

**RAIMUNDO JUNIOR DA ROCHA BATISTA**

**LONGEVIDADE DE CULTIVARES DE ROSA EM RESPOSTA AO  
TRATAMENTO COM ETILENO E 1-MCP**

**Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Fitotecnia, para obtenção do título  
de *Magister Scientiae***

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2007**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

B333L  
2007

Batista, Raimundo Junior da Rocha, 1980-  
Longevidade de cultivares de rosa em resposta ao  
tratamento com etileno e 1-MCP / Raimundo Junior  
da Rocha Batista. – Viçosa, MG, 2007.  
vi, 51f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: José Antonio Saraiva Grassi.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Viçosa.  
Referências bibliográficas: f. 42-51.

1. Rosa - Fisiologia pós-colheita. 2. Rosa - Fisiologia.  
Etileno. 4. Rosa - Efeito de etileno. 5. 1-metilciclopropeno.  
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed 635.933734

**RAIMUNDO JUNIOR DA ROCHA BATISTA**

**LONGEVIDADE DE CULTIVARES DE ROSA EM RESPOSTA AO  
TRATAMENTO COM ETILENO E 1-MCP**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Fitotecnia, para obtenção do título  
de *Magister Scientiae*.

**APROVADA: 12 de dezembro de 2007.**

---

**Prof. Fernando Luiz Finger  
(Co-Orientador)**

---

**Prof. José Ivo Ribeiro Júnior  
(Co-Orientador)**

---

**Prof. Gilberto Bernardo de Freitas**

---

**Prof. Ernesto José Resende  
Rodrigues**

---

**Prof. José Antonio Saraiva Grossi  
(Orientador)**

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Raimundo e Maria José, pelo apoio, incentivo e perseverança.

À Universidade Federal de Viçosa, por intermédio do Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realizar este treinamento e por proporcionar o convívio com diversas culturas através das amizades adquiridas.

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

Ao Professor José Antonio Saraiva Grossi, pela amizade e pela orientação.

Ao Professor Fernando Luiz Finger pelo aconselhamento, pelas sugestões e amizade.

Ao Professor José Ivo Ribeiro Júnior pelo aconselhamento, atenção e auxílio na realização das análises estatísticas e pela amizade.

Ao Professor José Geraldo Barbosa pelo aconselhamento, sugestões e pela grande amizade.

Às amigas Ana Maria, Fernanda, Camila, Clarice e Marialva por todos os momentos alegres, pelo apoio e colaboração nos momentos mais difíceis.

Aos amigos Luciana, Ana Paula, Daniel, Adriene, Maria Lita, Eulene, Candida, Eber, Cleiton, Daniela e Fábio pela amizade, convivência e os momentos sempre alegres.

Aos amigos Nei Matiello, Cirlei e Gustavo, pela amizade e pelo companheirismo.

Às secretárias Mara e Marise pela atenção, colaboração e amizade.

Aos funcionários do Laboratório de Pós-colheita e Melhoramento de Hortaliças, Geraldo e Sebastião, pela amizade e valioso auxílio durante o desenvolvimento deste trabalho.

O meu sincero reconhecimento e a minha gratidão a todos que, direta ou indiretamente, deram sua contribuição para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

RAIMUNDO JUNIOR DA ROCHA BATISTA, filho de Raimundo Cabral Batista e Maria José da Rocha Batista, nasceu em Belém, Estado do Pará, no dia 07 de fevereiro de 1980.

Em novembro de 2004, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), em Belém, Pará.

Em agosto de 2005, iniciou o Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais, submetendo-se à defesa de tese em 12 de dezembro de 2007.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>8</b>
2.1. SENSIBILIDADE AO ETILENO EXÓGENO .....	10
2.2. PERÍODOS DE EXPOSIÇÃO E CONCENTRAÇÕES DE 1-MCP .....	13
2.3. APLICAÇÕES MÚLTIPLAS DE 1-MCP .....	14
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>15</b>
3.1. SENSIBILIDADE AO ETILENO EXÓGENO .....	15
3.2. PERÍODOS DE EXPOSIÇÃO E CONCENTRAÇÕES DE 1-MCP .....	25
3.3. APLICAÇÕES MÚLTIPLAS DE 1-MCP .....	34
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>41</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>42</b>

## RESUMO

BATISTA, Raimundo Junior da Rocha, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2007. **Longevidade de cultivares de rosa em resposta ao tratamento com etileno e 1-MCP**. Orientador: José Antonio Saraiva Grossi. Co-Orientadores: Fernando Luiz Finger, José Geraldo Barbosa e José Ivo Ribeiro Júnior.

Os objetivos deste trabalho foram de determinar a sensibilidade ao etileno de sete cultivares de rosa para corte, determinar o período ideal de exposição, a melhor concentração de 1-MCP e, o efeito de aplicações múltiplas de 1-MCP sobre a qualidade pós-colheita das hastes florais de rosa. Para o experimento de sensibilidade ao etileno exógeno, utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com seis repetições em esquema fatorial 5x7, referente a cinco concentrações de etileno (0, 1, 10, 100 e 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ ) e sete cultivares de rosa. As cultivares Grand Gala<sup>®</sup>, Versília, Texas, Konfetti<sup>™</sup>, Tineke, Sandra e Vega, foram expostas ao etileno por um período de 12 horas. As hastes florais da cultivar Grand Gala<sup>®</sup> apresentaram alta sensibilidade ao etileno, com reduzida vida pós-colheita, enquanto que hastes florais da cultivar Konfetti<sup>™</sup> apresentaram maior resistência aos efeitos do etileno. Para o experimento com 1-MCP, utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com seis repetições em esquema fatorial 3x5, referente a três períodos de exposição (3, 6 e 12 horas) e cinco concentrações de Ethylbloc<sup>®</sup> (0, 0,1, 0,5, 1,0 e 1,5  $\text{g/m}^3$ ) nas cultivares Grand Gala<sup>®</sup> e Konfetti<sup>™</sup>. Para as hastes florais da cultivar Grand Gala<sup>®</sup>, a concentração 1,5  $\text{g/m}^3$  de Ethylbloc<sup>®</sup> e período de exposição de 3 horas promoveram aumento da longevidade floral (7,2 dias). A máxima longevidade foliar estimada foi 5,1 dias para concentração de 1,5  $\text{g/m}^3$  de Ethylbloc<sup>®</sup>. O estágio máximo de abertura das flores foi 4,3 (diversas pétalas abertas), estimado com concentração de 1,5  $\text{g/m}^3$  de Ethylbloc<sup>®</sup>. Para as hastes florais da cultivar Konfetti<sup>™</sup>, a concentração 1,5  $\text{g/m}^3$  de Ethylbloc<sup>®</sup> e período de exposição de 3 horas promoveram aumento na longevidade floral e foliar em 12,1 e 10,8 dias, respectivamente. Na concentração de 1,5  $\text{g/m}^3$  e período de exposição 12 horas, o estágio de abertura das flores estimado foi 5,05 (botão floral completamente aberto). Para o experimento com aplicações

