentos com 1,0; 1,5 e 2,0 g m<sup>-3</sup> de Ethylbloc, a taxa respiratória de rosa Osiana foi menor (Figura 7). As melhores concentrações de Ethylbloc em aumentar a longevidade das flores reduziram significativamente a produção de CO<sub>2</sub> nas hastes florais.



**Figura 7. Efeito da aplicação por 24 horas de Ethylbloc sobre a produção de CO<sub>2</sub> na rosa Osiana. As barras representam erro padrão de 4 repetições.**

Porém, em folhas de coentro tratadas com 1-MCP, a taxa respiratória foi similar ao controle durante todo período de avaliação (Jiang *et al.*, 2002), sugerindo que a respiração pode não ter relação direta com a senescência em coentro.

Foi avaliada diariamente a variação da massa fresca das hastes florais de rosa Osiana. Os tratamentos com Ethylbloc mostraram-se indiferentes quanto à perda de massa. A variação de massa apresentou diferença nos valores ao longo dos dias avaliados e diferença entre as condições de armazenamento (Figura 8). Como já era de se esperar, durante o armazenamento a frio as flores não perderam peso. Isto ocorreu devido à baixa atividade metabólica proporcionada pelo armazenamento a frio.



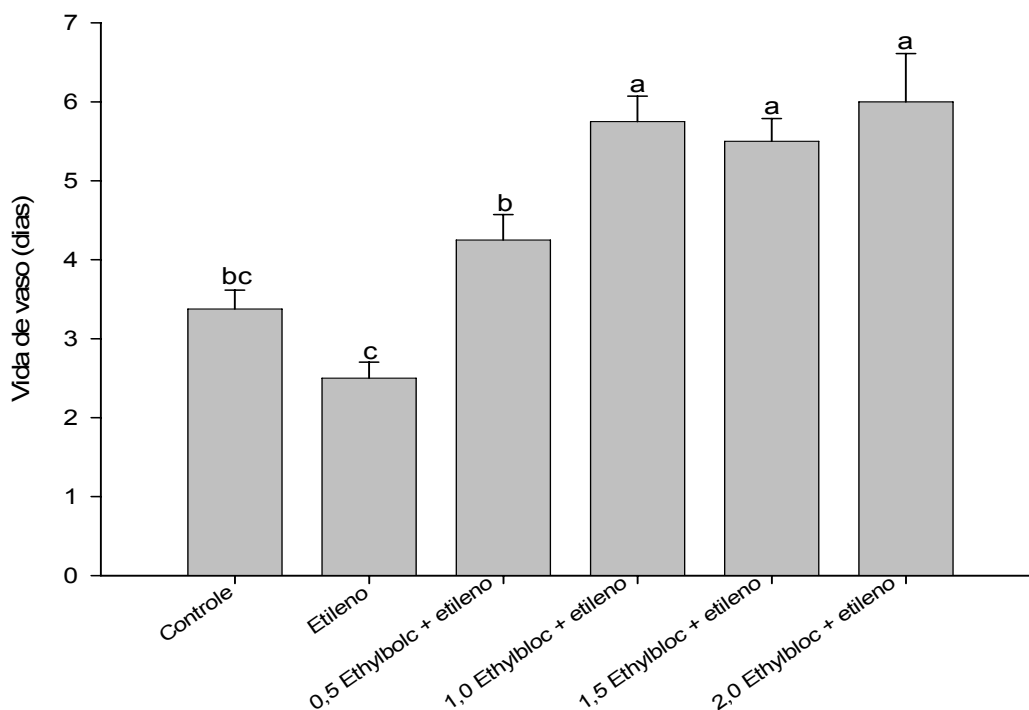
**Figura 8. Variação de massa fresca em rosa Osiana armazenada em condição ambiente ( $\pm 22^{\circ}\text{C}$ ) e câmara fria a  $5^{\circ}\text{C}$ . As barras representam erro padrão de 4 repetições. Seta indica saída da câmara fria.**

Dado que o 1-MCP bloqueia a percepção do etileno (Sisler e Serek, 1997), ele tem potencial para prevenir ou reduzir os fatores limitantes e processos que são dependentes de etileno e que contribuem para a perda de qualidade. Porém, há relatos em que 1-MCP não foi efetivo em prolongar a vida de vaso de flores de corte sem proceder a condições de estresse (Muller *et al.*, 2000a). Discute-se se o 1-MCP somente é efetivo na presença de etileno (Chamani *et al.*, 2005; Elgar *et al.*, 1999; Able *et al.*, 2002,2003; Cameron e Reid, 2001; Koukounaras *et al.*, 2005), indicando que o etileno parece não ser o único fator importante na regulação da vida pós-colheita, sendo importante apenas quando está presente em atmosferas poluídas, ou quando sua síntese é induzida por algum estresse.

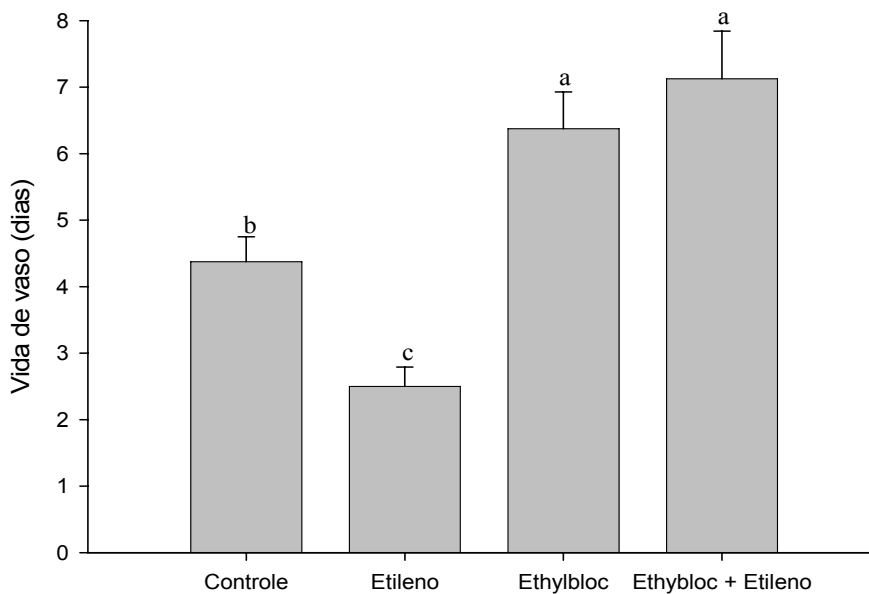
Assim, também foi avaliado o efeito do 1-MCP na presença de  $10\mu\text{L L}^{-1}$  etileno. Logo após as 24 horas de tratamento com Ethylbloc, foram aplicados  $10\mu\text{L}$

L<sup>-1</sup> de etileno, por 24 horas, em câmaras herméticas. Após os tratamentos, as hastes florais foram mantidas sob condição ambiente com temperatura de ±22°C.

Em presença de etileno a proteção pelo 1-MCP nas flores da rosa Osiana foi mantida, confirmando sua efetividade em inibir os efeitos causados pelo etileno nessa cultivar de rosa (Figuras 9 e 10).



**Figura 9.** Efeito da aplicação de Ethylbloc ( $\text{g m}^{-3}$ ) em combinação com  $10 \mu\text{L L}^{-1}$  de etileno sobre a vida de vaso em rosa Osiana. Letras iguais não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Duncan 5%. As barras representam erro padrão de 4 repetições.



**Figura 10. Efeito da aplicação de  $1,0 \text{ g m}^{-3}$  Ethylbloc em combinação com  $10 \mu\text{L L}^{-1}$  de etileno sobre a vida de vaso da rosa Osiana. Letras iguais não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Duncan 5%. As barras representam erro padrão de 4 repetições.**

O efeito do 1-MCP significativamente não foi afetado pela presença de etileno na rosa Osiana. A Figura 10 mostra a importância do papel do etileno na longevidade da rosa Osiana, e que o 1-MCP é capaz de prevenir os efeitos causados pelo etileno como abscisão e abertura das flores. A presença do etileno não reverteu a ação do 1-MCP em brócolis, pack choy (Able *et al.*, 2002) e em flores de corte como *Dendrobium* (Uthaichay *et al.*, 2007), *Lupinus Havardii* (Sankhla *et al.*, 2001) e phlox (Porat *et al.*, 1995). Estes resultados sugerem que o 1-MCP poderia ser muito usado para manter a qualidade de várias espécies de plantas ornamentais e também protegê-las dos efeitos do etileno que poderia estar presente no ambiente de armazenamento.

O tempo de proteção, ou seja, o aumento na longevidade que o 1-MCP promoveu na rosa Osiana foi de aproximadamente dois dias, podendo ser considerado curto. Pois em *Dendrobium* o seu efeito (na presença ou ausência de etileno) em inibir a abscisão das flores foi considerado longo por Uthaichay *et al.*

(2007). Porém, o tratamento com 1-MCP se faz importante em casos de transporte ou armazenamento feito em ambientes com etileno.

Mesmo na presença de etileno o 1-MCP, além de manter sua efetividade na longevidade da rosa Osiana, também teve efeito negativo sobre a abertura dos botões (Tabela 5).

O etileno não interferiu na efetividade do 1-MCP em bloquear os efeitos causados pelo etileno, inibindo a abertura dos botões e evitando a queda das pétalas como mostrado anteriormente. O sintoma característico de perda de qualidade das rosas tratadas com 1-MCP (com ou sem etileno) foi de necrose das pétalas enquanto o etileno causou em sua maioria a queda das pétalas (Tabela 5).