múltiplas de 1-MCP utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com seis repetições em esquema fatorial 3x2, referente a três modos de aplicação do 1-MCP (simples, dupla e tripla aplicação) e duas concentrações de Ethylbloc<sup>®</sup> (0 e 1,5 g/m<sup>3</sup>). As hastes florais das cultivares Grand Gala<sup>®</sup> e Konfetti<sup>™</sup> tratadas com aplicação simples de 1-MCP, apresentaram maior longevidade floral e foliar, quando comparados com aplicações dupla e tripla.



## ABSTRACT

BATISTA, Raimundo Junior da Rocha, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2007. **Longevity of rose cultivars in response to the treatment with ethylene and 1-MCP.** Adviser: José Antonio Saraiva Grossi. Co-Advisers: Fernando Luiz Finger, José Geraldo Barbosa and José Ivo Ribeiro Júnior.

The objectives of this work were to evaluate the ethylene sensitivity of seven cut rose cultivars, to determine the ideal period of exposition, the best 1-MCP concentration, also the effect of multiple applications of 1-MCP on the quality of postharvest rose flowers. In the ethylene sensitivity experiment, the cultivars Grand Gala<sup>®</sup>, Versília, Texas, Konfetti<sup>™</sup>, Tineke, Sandra and Vega, were exposed to five ethylene concentrations (0, 1, 10, 100 and 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ ), in factorial 5x7 completely randomized design with six replicates. The Grand Gala<sup>®</sup> cultivar exhibited high ethylene sensitivity, with reduced life postharvest, while the Konfetti<sup>™</sup> cultivar presented higher resistance to the effects of the ethylene. For the first 1-MCP experiment, the Grand Gala<sup>®</sup> and Konfetti<sup>™</sup> cultivars were used in a factorial 3x5 completely randomized design with six replicates, regarding three exposition periods (3, 6 and 12 hours) and five concentrations of Ethylbloc<sup>®</sup> (0, 0.1, 0.5, 1.0 and 1.5  $\text{g/m}^3$ ). For the Grand Gala<sup>®</sup> cultivar, the 1.5  $\text{g/m}^3$  concentration of Ethylbloc<sup>®</sup> and period of exposition of 3 hours increased the flower longevity (7.2 days). The maximum leaf longevity was 5.1 days to 1.5  $\text{g/m}^3$  concentration of Ethylbloc<sup>®</sup>. The greater flower development stage was 4.3 (several open petals), with 1.5  $\text{g/m}^3$  Ethylbloc<sup>®</sup> concentration. For Konfetti<sup>™</sup> cultivar, the 1.5  $\text{g/m}^3$  concentration of Ethylbloc<sup>®</sup> and period of exposition of 3 hours promoted increase in the floral and leaf longevity to 12.1 and 10.8 days, respectively. The multiple 1-MCP application experiment was established in a completely randomized design with six replicates factorial 3x2, regarding three manners of application of the 1-MCP (once, twice and triple application) and two concentrations of Ethylbloc<sup>®</sup> (0 and 1.5  $\text{g/m}^3$ ). The Grand Gala<sup>®</sup> and Konfetti<sup>™</sup> cultivars treated with one 1-MCP application exhibited higher flower and leaf longevity compared with two and three applications.

## 1. INTRODUÇÃO

A floricultura envolve o cultivo de plantas ornamentais, flores de corte, plantas em vasos, produção de sementes, bulbos e mudas de árvores de grande porte (BONGERS, 1995).

A produção de flores e plantas ornamentais está em expansão no mundo. A maior produção de flores de corte ocorre nos países da Europa e da América do Norte, especialmente nos Estados Unidos. Porém, nesses países, a produção é insuficiente para atender a demanda interna principalmente nos meses de inverno, o que faz do Brasil um potencial fornecedor de plantas ornamentais (FINGER et al., 2001). O complexo agroindustrial de flores necessita de tecnologias avançadas, conhecimento técnico do produtor e um sistema eficiente de distribuição e comercialização para ser competitivo (BONGERS, 1995).

O setor de flores e plantas ornamentais vem nos últimos anos se destacando expressivamente no aumento do agronegócio brasileiro. Tal destaque se dá principalmente no que tange à estrutura de mercado, à diversificação de espécies e variedades, à difusão de novas tecnologias de produção, à profissionalização dos agentes da cadeia, bem como na sua integração (SALOMÉ & RIBEIRO, 2001).

Os principais estados produtores de flores são São Paulo (70% da produção), Minas Gerais, Rio de Janeiro, Alagoas, Pernambuco, Bahia, Ceará, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. A atividade em floricultura vem crescendo cerca de 20% ao ano (TOMÉ, 2004).

No contexto da floricultura, a rosa se destaca como uma das principais culturas para os mercados interno e externo. Atualmente, apenas no CEAGESP são comercializados por ano, aproximadamente, cinco milhões de dúzias de rosas (BARBOSA, 2003; NOVARO, 2005). As rosas têm sido o mais importante produto da história da floricultura mundial, movimentando valores da ordem de dez bilhões de dólares anualmente (GUTERMAN, 2002).

A família *Rosaceae* agrupa 95 gêneros, e é descrita como de difícil definição graças à grande diversidade morfológica que exhibe. Conta com

aproximadamente três mil espécies dispersas por todo o globo terrestre, especialmente no Hemisfério Norte. A família apresenta gêneros de grande importância econômica, devido à utilização de suas flores, como Rosa, ou de seus frutos, como *Malus* (maçã), *Pyrus* (pêra), *Prunus* (pêssego, nectarina, ameixa e damasco), *Fragaria* (morango) e *Rubus* (amoras e framboesas) (DICKINSON et al., 2002). As rosas podem ser arbustivas ou trepadeiras, com folhas compostas, pinadas, estipuladas e alternadas, tendo folíolos com bordos serrilhados. As plantas geralmente apresentam acúleos. As flores, grandes e perfeitas, aparecem geralmente isoladas ou em grupos de duas ou três por haste. Algumas espécies possuem cachos com número variado de flores. As flores são períginas, com cinco sépalas, cinco ou mais pétalas, com vários estames inseridos nas bordas do hipanto, sendo que os vários pistilos surgem de dentro de sua cavidade. Os frutos geralmente têm cores brilhantes que variam de laranja e vermelho até púrpura, e são atrativos para os pássaros (BARBOSA, 2003; MEYER, 2003).