**Tabela 5. Médias das notas adotadas das fases de desenvolvimento e da perda da qualidade estética das flores da rosa Osiana. Valores seguidos por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey 5%.**

| Tratamentos       | Dias  |       |        |        |         |        |       | Nota de Descarte |
|-------------------|-------|-------|--------|--------|---------|--------|-------|------------------|
|                   | 0     | 1     | 2      | 3      | 4       | 5      | 6     |                  |
| T1 <sup>(a)</sup> | 1.00a | 2.00a | 2.38ab | 2.50ab | 2.88abc | 3.00ab | 3.50a | -2,63AB          |
| T2 <sup>(b)</sup> | 1.00a | 3.00b | 3.00c  | 3.25a  |         |        |       | -3,88A           |
| T3 <sup>(c)</sup> | 1.00a | 1.50a | 1.75b  | 2.00b  | 2.00c   | 2.25b  | 2.50b | -1,25C           |
| T4 <sup>(d)</sup> | 1.00a | 2.00a | 2.12ab | 2.12b  | 2.38bc  | 2.50ab | 2.62b | -1,88BC          |

<sup>(a)</sup> T1 = controle; <sup>(b)</sup> T2 = 10  $\mu\text{L L}^{-1}$  etileno; <sup>(c)</sup> T3 = 1,0  $\text{g m}^{-3}$  Ethylbloc;

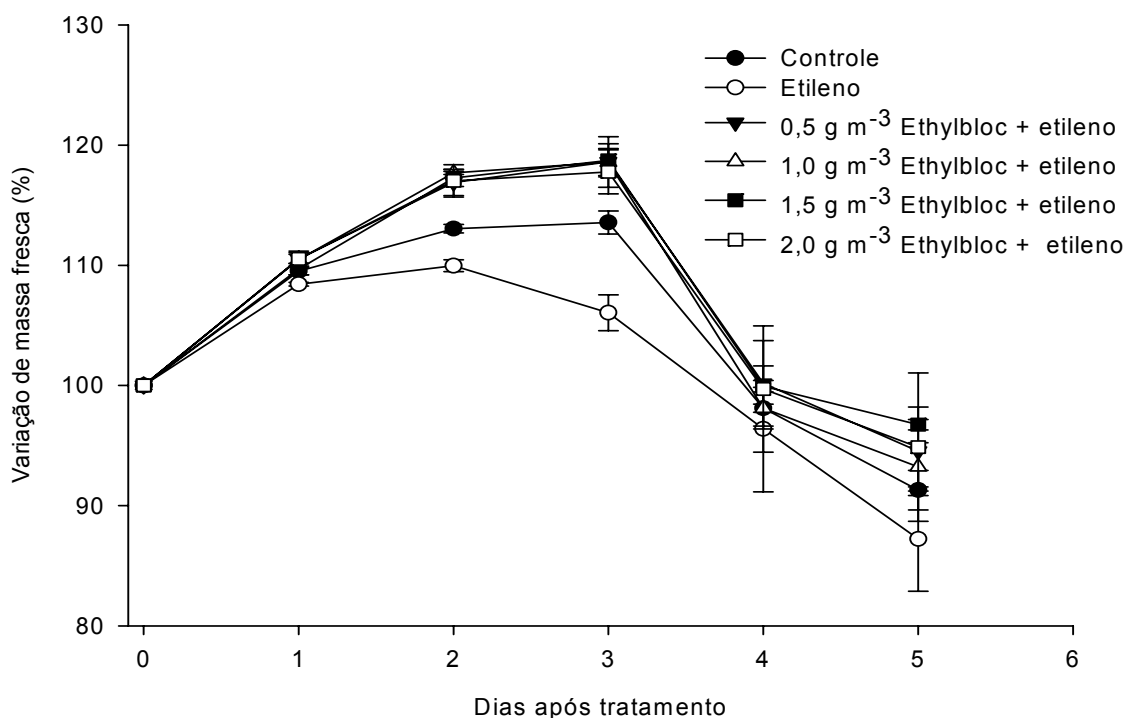
<sup>(d)</sup> T4 = 1,0  $\text{g m}^{-3}$  Ethylbloc + etileno

Em lírios, o pré-tratamento com 1-MCP na ausência de etileno não estendeu a vida de vaso e nem melhorou a qualidade. Mas a aplicação de etileno sem pré-tratamento com 1-MCP reduziu a vida de vaso e induziu abertura mais rápida (Elgar *et al.*, 1999). Eles sugerem que, na ausência de etileno exógeno, não há provas que o 1-MCP seja eficaz na manutenção da longevidade dessa flor. No entanto, na presença de altos níveis de etileno pode haver pequenos benefícios do antagonista.

Flores de petúnia tratadas com 1-MCP tiveram um ganho de vida de vaso, porém na presença de etileno, essa longevidade não foi mantida (Serek *et al.*, 1995).

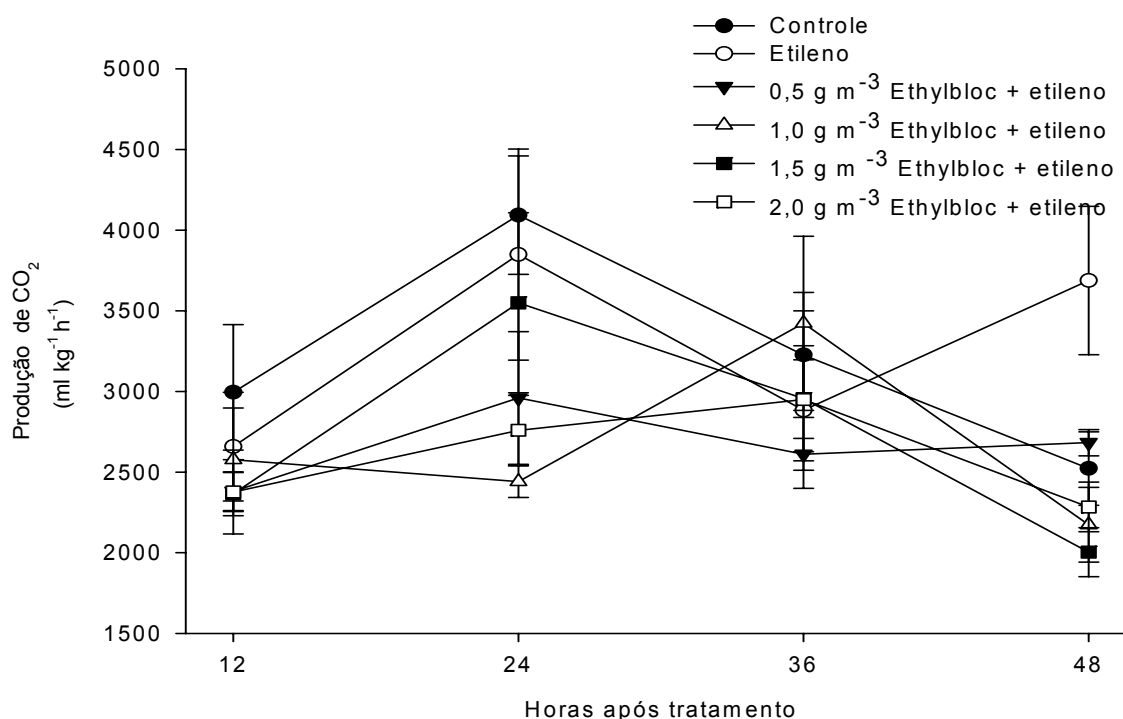
Tratamentos com 1-MCP sem etileno também tem pouco ou nenhum efeito em prolongar a vida de prateleira em algumas espécies de planta (Able *et al.*, 2002; Koukounaras *et al.*, 2006). O 1-MCP não teve efeito significativo sobre a degradação de clorofila quando as folhas de rúcula foram armazenadas em ambiente livre de etileno (Koukounaras *et al.*, 2006). Da mesma forma, em vegetais usados no processamento mínimo, o 1-MCP significativamente os protegeram do efeitos causados pelo etileno quando este está presente (Able *et al.*, 2003), refletido na redução do amarelecimento.

Em relação à variação percentual de massa pelas flores ao longo dos dias avaliados após os tratamentos com 1-MCP e etileno, inicialmente há igual ganho de massa igualmente em todos os tratamentos; o que poderia ser devido à absorção de água (Suzuki *et al.*, 2001). Esta capacidade difere das hastes do controle e das que receberam tratamentos com etileno em relação às tratadas com Ethylbloc, a partir do segundo dia (Figura 11).



**Figura 11. Efeito da aplicação de Ethylbloc em combinação com etileno sobre a variação de massa fresca em rosa Osiana. As barras representam erro padrão de 4 repetições.**

Essa antecipada perda de massa nas hastes não tratadas com Ethylbloc estava associada a uma maior taxa especulativa da respiração e produção de etileno 24 horas após os tratamentos (Figura12 e 13). A taxa respiratória das hastes tratadas com Ethylbloc foi reduzida após 24 horas de tratamento, com exceção das hastes tratadas com 1,5 g m<sup>-3</sup> de Ethylbloc. Ao final da avaliação, as melhores concentrações de Ethylbloc, 1,0; 1,5 e 2,0 g m<sup>-3</sup>, no sentido de prolongar a vida de vaso da rosa Osiana, foram efetivas em reduzir a taxa de respiração induzida pelo etileno (Figura 12 e Tabela 6).



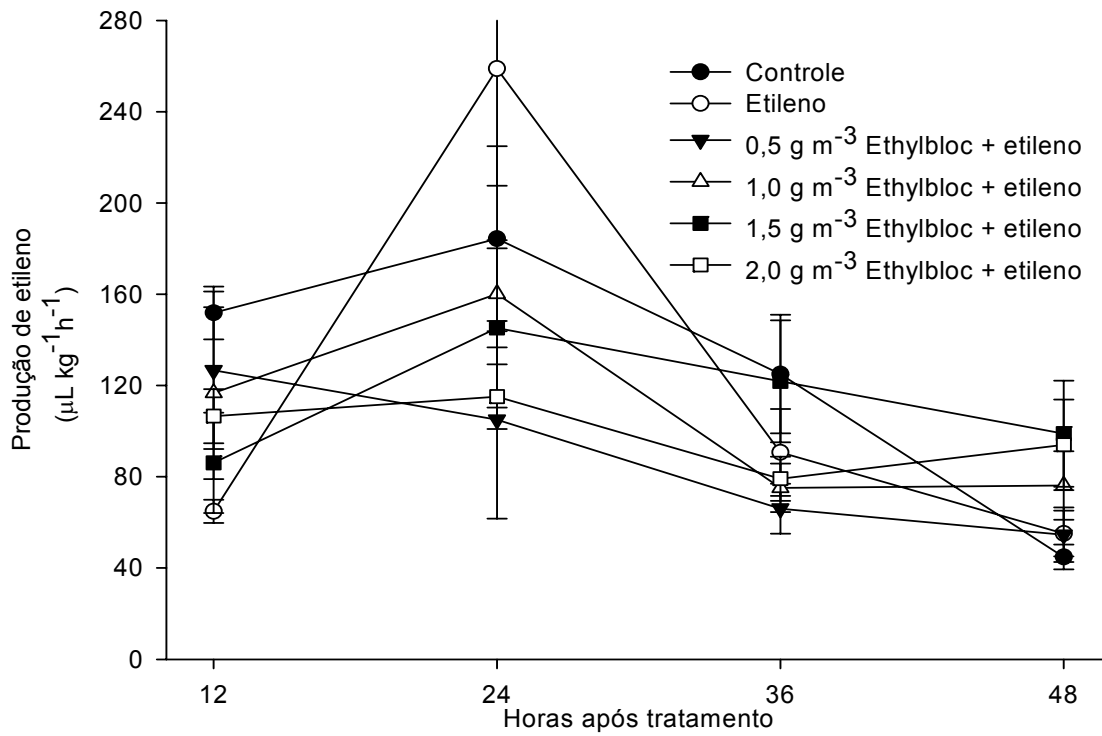
**Figura 12. Efeito da aplicação de Ethylbloc em combinação com 10 µL L<sup>-1</sup> de etileno sobre a produção de CO<sub>2</sub> em rosa Osiana. As barras representam erro padrão de 4 repetições.**

**Tabela 6. Efeito da interação entre os tempos de avaliação após os tratamentos sobre a produção de CO<sub>2</sub> em rosa Osiana. Letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem entre si e letras minúsculas nas colunas não entre si pelo teste de Tukey 5%.**

| Tratamentos              | Produção de CO <sub>2</sub> (ml kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )<br>(horas após tratamento) |           |         |          |
|--------------------------|---|-----------|---------|----------|
|                          | 12  | 24        | 36      | 48       |
| <b>T1</b> <sup>(a)</sup> | 2995Ba  | 4093ABabc | 3226ABa | 2522Bb   |
| <b>T2</b> <sup>(b)</sup> | 2658Ba  | 3848ABabc | 2883ABa | 3687ABab |
| <b>T3</b> <sup>(c)</sup> | 2380Aa  | 2959Aabc  | 2610Aa  | 2682Aab  |
| <b>T4</b> <sup>(d)</sup> | 2577ABa   | 2441ABc   | 3422ABa | 2173Bb   |
| <b>T5</b> <sup>(e)</sup> | 2366Ba  | 3549ABabc | 2955ABa | 2003Bb   |
| <b>T6</b> <sup>(f)</sup> | 2376Aa  | 2758Abc   | 2949Aa  | 2284Ab   |

<sup>(a)</sup> T1 = controle; <sup>(b)</sup> T2 = 10 µL L<sup>-1</sup> de etileno; <sup>(c)</sup> T3 = 0,5 g m<sup>-3</sup> Ethylbloc + etileno; <sup>(d)</sup> T4 = 1,0 g m<sup>-3</sup> Ethylbloc + etileno; <sup>(e)</sup> T5 = 1,5 g m<sup>-3</sup> Ethylbloc + etileno; <sup>(f)</sup> T6 = 2,0 g m<sup>-3</sup> Ethylbloc + etileno.

A produção de etileno também apresentou diferença entre os tratamentos. A produção de etileno, 24 horas após os tratamentos, mostrou-se maior nas hastes não-tratadas com Ethylbloc (Figura 13, Tabela 7). O tratamento com etileno induziu em média 50% e 30% a mais a síntese de etileno do que nas hastes tratadas com Ethylbloc e no controle respectivamente.



**Figura 13. Efeito da aplicação de Ethylbloc em combinação com etileno sobre a produção de etileno em rosa Osiana. As barras representam erro padrão de 4 repetições.**

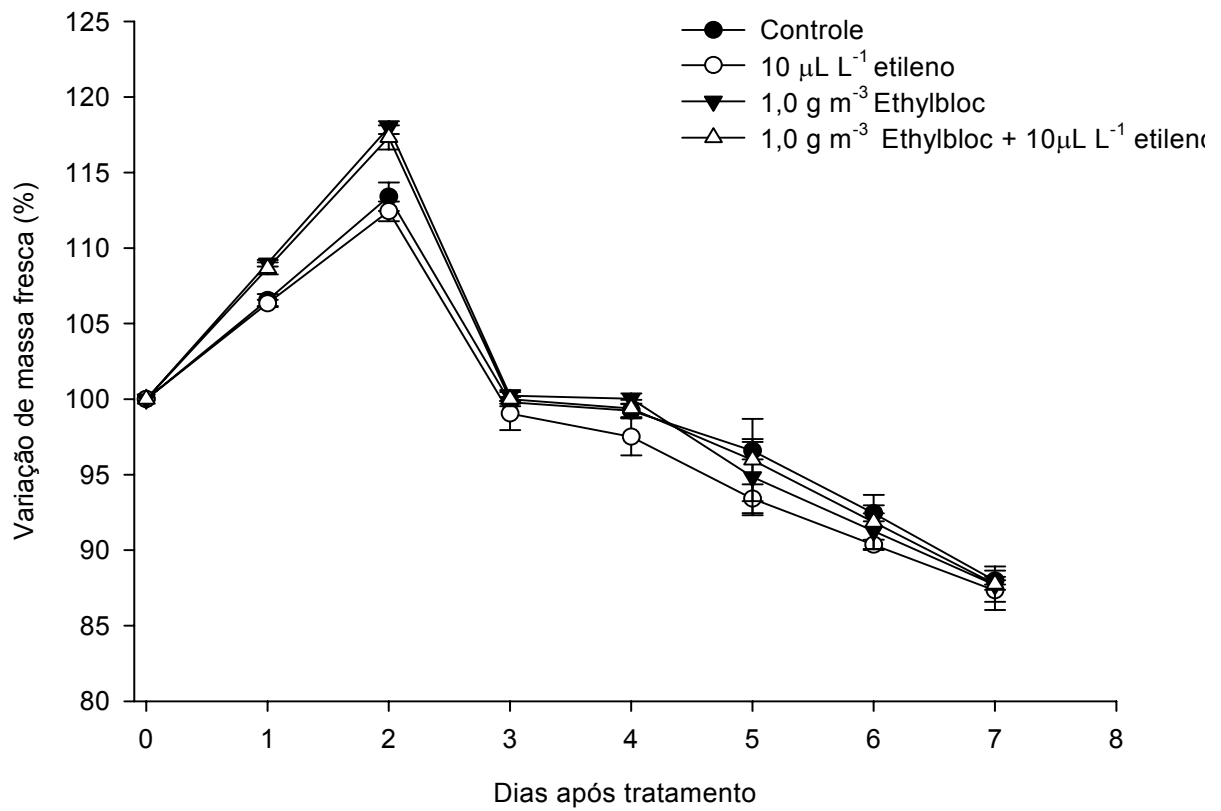
**Tabela 7. Efeito da interação entre os tempos de avaliação após os tratamentos sobre a produção de etileno em rosa Osiana. Letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem entre si e letras minúsculas nas colunas não entre si pelo teste de Tukey 5%.**

| Tratamentos              | Produção de Etileno ( $\mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ )<br>(horas após tratamento) |            |           |         |
|--------------------------|--|------------|-----------|---------|
|                          | 12   | 24         | 36        | 48      |
| <b>T1</b> <sup>(a)</sup> | 151.82 ABa   | 184.35ABab | 125.01ABa | 44.83Ba |
| <b>T2</b> <sup>(b)</sup> | 64.84Ba  | 258.83Aab  | 90.68Ba   | 55.15Ba |
| <b>T3</b> <sup>(c)</sup> | 126.68Aa   | 104.99Ab   | 66.01Aa   | 54.60Aa |
| <b>T4</b> <sup>(d)</sup> | 116.65Aa   | 160.17Aab  | 75.14Aa   | 76.15Aa |
| <b>T5</b> <sup>(e)</sup> | 86.10 Aa   | 145.25 Ab  | 121.81Aa  | 98.89Aa |
| <b>T6</b> <sup>(f)</sup> | 106.57Aa   | 115.12Ab   | 79.12Aa   | 93.98Aa |

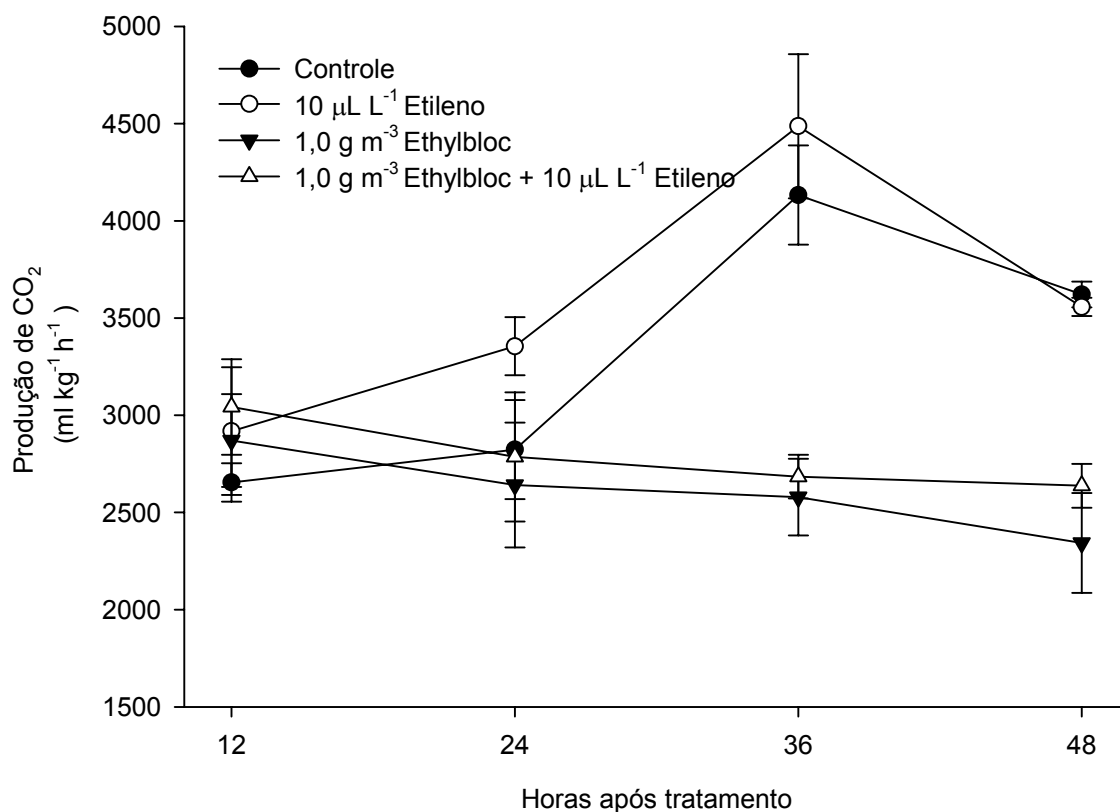
<sup>(a)</sup> T1 = controle; <sup>(b)</sup> T2 = etileno; <sup>(c)</sup> T3 = 0,5 g m<sup>-3</sup> Ethylbloc + etileno; <sup>(d)</sup> T4 = 1,0 g m<sup>-3</sup> Ethylbloc + etileno; <sup>(e)</sup> T5 = 1,5 g m<sup>-3</sup> Ethylbloc + etileno; <sup>(f)</sup> T6 = 2,0 g m<sup>-3</sup> Ethylbloc + etileno.