A rosa é uma espécie ornamental tradicional e de grande aceitação no mercado florístico nacional e internacional. Rosas de corte são produtos altamente perecíveis e as perdas pós-colheita no Brasil varia de 30 a 60%. O prolongamento da longevidade de flores de rosa, melhora a qualidade do produto comercial e aumenta seu valor comercial (CASTRO, 1998).

Flores de corte possuem limitada vida pós-colheita, dadas suas características fisiológicas e morfológicas. As flores se deterioram como ocorre com as frutas e hortaliças, em virtude de processos fisiológicos de natureza senescente. O processo de senescência, em tecidos vegetais, é mediado por uma série de transformações bioquímicas e fisiológicas, altamente coordenadas, como o aumento da síntese e da atividade de enzimas hidrolíticas, a degradação de amido e clorofila, a perda da compartimentalização celular e o surgimento da respiração climatérica, em algumas espécies (KAYS, 1991).

O armazenamento refrigerado é outro parâmetro que deve ser considerado na pós-colheita de flores, visto que tem por finalidade minimizar a intensidade do processo de respiração vital de produtos perecíveis, através de modificações das condições ambientais naturais, permitindo uma redução no metabolismo normal, sem alterações fisiológicas (SAKAMOTO, 2005). Todavia,

a sensibilidade de uma planta ou parte dela à injúria por frio varia em função da espécie, cultivar, parte da planta e do tempo de exposição à baixa temperatura (KAYS, 1991). NOWAK & RUDNICKI (1990) advertem que, a baixa temperatura pode causar injúrias, como descoloração de flores, lesões necróticas de pétalas e folhas e atraso na abertura do botão após o armazenamento, acelerando, assim, a perda de água e aumentando a susceptibilidade ao ataque de patógenos e saprófitas (REID, 1991).

Perdas pós-colheita frequentemente também estão associadas à ação deletéria do etileno endógeno ou exógeno na planta. O etileno é um fitohormônio com estrutura molecular simples, gasoso, que promove uma série de respostas fisiológicas na planta e está relacionado com a indução ou aceleração da senescência natural das flores (WOLTERING et al., 1994).

Na planta, o etileno é formado a partir da metionina, um aminoácido que contém enxofre. A conversão da metionina em S-adenosilmetionina (SAM) é seguida pela passagem deste a ácido 1-aminociclopropano-1-carboxil (ACC), que é o precursor direto do etileno. O etileno pode ser biossintetizado por diversas partes da planta e liberado facilmente do tecido vegetal, provavelmente por difusão, através do espaço intercelular ou transportado para outros tecidos. A produção de etileno por plantas pode ser regulada por diversos fatores ambientais ou fases do desenvolvimento da planta. Ela é induzida durante a germinação de sementes, amadurecimento e senescência de frutos, e, abscisão de folhas e flores. Além disso, também é induzida por vários estresses, como injúrias, baixas temperaturas em plantas sensíveis à injúria por frio e estresse hídrico (NOWAK & RUDNICKI, 1990; HAVE & WOLTERING, 1997; KOSUGI et al., 1997; CROZIER et al., 2000).

O etileno regula muitos aspectos do crescimento, desenvolvimento e senescência, e afeta diretamente a longevidade das flores. Muitas respostas fisiológicas são desencadeadas pelo etileno, que regula a expressão de vários genes, através do aumento dos níveis de transcrição de mRNAs e síntese de proteínas (SISLER & SEREK, 1997).

Conforme alguns estudos acredita-se que o etileno se ligue a um receptor protéico de forma reversível na membrana celular, que pode ativar ou reprimir o processo de transcrição de genes específicos, formando um complexo ativado que irá intermediar uma reação em cadeia, que leva a

diversas respostas fisiológicas (YANG, 1985; REID & WU, 1992; ALTVORST & BOVY, 1995; MARANGONI et al., 1996).

Dependendo do tecido vegetal, o etileno pode tanto promover (autocatálise) quanto inibir sua produção (autoinibição). A produção autocatalítica de etileno é provocada pelo aumento da permeabilidade da membrana do vacúolo, permitindo a passagem de precursores de etileno do vacúolo para o citoplasma, onde estão presentes as enzimas para a sua síntese. Normalmente, o estímulo à autocatálise se apresenta de forma gradual (NOWAK & RUDNICKI, 1990). Durante a autocatálise, o etileno inicialmente aumenta sua biossíntese através do aumento da conversão de ACC a etileno. Subsequentemente ocorre grande aumento na síntese de ACC. A enzima sintase do ACC parece ser o principal ponto de controle da biossíntese do etileno durante a autocatálise e autoinibição (CROZIER et al., 2000).

O etileno afeta negativamente as flores de diversas espécies de plantas ornamentais e produz sintomas como a aceleração da senescência em flores de cravo, gérbera, gloriosa, lírio, narcisos, orquídea e tulipa; queda de pétalas, flores ou botões em alstroeméria, begônia, ciclâmen, gloxínia, lírio; amarelecimento e queda de folhas em azaléia, cóleus, fícus, hibiscos; entre outros sintomas (NOWAK & RUDNICKI, 1990). No entanto a exposição de algumas espécies ao gás não provoca os sintomas de envelhecimento ou abscisão precoce de órgãos. O nível de sensibilidade ao etileno varia entre as espécies e, entre variedades da mesma espécie. MULLER et al. (1998a) e SEREK et al. (1994a, 1995a) analisando cultivares de mini rosas 'Victory Parade', observaram abscisão de pétalas e de flores quando as plantas foram expostas ao etileno. Em mini rosas envasadas, cultivares 'Royal' e 'Sunset', expostas a ambiente contendo etileno foi observado a ocorrência de abscisão de botões florais, folhas, flores e pétalas (SEREK et al., 1996).

A maioria dos problemas causados pelo etileno no período pós-colheita ou pós-produção pode ser evitada com a eliminação das fontes geradoras de etileno e por ventilação adequada do ambiente com ar não poluído, ou forçando a passagem do ar por depuradores contendo solução de permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ), que age oxidando o etileno. Luz UV ou radiação com raios-X também podem ser utilizadas para eliminar o etileno do ar, mas esses métodos não são muito comuns. No entanto a redução dos

danos fisiológicos causados pelo etileno também é possível com o uso de compostos que bloqueiam sua síntese ou ação. As flores ou as plantas podem ser tratadas com esses compostos por um curto período antes da estocagem ou transporte. A utilização de soluções preservativas na água de vaso ou na forma de pré-condicionamento (“pulsing”) tem a função de preservar a qualidade das flores de corte, via redução dos efeitos adversos dos fatores de deterioração endógenos ou do ambiente. A maioria das soluções preservativas contém carboidratos, germicidas, inibidores da síntese ou ação do etileno e de outros compostos. Essas soluções, quando aplicadas na forma de pré-condicionamento, são utilizadas por no máximo por 24 horas, imediatamente após a colheita ou seguindo-se ao armazenamento. Diversas flores de corte têm a vida de vaso prolongada quando açúcares são supridos às hastes florais. A sacarose é um dos carboidratos utilizado como substrato respiratório e serve como fonte de energia necessária para manutenção dos processos bioquímicos e fisiológicos das plantas (NOWAK & RUDNICKI, 1990). Conforme foi verificado em flores de *Antirrhinum majus* L. (boca-de-leão) (ICHIMURA & HISAMATSU, 1999), *Lathyrus odoratus* L. (ervilha-de-cheiro) (ICHIMURA & SUTO, 1999), *Sandersonia aurantiaca* (EASON et al., 1997), *Limonium* sp. (DOI & REID, 1995; SHIMAMURA et al., 1997) e *Grevillea* sp. (LIGAWA et al., 1997), a aplicação de sacarose na forma de “pulsing” ou em solução de vaso resultou em aumento na longevidade pós-colheita destas flores.

Nos últimos anos, várias técnicas têm sido desenvolvidas para diminuir o efeito do etileno, destacando-se o uso do aminoetoxivinilglicina (AVG) e ácido aminooxiacético (AOA), dois potentes inibidores da síntese de etileno. Esses compostos inibem a enzima sintase do ACC, que é responsável pela conversão de SAM a ACC. Íons cobalto ( $\text{Co}^{+2}$ ) inibem a ação da oxidase do ACC, que é a enzima que forma o etileno. Porém, a planta continua sensível à ação do etileno externo, ou seja, continua a sofrer a ação do etileno existente no meio ambiente. As substâncias utilizadas como inibidores da ação do etileno atuam ligando-se ao sítio receptor na membrana celular. Dentre as várias substâncias com esse tipo de ação sobre as plantas, destacam-se o tiosulfato de prata (STS) e o 1-metilciclopropeno (1-MCP). O uso do STS, assim como outras formas complexadas de prata, na prevenção de efeitos deletérios associados ao etileno no período pós-colheita de plantas ornamentais de corte e vaso já foi

demonstrado para várias espécies e apresenta efeitos positivos para a maioria delas (CUSHMAN et al., 1994; SEREK & REID, 1994a).

Devido ao STS conter prata, que é um metal pesado poluidor do meio ambiente, seu uso em plantas de vaso foi restringido em alguns países. Portanto, vem crescendo o número de pesquisas buscando alternativas ao uso de STS em plantas sensíveis ao etileno. Uma das alternativas mais promissoras é o uso do gás 1-MCP, que parece dar proteção contra os efeitos do etileno equivalente à obtida com STS (SEREK & REID, 1993; SEREK et al., 1994a).

O composto 1-metilciclopropeno (1-MCP) foi originalmente patenteado por Sisler e Blankenship, em 1996, e seu uso tem demonstrado ser eficiente para manejar os efeitos negativos do etileno (BELTRAN & PEREIRA, 2002) em muitas espécies de plantas floríferas, como lírio oriental (ÇELIKEL et al., 2002) e em frutas, como a banana (MACNISH et al., 2000a). O 1-MCP é um efetivo antagonista da ação do etileno e se liga ao receptor do etileno resultando em inibição competitiva (SISLER & SEREK, 2001). O 1-MCP é um composto relativamente simples, com peso molecular 54, fórmula  $C_4H_6$ , gasoso sob condições normais de temperatura e pressão, inodoro e modo de ação não tóxico em baixas concentrações. O 1-MCP possui afinidade 10 vezes maior que o etileno ao sítio receptor, permanecendo ligado ao receptor por longos períodos (SEREK et al., 1994a; SISLER & SEREK, 1997; BLANKENSHIP & DOLE, 2003).

A comercialização do 1-MCP para culturas ornamentais foi inicialmente realizada pela Empresa Floralife. O produto foi aprovado pela agência de proteção ambiental dos EUA em 1999 para ornamentais e é conhecido pelo nome comercial Ethylbloc<sup>®</sup> (BLANKENSHIP & DOLE, 2003). No Brasil, o 1-MCP teve seu uso liberado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) no ano de 2002 para aplicação única em flores de corte (cravo, crisântemo, gérbera, gipsofila, lírio e rosa) e em flores de vaso (azaléia, crisântemo, lírio e violeta) em ambiente hermeticamente fechado. Somente no ano de 2003 foi liberada a aplicação nos frutos das culturas de abacate, banana, goiaba, maçã, mamão, manga, melão e tomate.