Quando se fez avaliação dos tratamentos das hastes florais de rosa Osiana com apenas a concentração de 1,0 g m<sup>-3</sup> de Ethylbloc com ou sem etileno, também houve variação na capacidade de ganho de massa. As hastes do controle e as tratadas com etileno não alcançaram valores iguais aos das tratadas com Ethylbloc (com ou sem etileno), apresentando 5% a menos de ganho de massa (Figura 14).

Tratamentos com Ethylbloc apresentaram menor taxa de respiração e produção de etileno (Figura 15 e Figura 16). Na presença de etileno o 1-MCP teve comportamento diferente daquele mostrado nos tratamentos onde não foi aplicado etileno. Sem aplicação de etileno, o 1-MCP não diferiu estatisticamente quanto à capacidade de induzir síntese de etileno e perda de massa. Porém, quando o etileno está presente, o 1-MCP inibe significativamente a sua síntese. Esse fato é muito importante em termos de conservação pós-colheita, já que a finalidade é proteger as flores tanto do etileno endógeno quanto do que pode estar presente no ambiente.



**Figura 14.** Efeito da aplicação de Ethylbloc em combinação com etileno sobre a variação de massa em rosa Osiana. As barras representam erro padrão de 4 repetições.



**Figura 15.** Efeito da aplicação de Ethylbloc em combinação com etileno sobre a produção de CO<sub>2</sub> em rosa Osiana. As barras representam erro padrão de 4 repetições.

**Tabela 8.** Efeito da interação entre os tempos de avaliação após os tratamentos sobre a produção CO<sub>2</sub> em rosa Osiana. Letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem entre si, e letras minúsculas nas colunas não entre si pelo teste de Tukey 5%.

| Tratamentos              | Produção de CO <sub>2</sub> (ml kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> ) |         |         |          |
|--------------------------|--|---------|---------|----------|
|                          | (horas após tratamentos)   |         |         |          |
|                          | 12   | 24      | 36      | 48       |
| <b>T1</b> <sup>(a)</sup> | 2654Ca   | 2823BCa | 4132ABa | 3621ABCa |
| <b>T2</b> <sup>(b)</sup> | 2918Ba   | 3354Ba  | 4486Aa  | 3557Ba   |
| <b>T3</b> <sup>(c)</sup> | 2870Aa   | 2641Aa  | 2578Ab  | 2342Ab   |
| <b>T4</b> <sup>(d)</sup> | 3042Aa   | 2785Aa  | 2684Ab  | 2637Ab   |

<sup>(a)</sup> T1 = controle; <sup>(b)</sup> T2 = 10 µL L<sup>-1</sup> etileno; <sup>(c)</sup> T3 = 1,0 g m<sup>-3</sup> Ethylbloc; <sup>(d)</sup> T4 = 1,0 g m<sup>-3</sup> Ethylbloc + etileno.

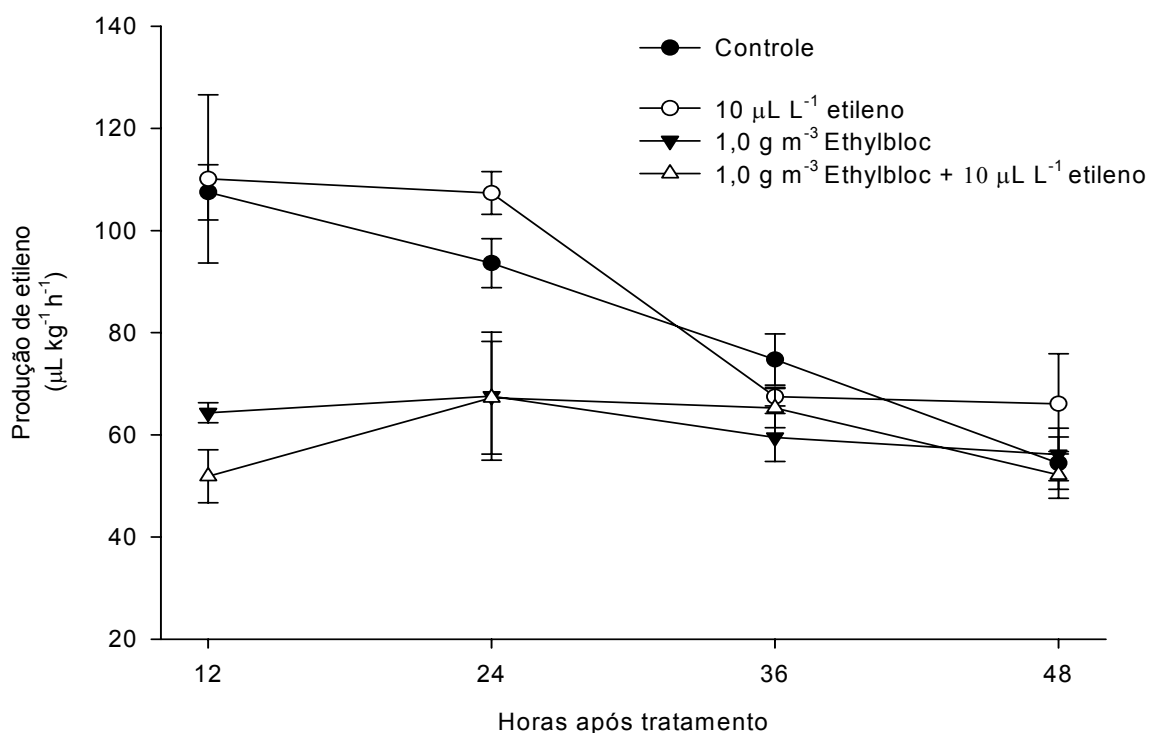


Figura 16. Efeito da aplicação de Ethylbloc em combinação com etileno sobre a produção de etileno em rosa Osiana. As barras representam erro padrão de 4 repetições.

Tabela 9. Efeito da interação entre os tempos de avaliação após os tratamentos sobre a produção de etileno em rosa Osiana. Letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem entre si, e letras minúsculas nas colunas não entre si pelo teste de Tukey 5%.

| Tratamentos       | Produção de Etileno ( $\mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ )<br>(Horas após tratamentos) |        |       |      |  |
|-------------------|---|--------|-------|------|--|
|                   | 12  | 24     | 36    | 48   |  |
| T1 <sup>(a)</sup> | 107ABa  | 93ABCa | 74BCa | 54Ca |  |
| T2 <sup>(b)</sup> | 110Aa   | 107Aa  | 67Ba  | 66Ba |  |
| T3 <sup>(c)</sup> | 64Ab  | 67Ab   | 59Aa  | 56Aa |  |
| T4 <sup>(d)</sup> | 51Ab  | 67Ab   | 65Aa  | 52Aa |  |

<sup>(a)</sup> T1 = controle; <sup>(b)</sup> T2 = 10  $\mu\text{L L}^{-1}$  etileno; <sup>(c)</sup> T3 = 1,0  $\text{g m}^{-3}$  Ethylbloc;  
<sup>(d)</sup> T4 = 1,0  $\text{g m}^{-3}$  Ethylbloc + etileno.

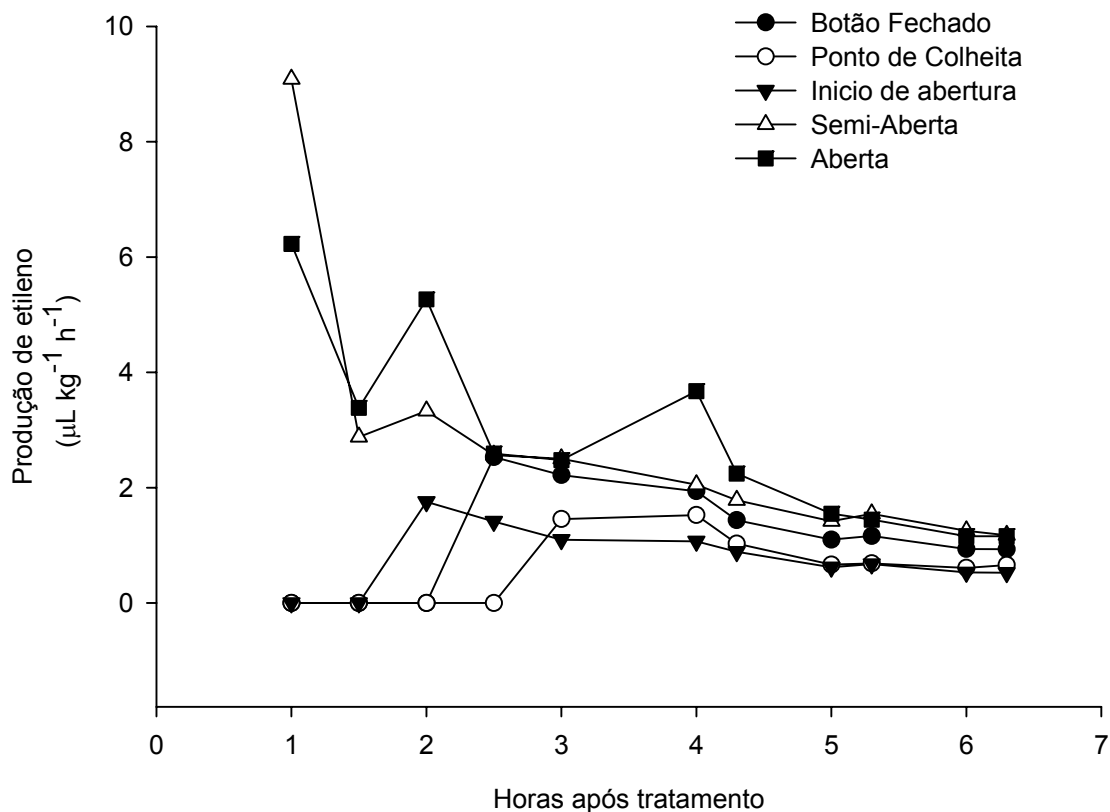
Essa diferença na produção de etileno e CO<sub>2</sub> nas hastes tratadas com 1-MCP ou/e etileno podem ser explicadas de duas maneiras. Uma delas seria em função de o etileno exógeno induzir sua síntese, e com isto alavancar as atividades metabólicas como a respiração ou abertura floral. Outra explicação seria em função do estágio de desenvolvimento da flor, em que a taxa de produção de etileno e respiração é variável durante desenvolvimento natural de qualquer espécie vegetal. Em rosas isto não seria diferente, ou seja, no estágio de botão, ou de flores não completamente abertas a produção de etileno é menor que em estádios mais avançados de abertura floral.

Estudo feito sobre a capacidade de produção de etileno pela rosa Osiana em diferentes estádios de desenvolvimento deixou isto mais claro. Assim foi determinada a taxa de produção de etileno em 5 estádios diferentes de desenvolvimento de botões da rosa Osiana classificados de botão completamente fechado à flor completamente aberta (Figura 17).



**Figura 17. Estádios de desenvolvimento da rosa Osiana. Da esquerda para direita: botão fechado, ponto de colheita, início de abertura, semi-aberta e completamente aberta.**

As flores da rosa Osiana foram mantidas em frascos vedados, e a partir de 1 hora de incubação foram retiradas amostras a cada meia hora, e as leituras foram feitas em cromatógrafo gasoso. Os resultados são mostrados na Figura 18, em que nos estádios mais avançados de abertura a produção de etileno nos primeiros tempos avaliados foi maior.



**Figura 18. Produção de etileno pelas flores da rosa Osiana em diferentes estágios de desenvolvimento.**

Como mostrado anteriormente, o 1-MCP inibiu a abertura dos botões florais, independentemente do etileno. Dessa forma, a menor produção de etileno e respiração ocorrida na presença 1-MCP, estando o etileno presente ou não, poderia estar associada à inibição da abertura das flores causada pelo 1-MCP.

Como o etileno induz abertura floral, abscisão e senescência, a taxa metabólica ficaria mais intensa, como a respiração, a qual fornece energia para todos estes processos que levam à perda de qualidade.

O 1-MCP por ter inibido a abertura dos botões florais da rosa Osiana, teve efeito indireto sobre a produção de etileno e respiração, uma vez que, para os diferentes estágios de desenvolvimento da rosa Osiana se observa uma taxa de produção de etileno.

Flores de corte, quando são destinadas a longos períodos de armazenamento ou transporte, o que é comum quando é feita a exportação das flores, são

submetidas a armazenamento a seco, que é feito em caixas de papelão ou simplesmente enroladas em papel tipo jornal. Às vezes são tratadas com soluções conservantes contendo sacarose e germicidas. Esse tipo de armazenamento poderia causar estresse e, induzindo a síntese de etileno, levando a uma redução de longevidade.

Com a intenção de verificar se o 1-MCP poderia vir a ser um efetivo composto na preservação das flores de corte submetidas a armazenamento seco e refrigerado, foi feito o tratamento das hastes da rosa Osiana.

Após tratadas com Ethylbloc, por 24 horas, e armazenadas a seco por dois períodos de tempo diferentes (3 e 7 dias), as hastes, logo após a saída do armazenamento a seco e refrigerado se apresentavam murchas, e sem abertura dos botões e com “pescoço” dobrado. Isso está de acordo com Van Doorn e Schröder (1994), que mencionam que esses sintomas são características comuns de estresse hídrico, podendo ser também devido à oclusão de xilema.

O armazenamento a seco pode causar bloqueio na absorção de água em rosas de corte devido ao crescimento de bactérias na base das hastes. Pois antes do armazenamento elas são colocadas em água que podem estar contaminadas, ou já virem do campo com contaminações. E durante o armazenamento a seco, o número de colônias bacterianas podem aumentar (Van Doorn e D’hont, 1994). Para evitar este problema, logo depois de encerrados os períodos de armazenamento a seco e refrigerado, as hastes tiveram suas bases cortadas, e foram mantidas em vaso contendo água destiladas para poderem restaurar a turgidez das flores e folhas, como foi explicado em materiais e métodos.

O tratamento com Ethylbloc nas concentrações usadas não interferiu significativamente na vida de vaso da rosa Osiana, ou seja, o 1-MCP não foi capaz de aumentar a longevidade das flores sob estas condições (Tabela 10). Serek *et al.*(2006) argumentam que a eficácia do 1-MCP sob baixas temperaturas é menor devido a supressão dos níveis de receptores.

Além do estresse gerado pelo armazenamento frio, o armazenamento a seco se apresenta como um segundo estresse, o que poderia aumentar a indução da síntese de etileno e/ou novos sítios receptores seriam formados. Talvez, para que o

1-MCP tivesse um melhor resultado sob estas condições, seriam necessárias concentrações maiores deste composto ou maior tempo de exposição ao 1-MCP.

Variedades diferentes de rosas de corte apresentam tolerâncias diferentes ao armazenamento a seco, no que se refere à vida de vaso, qualidade de mercado e doenças. Num estudo feito por Leonardi *et al.* (2001), quanto maior foi o período de armazenamento a seco das flores da rosa cultivar Classy, mais reduzida foi a longevidade e a porcentagem de abertura floral, à semelhança do observado neste trabalho nas flores rosa Osiana. Independentemente dos tratamentos realizados com 1-MCP, 7 dias de armazenamento a seco e refrigerado proporcionaram uma menor vida de vaso. Nowak e Rudnicki (1990) relatam que o período de armazenamento a seco e sob baixas temperaturas é menor para cravos, rosa e tulipas em relação ao armazenamento úmido.

O desenvolvimento da flor, após os períodos de armazenamento, também foi afetado, em que o maior período de armazenamento resultou em uma menor abertura das flores (Tabela 11).

Em *Telopea speciosissima*, maiores tempos de armazenamento refrigerado e seco também promoveram uma menor longevidade e reduziram subseqüentemente a abertura das inflorescências (Faragher *et al.*, 1986a). Essa curta vida de vaso foi associada a mudanças nas propriedades da inflorescência como menor capacidade de absorção de água e menor massa, abscisão do perianto e produção de etileno.

**Tabela 10. Efeito do tratamento com Ethylbloc após os dois períodos de armazenamento seco/câmara fria e reidratada sobre a vida de vaso (dias) da rosa Osiana. Letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%. Asterisco indica diferença estatística entre os períodos de armazenamento pelo teste F 5%.**

| Tratamentos       | Vida de vaso (dias) |        |
|-------------------|---------------------|--------|
|                   | 3 dias*             | 7 dias |
| T1 <sup>(a)</sup> | 5,75a               | 5,00a  |
| T2 <sup>(b)</sup> | 6,12a               | 4,88a  |
| T3 <sup>(c)</sup> | 6,75a               | 5,38a  |
| T4 <sup>(d)</sup> | 6,62a               | 5,88a  |
| T5 <sup>(e)</sup> | 6,50a               | 5,50a  |

<sup>(a)</sup> T1 = controle; <sup>(b)</sup> T2 = 0,5 g m<sup>-3</sup> Ethylbloc; <sup>(c)</sup> T3 = 1,0 g m<sup>-3</sup> Ethylbloc; <sup>(d)</sup> T4 = 1,5 g m<sup>-3</sup> Ethylbloc; <sup>(e)</sup> T5 = 2,0 g m<sup>-3</sup> Ethylbloc.

**Tabela 11. Médias das notas adotadas das fases de desenvolvimento e da perda da qualidade estética das flores de rosa Osiana. Valores seguidos por letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem entre si e letras minúsculas nas colunas na diferem entre si pelo teste Tukey 5%.**

| Períodos de Armazenamento a seco | Dias avaliados |       |        |        |        |        | Nota de Descarte |
|----------------------------------|----------------|-------|--------|--------|--------|--------|------------------|
|                                  | 0              | 1     | 2      | 3      | 4      | 5      |                  |
| 3 Dias                           | 1,0Ca          | 2,4Ba | 2,8Aa  | 2,9Aa  | 3,0Aa  | 3,1Aa  | -2,3a            |
| 7 Dias                           | 1,0Ca          | 2,1Bb | 2,3ABb | 2,3ABb | 2,4ABb | 2,5ABb | -1,9a            |

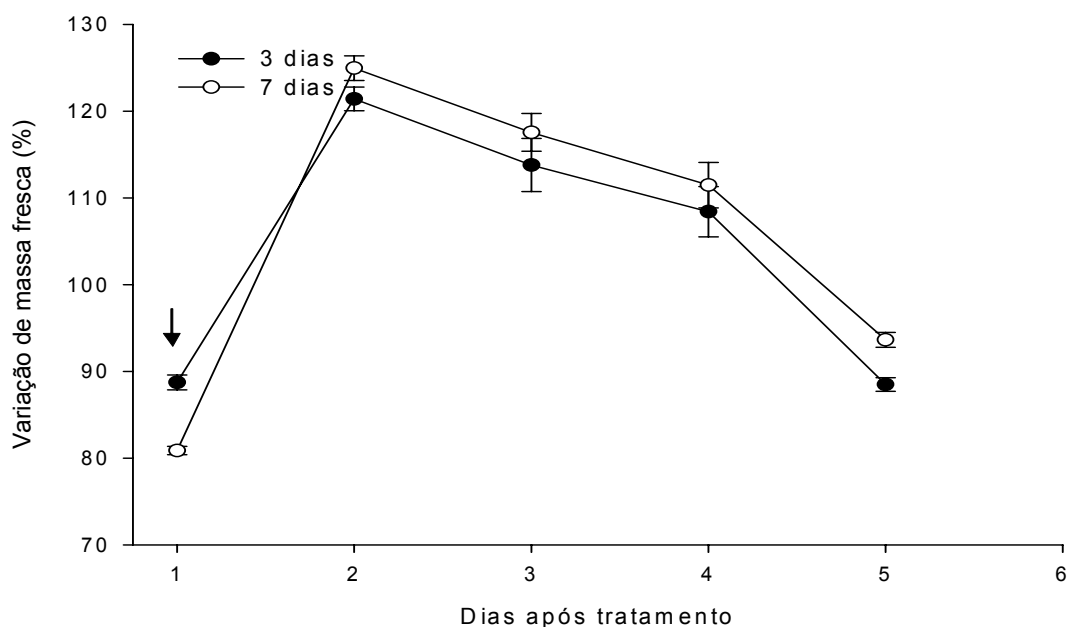
Em rosa cv Madame Delbard, mesmo se recuperando a turgidez após longos períodos de armazenamento a seco, a completa abertura das flores também não foi observada (Suzuki *et al.*, 2001).