O 1-MCP tem sido aplicado sob temperaturas variando de 20 a 25°C. Concentrações efetivas de 1-MCP variam amplamente com a cultura. Tempo

de exposição, temperatura ótima estágio de desenvolvimento, período entre colheita e aplicação e concentração efetiva de 1-MCP variam muito entre as espécies. A concentração mínima necessária é  $10 \text{ nL L}^{-1}$  para *Kalanchoe blossfeldiana* 'Tropicana' (SEREK et al., 1994a); em flores de cravo, a mínima concentração requerida foi  $2,5 \text{ nL L}^{-1}$ , enquanto que em maçãs, alguns estudos mostram que  $1,0 \mu\text{L L}^{-1}$  foi requerido para bloquear a ação do etileno (SISLER et al., 1996a; FAN et al., 1999; JIANG & JOYCE, 2002). SEREK et al. (1995a, b) testaram uma faixa de concentrações de 1-MCP de  $0,6$  a  $20 \text{ nL L}^{-1}$  em flores cortadas de cravo 'Sandra' e notaram que 90% da longevidade foi reduzida com faixa de concentração de  $10$  a  $20 \text{ nL L}^{-1}$ . Similarmente,  $20 \text{ nL L}^{-1}$  foi ótimo quando comparado com  $5 \text{ nL L}^{-1}$  sobre antúrio cortado e caule de penstemon 'Firebird'. Na maioria dos estudos, a duração dos tratamentos com 1-MCP varia entre 12 e 24 horas, o que é suficiente para encontrar uma resposta completa. Exposição de 6 horas a  $0,45 \text{ nL L}^{-1}$  não foi suficiente para induzir mudanças na produção de etileno e respiração de abacate (JEONG et al., 2002). Uma relação entre tempo e temperatura foi notada em banana, onde maiores concentrações de 1-MCP foram requeridas para tempos menores de tratamento (JIANG et al., 1999).

O estágio de desenvolvimento vegetal deve ser considerado na aplicação de 1-MCP já que os efeitos variam com a maturidade da planta. Flores únicas (cravo) podem ser completamente protegidas do etileno, mas inflorescências (*Delphinium* e gipsofila) podem ser somente parcialmente protegidas, devidos as diferentes idades dos tecidos (SISLER et al., 1996a; NEWMAN et al., 1998).

Este trabalho teve como objetivos:

- Avaliar a sensibilidade ao etileno de sete cultivares comerciais de rosa na fase pós-colheita;
- Avaliar a aplicação do 1-MCP na prevenção dos danos causados pelo etileno em hastes florais de rosa;



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Hastes florais de rosa (*Rosa hybrida* L.), cultivares Grand Gala<sup>®</sup>, Versília, Texas, Konfetti<sup>™</sup>, Tineke, Sandra e Vega, com qualidade tipo exportação, produzidas sob casa de vegetação, foram obtidas em campo de cultivo comercial da Chácara São Sebastião, localizada no município de Barbacena, Minas Gerais, latitude 21° 13' 30" Sul, longitude 42° 46' 40" Oeste, e 1.160 metros de altitude. As cultivares de rosas utilizadas são atualmente exportadas para Espanha e Portugal.

O ponto de colheita adotado para as hastes florais foi o estágio 3 (início de abertura das pétalas; tradicional estágio de botão floral). A colheita foi realizada durante o período da manhã e em seguida as hastes florais foram transportadas para Viçosa, Minas Gerais.

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Pós-colheita do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, no período de abril de 2006 a março de 2007.

No laboratório, as hastes florais, com a base cortada em água, foram colocadas em baldes plásticos contendo água deionizada para reidratação durante 12 horas. Em seguida, foram selecionadas, uniformizadas pelo comprimento de haste em 55 cm para as cultivares Texas, Konfetti<sup>™</sup> e Sandra, e 60 cm para as cultivares Grand Gala<sup>®</sup>, Vega, Versília e Tineke, e, escolhidas ao acaso para os diferentes tratamentos. Durante e após os tratamentos, as hastes florais foram mantidas em frascos de vidro de 1,5 L contendo 250 mL de água deionizada. A cada dois dias procedeu-se a troca de água e corte de 1,0 cm de comprimento na base da haste floral.

Logo após os tratamentos de cada experimento, as hastes florais foram mantidas na sala de avaliação de pós-colheita, que simulou o ambiente oferecido pelos revendedores ou consumidor final. Nesta sala as hastes florais permaneceram durante todo o período de observação sob temperatura de 23 a 25°C, umidade relativa 50 a 70% e intensidade luminosa de 10  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

Para a realização dos experimentos com etileno e 1-metilciclopropeno (1-MCP) foram utilizadas câmaras herméticas construídas com baldes

plásticos, volume de 0,103 m<sup>3</sup>, tampa de vidro e, ventilador interno para uniformizar o ar no interior da câmara (Figura 1).

Observações diárias foram realizadas nas hastes florais para avaliação dos seguintes parâmetros:

- Longevidade floral: número de dias entre a instalação do experimento e a senescência de duas pétalas;
- Longevidade foliar: número de dias com ausência de abscisão foliar, dentro do período de longevidade floral;
- Estádio de abertura floral (1 a 6), conforme escala (CUSHMAN et al., 1994) abaixo:
  - 1 - botão floral fechado.
  - 2 - pétalas fechadas e sépalas abertas.
  - 3 - início de abertura das pétalas; tradicional estágio de botão floral.
  - 4 - diversas pétalas abertas.
  - 5 - botão floral completamente aberto.
  - 6 - vida pós-colheita terminada (murcha e/ou escurecimento de duas pétalas).



Figura 1 – Câmara hermética utilizada para os tratamentos com 1-MCP e etileno, em hastes de *R. hybrida* L.. Viçosa – Minas Gerais, 2007.

## 2.1. SENSIBILIDADE AO ETILENO EXÓGENO

Para a determinação da sensibilidade ao etileno exógeno foram utilizadas as seguintes cultivares, apresentadas na Figura 2: Grand Gala® (Híbrida de Chá, Meilland, 1954), Versília, Texas, Konfetti™ (Híbrida de Chá, Tantau, 1994), Tineke, Sandra e Vega.

As hastes florais foram dispostas em frascos de vidro de 1,5 L contendo 250 mL de água deionizada e transferidas para o interior das câmaras herméticas. Foram dispostas três hastes florais em cada frasco de vidro para cada cultivar. Após o fechamento hermético das câmaras, o etileno foi injetado no interior das câmaras com o auxílio de seringas de 1 ou 10 mL. O ventilador no interior das câmaras permaneceu ligado durante o período de 12 horas de exposição ao etileno. Em seguida, as câmaras foram abertas e os frascos foram transferidos para a sala de avaliação de pós-colheita, descrita no item 2.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com seis repetições em esquema fatorial 5x7, referente a cinco concentrações de etileno (0, 1, 10, 100 e 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ ) e sete cultivares de rosa. Cada unidade experimental foi composta por uma haste floral.

Para as características avaliadas, foram realizadas análises de variância e, de acordo com a significância da interação, foi aplicado o critério de Scott-Knott às médias das cultivares e análise de regressão em função dos níveis do fator concentração, cujos coeficientes foram avaliados pelo teste t. Todas as referências feitas com base nos testes de hipótese foram realizadas a 5% de probabilidade. Os dados de longevidade foram modelados de acordo com a distribuição de Weibull, a fim de se estimar a função de sobrevivência e a taxa de senescência das cultivares de rosa, sendo dadas respectivamente, por:

$$S(t) = e^{-(t/\alpha)^\delta}$$

$$h(t) = (\delta / \alpha)(t / \alpha)^{\delta-1}$$

Onde:

$S(t) = P(T \geq t)$  = probabilidade de uma haste floral sobreviver por um período de tempo superior a  $t$ ;

$h(t)$  = Taxa de senescência das hastes florais; probabilidade de uma haste floral morrer no tempo superior a  $t$  dado que ela sobreviveu até esse tempo;

$t$  = Tempo de vida (longevidade) das hastes florais (dias);

$\alpha$  = Parâmetro de escala ou de vida característica;

$\delta$  = Parâmetro de forma.



Grand Gala®



Texas



Tineke



Vega



Versília



Konfetti™



Sandra

Figura 2 – Cultivares de Rosa (*R. hybrida* L.). Viçosa – Minas Gerais, 2007.

## 2.2. PERÍODOS DE EXPOSIÇÃO E CONCENTRAÇÕES DE 1-MCP

De acordo com os resultados do experimento de sensibilidade ao etileno exógeno, foram utilizadas as cultivares Grand Gala<sup>®</sup> e Konfetti<sup>™</sup> (Figura 2).

Para cada cultivar, foram colocadas três hastes florais coletadas aleatoriamente, em cada frasco de vidro de 1,5 L, contendo 250 mL de água deionizada, e transferidas para o interior das câmaras herméticas, descrita no item 2. No interior de cada câmara, foi disposto um becker plástico contendo a alíquota do produto comercial Ethylbloc<sup>®</sup>, para obter as concentrações de 0; 0,1; 0,5; 1,0 e 1,5 g/m<sup>3</sup> de Ethylbloc<sup>®</sup>. Em seguida, 50 mL de água aquecida (40°C) foi injetada no becker para a liberação de 1-MCP e a câmara fechada hermeticamente. A aplicação foi realizada utilizando-se o produto comercial Ethylbloc<sup>®</sup>, na forma de pó molhável, que em contato com a água aquecida, libera o 1-MCP. O Ethylbloc<sup>®</sup> foi fornecido pela empresa Rohm and Haas Química Ltda. A metodologia utilizada para aplicação do tratamento com 1-MCP foi adaptada de CAMERON & REID (2001). Decorrido o tempo de exposição de cada tratamento (3, 6 e 12 horas), a câmara foi aberta para ventilação por um período de seis horas e novamente vedada para a aplicação de 1,0 µL L<sup>-1</sup> de etileno, que permaneceu por um período de 12 horas. Em seguida, as câmaras foram abertas e os frascos com as hastes florais transferidos para a sala de avaliação de pós-colheita, descrita no item 2.

O experimento foi desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado com seis repetições em esquema fatorial 3x5, referente a três períodos de exposição ao 1-MCP (3, 6 e 12 horas) e cinco concentrações de Ethylbloc<sup>®</sup> (0; 0,1; 0,5; 1,0 e 1,5 g/m<sup>3</sup>), para cada cultivar, separadamente. Cada unidade experimental foi composta por uma haste floral. As concentrações 0,1; 0,5; 1,0 e 1,5 g/m<sup>3</sup> de Ethylbloc<sup>®</sup> correspondem a 0,83; 4,17; 8,34 e 12,51 µL L<sup>-1</sup> de 1-MCP, respectivamente.

Para as características avaliadas, foram realizadas análises de variância e de regressão em função dos níveis dos fatores período de exposição e concentração, cujos coeficientes foram avaliados pelo teste t. Todas as referências feitas com base nos testes de hipóteses foram realizadas a 5% de probabilidade.

### 2.3. APLICAÇÕES MÚLTIPLAS DE 1-MCP

De acordo com os resultados do experimento de sensibilidade ao etileno exógeno, foram utilizadas as cultivares Grand Gala<sup>®</sup> e Konfetti<sup>™</sup>.

Para cada cultivar, foram colocadas três hastes florais em cada frasco de vidro de 1,5 L contendo 250 mL de água deionizada e transferidas para o interior das câmaras herméticas, descrita no item 2. No interior de cada câmara, foi disposto um becker plástico contendo a alíquota do produto comercial Ethylbloc<sup>®</sup>, para obter a concentração de 0 ou 1,5 g/m<sup>3</sup> de Ethylbloc<sup>®</sup>. Em seguida, 50 mL de água aquecida (40°C) foi injetada no becker para a liberação de 1-MCP e a câmara fechada hermeticamente (CAMERON & REID, 2001).

Decorrido o tempo de exposição de três horas, a câmara foi aberta para ventilação por um período de seis horas e novamente vedada para a aplicação de 1,0 µL L<sup>-1</sup> de etileno, que permaneceu por um período de 12 horas. Em seguida, as câmaras foram abertas e os frascos com as hastes florais foram transferidos para a sala de avaliação de pós-colheita, descrita no item 2. A metodologia utilizada para aplicação do 1-MCP foi adaptada de CAMERON & REID (2001).

Para os tratamentos de dupla e tripla aplicação de 1-MCP, os mesmos procedimentos descritos acima foram realizados duas ou três vezes, respectivamente, após o período de 12 horas de exposição ao etileno.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com seis repetições em esquema fatorial 3x2, referentes a três modos de aplicação do 1-MCP (simples, dupla e tripla aplicação) e duas concentrações de Ethylbloc<sup>®</sup> (0 e 1,5 g/m<sup>3</sup>), para cada cultivar, separadamente. Cada unidade experimental foi composta por uma haste floral.

Para as características avaliadas, foram realizadas análises de variância e, de acordo com a significância da interação, foram aplicados os testes de Duncan para as médias dos modos de aplicação e teste F para as médias das concentrações. Todas as referências feitas com base nos testes de hipótese foram realizadas a 5% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. SENSIBILIDADE AO ETILENO EXÓGENO

No Quadro 1, encontram-se as médias de longevidade floral (dias) das sete cultivares de rosa que não sofreram ( $P>0,05$ ) efeitos das concentrações de etileno. A média da longevidade floral da cultivar Konfetti™, de 10,6 dias, foi a maior ( $P<0,05$ ) entre as cultivares. As hastes florais das cultivares Sandra, Texas e Vega apresentaram longevidades semelhantes ( $P>0,05$ ), com média geral de 7,2 dias. As hastes florais das cultivares Tineke e Versília apresentaram longevidades médias semelhantes ( $P>0,05$ ) de 6,2 dias. A cultivar Grand Gala® apresentou a menor ( $P<0,05$ ) longevidade floral (2,8 dias) em relação às demais.