Esta não abertura das flores da rosa Osiana após armazenamento a seco não foi em função do 1-MCP, já que não houve diferença entre os tratamentos. O armazenamento a seco reduziu a abertura das flores de rosa Sonia, Jacarandá e Madelon estudadas por Van Doorn e D'hont (1994); quando observaram interação

entre colônias de bactérias e armazenamento a seco. Pode ser que mesmo as hastes tendo a base cortada a cada 2 dias, ocorresse formação de colônias acima do ponto de corte, o que refletiria na redução da abertura por impedir a absorção de água, e quanto maior tempo maior seria a formação das colônias bacterianas.

O etileno exógeno efetivamente influencia a longevidade e na abertura das flores de corte e, particularmente na rosa Osiana. Porém, etileno não pode ser considerado o único fator, pois fatores como ajustamento osmótico e metabolismo de carboidratos, também seriam responsáveis pelo processo de abertura dos botões em flores de corte como orquídea (Yap *et al.*, 2008) e rosas (Kuiper *et al.*, 1995, 1996; Yamada *et al.*, 2007). Dessa forma, a menor abertura ocorrida nas flores da rosa Osiana após o armazenamento por mais tempo (7 dias) pode ter ocorrido em função da menor quantidade de reserva presente nos tecidos.

O armazenamento por 7 dias proporcionou maior perda de massa das hastes florais, o que já era esperado, pois a relação de água nas flores de corte é em função da transpiração e absorção (Reid *et al.*, 1996.). Não havendo nenhuma fonte de absorção, quanto maior o tempo das hastes fora da água maior será a perda de água por transpiração, acarretando em uma maior perda de massa (Figura 19, Tabela 12).



**Figura 19. Efeito do período de armazenamento seco/câmara fria sobre a variação de massa em rosa Osiana. As barras são erro padrão de 20 repetições. Sete indica saída da câmara fria e colocada em vasos com água.**

**Tabela 12. Efeito do período de armazenamento sobre a variação de massa fresca depois de retirada da câmara fria e reidratada em rosa Osiana. Letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem entre si e letras minúsculas nas colunas não entre si pelo teste de Tukey 5%.**

| Períodos de Armazenamento a seco | Variação de massa após armazenamento (%) |          |          |          |         |
|----------------------------------|--|----------|----------|----------|---------|
|                                  | 1  | 2        | 3        | 4        | 5       |
| 3 Dias                           | 88,74Ca                                  | 121,41Aa | 113,79Ba | 108,41Ba | 93,17Ca |
| 7 Dias                           | 80,88Eb                                  | 124,97Aa | 117,55Ba | 111,48Ca | 93,64Da |

Com a reidratação a massa fresca aumenta, e nos dois tempos diferentes de armazenamento a seco e refrigerado, as hastes tiveram a mesma capacidade de recuperação da massa (Figura 19, Tabela 12). Essa reidratação tem sido associada ao aumento da absorção de água (Suzuki *et al.*, 2001). Já flores de crisântemo após curtos períodos de armazenamento a seco, não foram capazes de recuperar massa inicial (van Meeteren *et al.*, 2006).

Então, essa menor vida de vaso da rosa Osiana quando armazenada por maior tempo não pode ser associada com perda de água, já que após os 2 tempos de armazenamento a seco as hastes florais da rosa Osiana tiveram igual capacidade de reidratação. Faragher *et al.*, 1984 descrevem que por mais que maiores tempos de armazenamento a seco e refrigerado reduzissem a vida de vaso da rosa cultivar Mercedes, isto não foi refletido na perda de água durante armazenamento a seco uma vez que a capacidade de absorção foi retomada quando as hastes foram colocadas em água sob condições de 22°C.

O armazenamento a seco e refrigerado, por 7 dias, proporcionou uma maior taxa respiratória 12 horas após a reidratação, sendo de 54% maior em relação aos das hastes após os 3 dias armazenados (Figura 20, Tabela 13), sendo explicado pelo maior estresse gerado por um período de armazenamento maior.

Com 24 horas após a reidratação, o processo se inverte, e a respiração se torna maior quando as hastes ficaram por 3 dias armazenados a seco e sob refrigeração; tornando-se constante nas hastes armazenadas por 7 dias. Talvez isto reflita na diferença ocorrida no grau de abertura das flores, maior atividade respiratória induziu a uma maior abertura das flores, apesar de inicialmente o armazenamento por 7 dias tenha causado uma maior atividade respiratória. Mas isto poderia ser em função do maior estresse gerado.

Apesar de a abertura das flores, geralmente estar associada com a produção de etileno, sob essas condições, isto não foi observado em rosa Osiana, já que as hastes que ficaram por mais tempo armazenadas a seco e sob refrigeração apresentaram maior produção de etileno (Figura 21, Tabela 14) e menor grau de abertura das flores foi observado (Tabela 11). Talvez sob estas condições, a síntese de etileno não esteja envolvida com sua ação. Esta menor abertura das flores talvez

refletisse no esgotamento das reservas, já que as flores se apresentam mais envelhecidas.

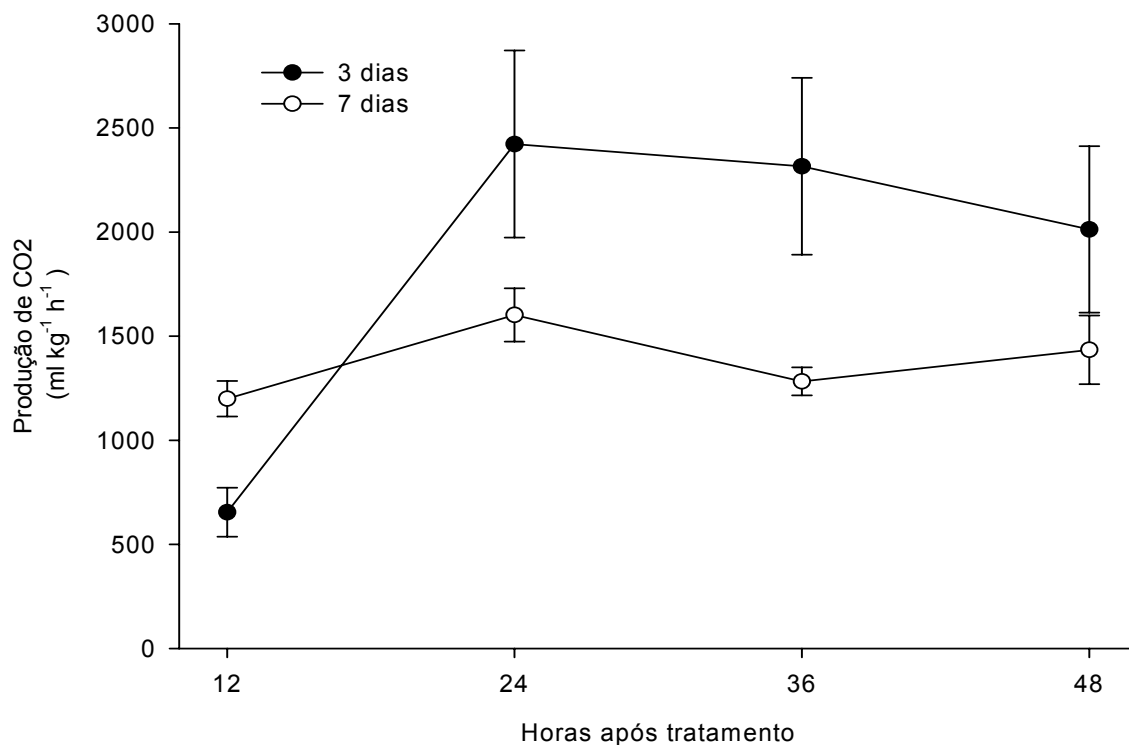
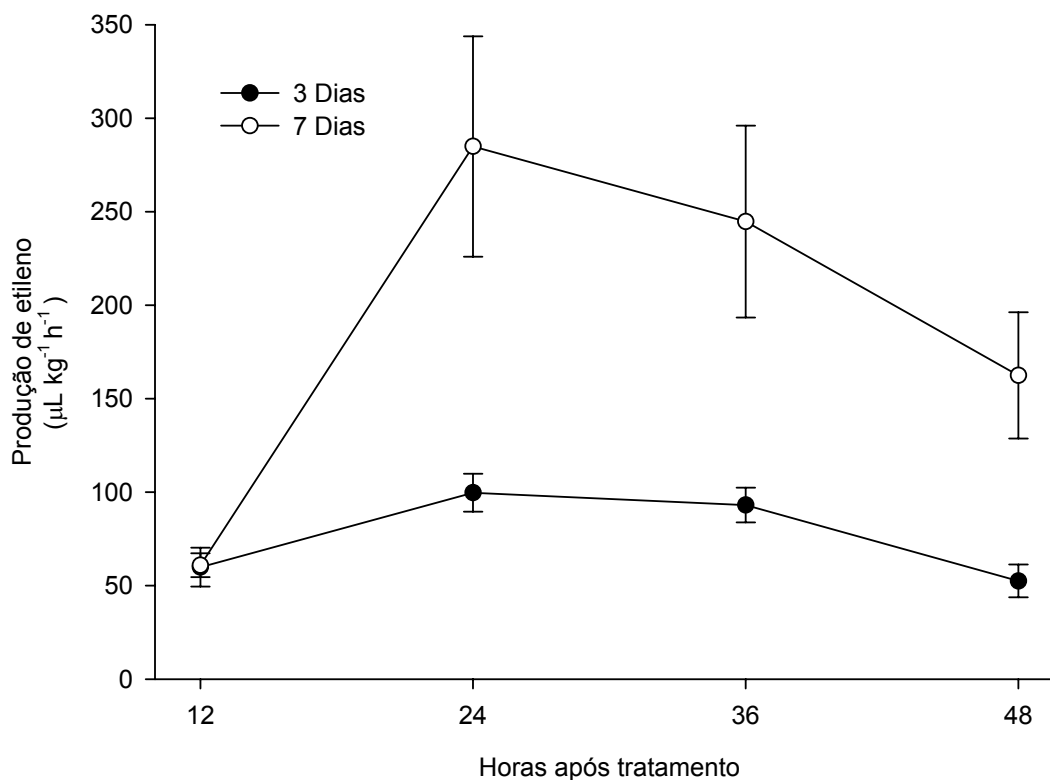


Figura 20. Efeito do período de armazenamento seco/câmara fria depois de retirada da câmara fria e reidratada sobre a produção de CO<sub>2</sub> na rosa Osiana. As barras representam erro padrão de 20 repetições.