Observou-se também que, três dias após aplicação de etileno nas concentrações 1, 10, 100 e 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ , houve escurecimento das pétalas nas hastes florais das cultivares Grand Gala®, Sandra e Vega, enrolamento das pétalas nas cultivares Grand Gala®, Texas, Konfetti™, Sandra, Versília e Tineke e, abscisão e amarelecimento de folhas nas cultivares Sandra, Vega, Versília e Tineke (Figura 3).



Quadro 1 – Médias de longevidade floral (dias) de sete cultivares de *R. hybrida* L. em função das concentrações (C) de etileno. Viçosa – Minas Gerais, 2007.

Cultivares	Concentração de etileno ( $\mu\text{L L}^{-1}$ )					Média
	0	1	10	100	1000	
<b>Konfetti™</b>	11,3	10,7	10,5	9,5	11,0	10,6 a
<b>Sandra</b>	8,2	7,7	7,2	7,5	6,8	7,5 b
<b>Texas</b>	8,2	7,0	6,7	6,5	6,5	7,0 b
<b>Vega</b>	7,7	7,5	6,7	6,5	6,5	7,0 b
<b>Tineke</b>	7,0	6,3	5,7	5,5	6,0	6,1 c
<b>Versília</b>	6,5	5,7	6,8	6,3	5,8	6,2 c
<b>Grand Gala®</b>	3,3	3,0	2,5	2,5	2,8	2,8 d

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo critério de Scott-Knott ( $P>0,05$ ).



Figura 3 – Flores de *R. hybrida* L. (a- Grand Gala<sup>®</sup>; b- Texas; c- Konfetti<sup>™</sup>; d- Sandra; e- Vega; f- Versília; g- Tineke), sob diferentes concentrações de etileno (0, 1, 10, 100 e 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ ), três dias após tratamento. Viçosa – Minas Gerais, 2007.

Em função das longevidades avaliadas, as cultivares foram agrupadas em quatro grupos distintos: A (Konfetti™), B (Sandra, Texas e Vega), C (Tineke e Versília) e D (Grand Gala®).

Desse modo, foram comparadas as sobrevivências e as taxas de senescência entre esses grupos por meio das funções de sobrevivência e da taxa de senescência.

No Quadro 2, são apresentadas as estimativas dos parâmetros  $\alpha$  e  $\delta$  que compõem as seguintes funções:

$$S(t) = e^{-(t/\alpha)^\delta}$$

$$h(t) = (\delta/\alpha)(t/\alpha)^{\delta-1}, \text{ para } 0 \leq t \leq 16 \text{ dias.}$$

Em termos de sobrevivência, quanto maior a estimativa de  $\alpha$  e menor a de  $\delta$ , maior será a probabilidade da haste floral apresentar maior longevidade, como pode-se observar na cultivar Konfetti™.

Na Figura 4, observa-se que a curva da cultivar Konfetti™ (grupo A) apresenta menor declividade dentre todos os grupos e, por isso, abrange um maior intervalo de tempo. As hastes florais do grupo A apresentaram 100% de sobrevivência até o quarto ou quinto dias. A partir do quinto dia a probabilidade de sobrevivência cai e atinge 50% de flores vivas com 11 dias. Os grupos B e C, com três dias apresentavam 100% de hastes florais vivas e, entre o sexto e sétimo dias, apenas 50% das hastes florais ainda estavam vivas. O grupo D apresentou probabilidade de sobrevivência de 100% apenas no primeiro dia e atingiu 35% de sobrevivência no terceiro dia.

Quadro 2 – Estimativas dos parâmetros de escala ( $\alpha$ ) e forma ( $\delta$ ) da distribuição de Weibull aplicada à sobrevivência dos grupos de cultivares de rosa. Viçosa – Minas Gerais, 2007.

Grupos	$\hat{\alpha}$	$\hat{\delta}$
A	11,5	4,9
B	7,6	6,5
C	6,5	8,5
D	2,9	7,2

De acordo com a função de sobrevivência para os quatro grupos de cultivares de rosa, as hastes florais do Grupo D apresentam sobrevivência muito curta, no qual a vida das flores diminui drasticamente com o tempo máximo de quatro dias. Os grupos B e C apresentaram comportamento semelhante com relação à sobrevivência. A partir do quarto dia, as hastes florais foram senescendo e, em seguida, apresentam a mesma queda drástica na curva de sobrevivência. O grupo A apresentou sobrevivência maior em relação aos grupos B, C e D. Para os grupos B, C e D, a partir da primeira morte das hastes florais, em média, dois dias depois, ocorre uma senescência total das hastes. O grupo A apresentou uma curva com maior amplitude e menor verticalização, representando um efeito mais gradual da mortalidade das hastes florais.

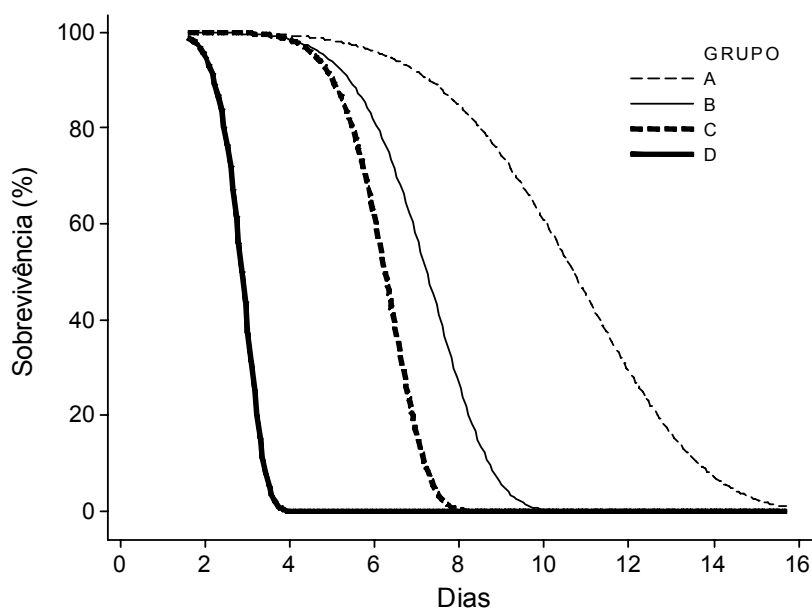


Figura 4 – Estimativas das sobrevivências (%) dos grupos de cultivares de rosa, em função do tempo de vida (dias). Viçosa – Minas Gerais, 2007.