Tabela 13. Efeito dos período de armazenamento sobre a produção de CO<sub>2</sub> na rosa Osiana. Letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem entre si e letras minúsculas nas colunas não entre si pelo teste de Tukey 5%.

| Períodos de Armazenamento a seco | Produção de CO <sub>2</sub> (ml kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> ) |           |           |           |
|----------------------------------|--|-----------|-----------|-----------|
|                                  | (Horas após tratamentos)   |           |           |           |
|                                  | 12   | 24        | 36        | 48        |
| 3 Dias                           | 654.26Ba   | 2422.32Aa | 2315.58Aa | 2012.12Aa |
| 7 Dias                           | 1199.62Aa  | 1601.95Ab | 1282.76Ab | 1434.12Aa |



**Figura 21. Efeito do período de armazenamento seco/câmara fria depois de retirada da câmara fria e reidratada sobre a produção de etileno na rosa Osiana. As barras são erro padrão de 20 repetições.**

**Tabela 14. Efeito do período de armazenamento sobre a produção de etileno rosa Osiana. Letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem entre si e letras minúsculas nas colunas não entre si pelo teste de Tukey 5%.**

| Períodos de armazenamento a seco | Produção de etileno (µL kg⁻¹ h⁻¹)<br>(Horas após tratamentos) |          |          |         |
|----------------------------------|---|----------|----------|---------|
|                                  | 12  | 24       | 36       | 48      |
| 3 Dias                           | 59.9Aa  | 99.7Ab   | 93.1Ab   | 52.5Ab  |
| 7 Dias                           | 60.9Ca  | 284.9ABa | 244.7ABa | 162.5Ba |

## 4. Conclusões

- A rosa Osiana mostrou-se sensível a concentrações maiores que  $10\mu\text{L L}^{-1}$  de etileno, sendo caracterizada uma cultivar medianamente sensível ao etileno e apresentou queda das pétalas ainda túrgidas.
- A utilização de 1-MCP em todas as concentrações de Ethylbloc testadas inibiu a abertura das flores de rosa Osiana, sugerindo que o etileno tem papel crítico na regulação do processo de abertura das flores nesta cultivar.
- A concentração de  $1,0\text{ g m}^{-3}$  de Ethylbloc foi suficiente para prevenir ação do etileno tanto na queda das pétalas, quanto na abertura das flores, estando o etileno presente ou não.
- A utilização do Ethylbloc promoveu o aumento em 2 dias na vida de vaso de flores de rosa Osiana.
- Tratamentos com 1-MCP não são recomendados quando o destino das flores da rosa Osiana é o armazenamento a seco devido, a sua não efetividade.
- Períodos de armazenamento a seco maiores que 3 dias não foram benéficos para a longevidade da rosa Osiana.

## 5. Referências Bibliográficas

- Able, A.J.; Wong, L.S.; Prasad, A.; O'Hare, T.J. 2002. 1-MCP is more effective on a floral brassica (*Brassica oleracea* var. *italica* L.) than a leafy Brassica (*Brassica rapa* var. *chinensis*). **Postharvest Biology and Technology** 26: 147-155.
- Able, A.J.; Wong, L.S.; Prasad, A.; O'Hare T.J. 2003. The effects of 1-methylcyclopropene on the shelf life of minimally processed leafy asian vegetables. **Postharvest Biology and Technology** 27: 157-161.
- Aharoni, N.; Anderson, J.D.; Lieberman, M. 1979. Production and action of ethylene in senescing leaf discs: effect of indoleacetic acid, kinetin, silver ion, and carbon dioxide. **Plant Physiol.** 64: 805-809.
- Argueso, C.T.; Hansen, M.; Kieber, J. 2007. Regulation of ethylene biosynthesis. **Journal Plant Growth Regul.** 26:92-105.
- Arnon, D. 1949. Cooper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology.** 24:1-15.
- Barry, C.S.; Llop-Tous, M.I.; Grierson, D. 2000. The regulation of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthase gene expression during the transition from system-1 to system-2 ethylene synthesis in tomato. **Plant Physiol.** 123: 979-986.
- Bleecker, A.B.; Schaller, C.E. 1996. The mechanism of ethylene perception. **Plant Physiol.** 111: 653-660.
- Cameron, A.C.; Reid, M. S. 2001. 1-MCP blocks ethylene-induced petal abscission of *pelargonium peltatum* but the effect is transient. **Postharvest Biology and Technology** 22: 169-177.
- Çelikel, F.G.; Dodge, L.; Reid, M.S. 2002. Efficacy of 1-MCP (1-metilciclopropone) and promalin for extending the post-harvest life of oriental lilies (*Lilium* X "Mona Lisa" and "Stargazer"). **Science Horticulturae.** 93: 149-155.
- Chamani E.; Khalighi A.; Joyce, D.C.; Irving, D.E.; Zamani, Z.A.; Mostofi Y.; Kafi, M. 2005. Ethylene and anti-ethylene treatment effects on cut 'first red' rose. **Journal of Applied Horticulture.** 7(1): 3-7.
- Chang, S.; Lu, L.; Wang, N.N.; Charng, Y. 2007. Negative feedback regulation of system-1 ethylene production by the tomato 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase 6 gene promoter. **Plant Science.** Disponível online em [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).
- de Wild, H.; Woltering, E.; Peepelenbos, H. 1999. Carbon dioxide and 1-mcp inhibit ethylene production and respiration of pear fruits by different mechanisms. **Journal Exp. Botany.** 335(50): 837-844.

- Elgar, H.J.; Woolf, A.B.; Bielecki L. 1999. Ethylene production by three lily species and their response to ethylene exposure. **Postharvest Biology and Technology** 16: 257-267.
- Ella, L.; Zion, A.; Nehemia, A.; Amnon, Lers. 2003. Effect of the ethylene action inhibitor 1-methylcyclopropene on parsley leaf senescence and ethylene biosynthesis. **Postharvest Biology and Technology**. 30: 67-74.
- Fan, X.; Argenta, L.; Mattheis, J.P. 2000. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage life of apricots. **Postharvest Biology and Technology**. 20: 135–142.
- Faragher, J.D.; Mayak, S.; Tirosh, T.; Halevy, A.H. 1984. Cold storage of rose flowers: effects of cold storage and water loss on opening and vase life of ‘Mercedes’ roses. **Scientia Horticulturae**. 24. (Abstract)
- Faragher, J. D.; Mayak S.; Tirosh T. 1986. Physiological response of cut rose flowers to cold storage. **Physiol. Plant**. 67: 205-210.
- Faragher, J.D. 1986a. Effects of cold storage methods on vase life and physiology of cut waratah inflorescences (*Telopea speciosissima*, Proteaceae). **Scientia Horticulturae**. 29. (abstract)
- Finger, F.L.; Carneiro, T.F.; Barbosa, J.G. 2004. Senescência pós-colheita de inflorescências de esporinha (*Consolida ajacis*). **Pesq. agropec. bras.** 39(6):533-537.
- Finger, F.L.; Barbosa, J.G. 2006. **Advances in Postharvest Technologies for Horticultural Crops**. 373-393.
- Finger, F.L.; Moraes, P.J. de; Barbosa, J.G. ; Grossi J.A.S. 2003. Vase life of bird-of-paradise flowers influenced by pulsing and term of cold storage. **ISHS Acta Horticulturae**. 628: 863-867.
- Golding , J.B., Shearer, D., Wyllie, S.G.; McGlasson, W.B. 1998. Application of 1-mcp and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit. **Postharvest Biology and Technology**. 14: 87-98.
- Hayama, H.; Tatsuki, M.; Nakamura, Y. 2008. Combined treatment of aminoethoxyvinylglycine (AVG) and 1-methylcyclopropene (1-MCP) reduces melting-flesh peach fruit softening. **Postharvest Biology and Technology**. 50: 228-230.
- Ichimura, K.; Kojima, K.; Goto, R. 1999. Effects of temperature, 8-hydroxyquinoline sulphate and sucrose on the vase life of cut rose flowers. **Postharvest Biology and Technology**. 15: 33–40.
- Ichimura, K.; Kishimoto, M.; Norikoshi, R.; Yamada, K. 2005. Soluble carbohydrates and variation in vase-life of cut rose cultivars ‘Delilah’ and ‘Sonia’. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**. 80 (3):280-286.

- Jiang, W.; Sheng, Q.; Zhou, X.; Zhang, M.; Liu, X. 2002. Regulation of detached coriander leaf senescence by 1-methylcyclopropene and ethylene. **Postharvest Biol. Technol.** 26: 339-345.
- Junqueira, A.H.; Peetz, M.S. 2007. **Hortica**: Exportações de Flores e Plantas ornamentais.
- Kende H., Bleeder A.B. 2000. Ethylene: a gaseous signal molecule in plants. **Annu. Rev. Cell. Dev. Biol.** 16: 1-18.
- Kim, H.; Craig, R.; Brown, K.M. 2007. Ethylene resistance of regal pelargonium is complemented but not replaced by 1-mcp. **Postharvest Biology and Technology.** 45: 66-72.
- Koukounaras, A.; Siomos, A.S.; Sfakiotakis, E. 2006. 1-methylcyclopropene prevents ethylene induced yellowing of rocket leaves. **Postharvest Biology and Technology.** 41: 109-111.
- Kuiper, D.; Ribot, S.; van Reenen, H.S.; Nollie, M. 1995. The effect of sucrose on the flower bud opening of 'madelon' cut roses. **Scientia Horticulturae.** 60: 325-336.
- Kuiper, D.; van Reenen, H.S.; Ribot, S. 1996. Characterisation of flower bud opening in roses; a comparison of madelon and sonia roses. **Postharvest Biology and Technology.** 9: 75-86.
- Leonard, R.T.; Nell, T.A.; Suzuki, A.; Barrett, J.E.; Clark, D.G. 2001. Evaluation of long term transport of colombian grown cut roses. **Acta Hort.** 543: 293-297.
- Lutts, S.; Kinet, J.M.; Bouharmont, J. 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. **Annals of Botany.** 78: 389-398.
- Ma, N.; Cai, L.; Lu, W.; Tan, H.; Gao, J. 2005. Exogenous ethylene influences flower opening of cut roses (*Rosa hybrida*) by regulating the genes encoding ethylene biosynthesis enzymes. **Sci China C Life Sci.** (Abstract)
- Ma, N.; Tan, H.; Liu, X.; Xue, J.; Li, Y.; Gao, J. 2006. Transcriptional regulation of ethylene receptor and ctr genes involved in ethylene-induced flower opening in cut rose (*Rosa hybrida*) cv. Samantha. **Journal of Experimental Botany.** 57 (11): 2763-2773.
- Macnish, A. J.; Irving, D. E.; Joyce, D. C.; Vithanage, V.; Wearing, A. H.; Lisle, A.T. 2004. Variation in ethylene-induced postharvest flower abscission responses among chamelaucium desf. (myrtaceae) genotypes. **Scientia Horticulturae** 102: 415-432.
- Matile, P.; Hortensteiner, S.; Thomas, H.; Krautler, B. 1997. Chlorophyll breakdown in senescent leaves. **Plant Physiol.** 112: 1403-1409
- Moraes, P.J. 1999. Efeito da refrigeração e do acondicionamento em sacarose sobre a conservação pos-colheita de *Strelitzia reginae* ait. **Tese de Mestrado-UFV.**

- Muller, R.; Stummann, B. M.; Serek, M. 2000. Characterization of an ethylene receptor family with differential expression in rose (*Rosa hybrida* L.) flowers. **Plant Cell Reports**. 19: 1232-1239.
- Muller, R.; Sisler, E.C.; Serek, M. 2000a. Stress induced ethylene production, ethylene binding, and the response to the ethylene action inhibitor 1-mcp in miniature roses. **Scientia Horticulturae**. 83: 51-59.
- Mullins, E.D.; McCollum, T.G.; McDonald, R.E. 1999. Ethylene: a regulator of stress-induced acc synthase activity in nonclimacteric fruit. **Physiol. Plant**. 107: 1-7.
- Mullins, E.D.; McCollum, T.G.; McDonald, R.E. 2000. Consequences on ethylene metabolism of inactivating the ethylene receptor sites in diseased non-climacteric fruit. **Postharvest Biol. Technol.** 19: 155-164.
- Nafees A. K. (ed.). 2006. **Ethylene Action In Plants**. Springer.
- Nowak, J.; Rudnick, R.M. 1990. Postharvest handling and storage of cut flowers, florist.greens and potted plant. Portland: Timber Press, 210p.
- Persico, M.; Krarup, E.O. 2005. Response of lillium sp. Startgarzer to exogenous ethylene during postharvest. **ISHS Acta Horticulturae**. 682 (abstract)
- Philosoph-Hadas, S.; Golan, O.; Rosenberger I.; Salim S.; Kochanek B.; Meir S. 2005. Efficiency of 1-mcp in neutralizing ethylene effects in cut flowers and potted plants following simultaneous or sequential application. **ISHS Acta Horticulturae**. 669. (Abstract).
- Philosoph-Hadas, S.; Meir, S.; Aharoni, N. 1985. Autoinhibition of ethylene production in tobacco leaf discs: enhancement of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid conjugation. **Physiol Plant**. 63: 431-437.
- Pompodakis, N.E.; Terry, L. A.; Joyce, D. C.; Lydakakis, D.; Papadimitriou, M. D. 2005. Effect of seasonal variation and storage temperature on leaf chlorophyll fluorescence and vase life of cut roses. **Postharvest Biology and Technology** 36: 1-8.
- Porat, R.; Shlomo, E.; Serek, M.; Sisler, E.C.; Borochoy, A. 1995. 1-methylcyclopropene inhibits ethylene action in cut phlox flowers. **Postharvest Biol. Technol.** 6: 313-319
- Redman, P.B.; Dole, J. M.; Maness, N. O.; Anderson, J.A. 2002. Postharvest handling of nine specialty cut flowers. **Scientia horticulturae**. 92: 293-303.
- Reid, M.S. 1985. The role of ethylene in flower senescence. **Acta Horticulturae**. 261. (abstract).
- Reid, M.S.; Evans R.Y; Dodge, L.L. 1989. Ethylene and silver thiosulphate influence opening of cut rose flowers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. 114(3): 436-440.

- Reid, M.S.; Mokhtari, M.; Lieth, J.H.; van Doorn, W.G.; Evans, R.Y. 1996. Modelling the postharvest life of cut roses. **ISHS Acta Horticulturae**. 424:137-144.
- Riov, J.; Yang, S.F. 1982. Effects of exogenous ethylene production in citrus leaf tissue. **Plant Physiol**. 70: 136-141.
- Sankat, C.K.; Maharaj, V. 1996. Shelf life of the green herb 'shad beni' (*Eryngium foetidum* L.) stored under refrigerated conditions. **Postharvest Biology and Technology**. 7:109-118.
- Sankhla, N.; Mackay, T.D.; Davis T.D. 2001. Extension of vase life and prevention of ethylene-induced flower shattering in *Lupinus Hvardii* by 1-metilciclopropeno. **ISHS Acta Horticulturae**. 543:75-78.
- Serek M.; Woltering, E.J.; Sisler, E.C.; Frello S.; Sriskandarajah, S. 2006. Controlling ethylene responses in flowers at the receptor level. **Biotechnology Advances**. 24: 368–381.
- Serek, M.; Sisler, E.; Reid, M. 1996. Ethylene and the postharvest performance of miniature roses. **ISHS Acta Horticulturae**. 424:145-149.
- Serek, M.; Tamari, G.; Sisler, E.C.; Borochoy, A. 1995. Inhibition of ethylene-induced cellular senescence symptoms by 1-methylcyclopropene, a new inhibitor of ethylene action. **Physiol. Plant**. 94:229-232.
- Serek, M.; Sisler, E.; Reid, M. 1995a. Effects of 1-MCP on vase life and ethylene response of cut flowers. **Plant Growth Regul.** (abstract)
- Serek, M.; Sisler, E.; Reid, M. 1995b. 1-methylcyclopropeno, a novel gaseous inhibitor of ethylene action, improves the life of fruit, cut flowers and potted plants. **ISHS Acta Horticulturae**. 394:337-345.
- Sisler, E.C.; Serek, M.; Dupille, E.; Goren, R. 1999. Inhibition of ethylene responses by 1-methylcyclopropene and 3- methylcyclopropene. **Plant Growth Regul**. 27: 105-111.
- Sisler, E. C.; Serek, M. 1997. Inhibition Of Ethylene Response In Plants At The Receptor Level: Recent developments. **Physiologia Plantarum**. 100: 577-582.
- Sisler, E.C.; Dupille, E.; Serek, M. 1996. Effect of 1-methylcyclopropene and methylenecyclopropane on ethylene binding and ethylene action on cut carnations. **Plant Growth Regul.** (abstract)
- Skog, L.J.; Blom, T.; Schaefer, B.; Digweed, B.; Fraser, H.; BrownW. 2001. A survey of ethylene contamination in ontario's floriculture industry and the evaluation of 1-methylcyclopropene and an ethylene absorber as potential solutions. **ISHS Acta Horticulturae** 543: 55-62.
- Suzuki A.; Leonard, R.T.; Nell, T.A.; Barrett, J.E.; Clark, D.G. 2001. Effects of retail hydration on water uptake and quality of 'madame delbard' roses after long term transport. **ISHS Acta Horticulturae** 543:251-256.

- Taiz, L. e Zeiger, E. 2006. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed.
- Tan, H.; Liu, X.; Ma, N.; Xue, J.; Lub, W.; Bai, J.; Gao, J. 2006. Ethylene-influenced flower opening and expression of genes encoding etrs, ctrs, and ein3s in two cut rose cultivars. **Postharvest Biology and Technology** 40: 97-105.
- Tjosvold, S.A.; Advisor, F. 1994. Reduction of postproduction quality loss in potted miniature roses. **Hortscience** 29: 230-240. (abstract)
- Uthaichay, N.; Ketsa, S.; van Doorn, W.G. 2007. 1-MCP pretreatment prevents bud and flower abscission in *Dendrobium* orchids. **Postharvest Biology and Technology** 43: 374-380.
- Van Doorn, W.G.; Van Meeteren, U. 2003. Flower opening and closure: a review. **Journal of Experimental Botany**. 54 389):1801-1812.
- Van Doorn, W.G. 2001 Categories of petal senescence and abscission: a re-evaluation. **Annals of Botany**. 87: 447-456.
- Van Doorn, W.G.; D'hont, Karen. 1994. Interaction between the effects of bacteria and dry storage on the opening and water relations of cut rose flowers. **Journal of Applied Bacteriology**. 77: 644-649.
- van Meeteren, U.; Ar'evalo-Galarza, L.; van Doorn, W.G. 2006. Inhibition of water uptake after dry storage of cut flowers: role of aspired air and wound-induced processes in chrysanthemum. **Postharvest Biology and Technology** 41: 70–77.
- Vendrell, M.; McGlasson, W.B. 1971. Inhibition of ethylene production in banana fruit tissue by ethylene treatment. **Aust. J. Biol. Sci.** 24, 885-895.
- Wachowicz, M.; Rabiza-wider, J.; Skutnik, E.; Łukaszewska, A. 2007. The short-term cold storage effect on vase life of cut *hosta* leaves. **Acta Sci. Pol.** 6(2): 3-13.
- Weaver, L.M.; Gan, S.; Quirino, B.; Amasino, R.M. 1998. A comparison of the expression patterns of several senescence associated genes in response to stress and hormone treatment. **Plant Mol. Biol.** 37: 455- 469.
- Woltering, E.J.; Van Doorn, W.G. 1988. Role of ethylene in senescence of petals – morphological and taxonomical relationships. **Journal of Experimental Botany**. 39( 208): 1605-1616.
- Xue, J.; Li, Y.; Tan, H.; Yang, F.; Ma, N.; Gao, J. 2008. Expression Of Ethylene Biosynthetic And Receptor Genes In Rose Floral Tissues During Ethylene-Enhanced Flower Opening. **Journal of Experimental Botany**.59(8): 2161-2169.
- Yamada, K.; Ito, M.; Oyama, T.; Nakada, M.; Maesaka, M.; Yamaki, S. 2007. Analysis of sucrose metabolism during petal growth of cut roses. **Postharvest Biology and Technology** 43: 174–177.
- Yap, Y.; Loh, C.; Bee-Lian, O. 2008. Regulation of flower development in *Dendrobium crumenatum* by changes in carbohydrate contents, water status and

cell wall metabolism. **Scientia Horticulturae**. journal homepage:  
[www.elsevier.com/locate/scihorti](http://www.elsevier.com/locate/scihorti).

Zeroni, M.; Galil, J.; Ben-Yehoshua, S. 1976. Autoinhibition of ethylene formation in nonripening stages of fruit of sycamore fig. (*Ficus sycomorus* L.) **Plant physiology** 57: 647-650.

Zhong, G.Y.; Huberman, M.; Feng, X.Q.; Sisler, E.C.; Holland, D.; Goren, R. 2001. Effect of 1-methylcyclopropene on ethylene-induced abscission in citrus. **Physiol. Plant.** 113:134-141