Do mesmo modo, pode-se observar na Figura 4 que, após a primeira morte de uma haste floral, existem aproximadamente, dois dias de intervalo para que haja a senescência de 100% das hastes nos grupos C e D, de cinco dias no grupo B e de 11 dias no grupo A.

Na Figura 5, encontram-se as funções das taxas de senescência (%) para os quatro grupos de cultivares de rosa, que correspondem às probabilidades das hastes florais senescerem em um determinado intervalo de tempo, dado que elas não senesceram antes desse intervalo. O grupo D apresentou uma taxa de senescência crescente muito drástica, em um curto período de tempo, o que corresponde a uma mortalidade rápida das hastes florais. As hastes florais dos grupos B e C apresentaram também taxas de senescência crescentes, a partir do sexto dia. As hastes florais do grupo A apresentaram comportamento quase constante da taxa de senescência, com um pequeno aumento, isto é, apresentaram efeito gradual e lento de envelhecimento.

Esses resultados mostram que hastes florais perdem qualidade à medida que envelhecem. No entanto, existem alternativas genéticas que propiciam envelhecimentos mais lentos, como ocorreu nas hastes florais da cultivar Konfetti™.

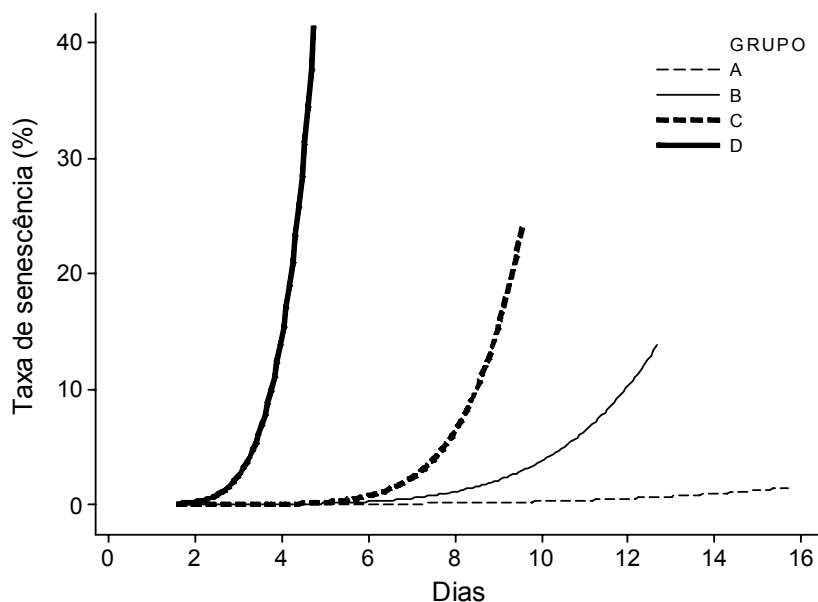


Figura 5 – Estimativas das taxas de senescência (%) dos grupos de cultivares de rosa, em função do tempo de vida (dias). Viçosa – Minas Gerais, 2007.

*Rosa hybrida* 'Victory Parade', exposta a  $0,6 \text{ mL L}^{-1}$  do gás etileno, perdeu rapidamente folhas e botões florais (SEREK et al., 1994b). MULLER et al. (2001), comparando cinco cultivares de rosas miniaturas, verificaram que o aumento das concentrações de etileno de 0 para  $5 \mu\text{L L}^{-1}$  tratadas por 6 dias, ocasionou aumento na taxa de abscisão foliar.

O nível de sensibilidade ao etileno varia muito entre as espécies e, até mesmo, entre variedades da mesma espécie. Embora as cultivares tenham respondido ao etileno com a redução da longevidade, existe diferença entre o nível de sensibilidade das cultivares quando tratadas com etileno. MULLER et al. (1998a) observaram grande diferença de sensibilidade ao etileno exógeno entre cultivares de mini rosas, apesar de todas terem sido sensíveis. A sensibilidade da planta ao etileno depende da presença, nos tecidos, de receptores específicos para o etileno. Algumas flores altamente sensíveis ao etileno respondem a concentrações muito baixas quanto  $1,0$  a  $3,0 \mu\text{L L}^{-1}$ , por 24 horas de exposição, enquanto que flores menos sensíveis são resistentes a concentrações 10 a 100 vezes maiores (NOWAK & RUDNICKI, 1990).

O etileno acelerou a senescência e abscisão de flores de esporinha (*Consolida ajacis*) afetando a aparência das flores que apresentaram manchas e descoloração nas pétalas quando tratadas com Ethrel nas concentrações de 0; 0,1; 1,0; 10; 100 e  $1.000 \text{ mg L}^{-1}$ . Concentrações de 10, 100 e  $1.000 \text{ mg L}^{-1}$  de Ethrel, reduziram a vida de vaso em 23%, 59% e 72% respectivamente (SANTOS et al., 2005). HEYES & JOHNSTON (1998) também observaram sintomas semelhantes em *Cymbidium* sp. Redução da longevidade de flores de *Epidendrum ibaguense* em 1,88 dias quando tratadas com  $10 \text{ mg L}^{-1}$  e em 3,77 dias quando tratadas com 100 e  $1000 \text{ mg L}^{-1}$  de ethephon foram observados por MORAES (2003). Flores de *Eustoma grandiflorum* quando tratadas com etileno nas concentrações 0; 0,1; 1; 2 e  $20 \mu\text{L L}^{-1}$  apresentaram redução acentuada na longevidade quando tratadas com  $20 \mu\text{L L}^{-1}$  (ICHIMURA et al., 1998). Flores de *Leucocoryne coquimbensis* tratadas com  $8 \mu\text{L L}^{-1}$  de etileno reduziram significativamente a vida de vaso em 5,3 dias e a vida de prateleira em 3,6 dias quando comparada com a testemunha que apresentou 9,8 e 7,5 dias respectivamente (ELGAR et al., 2003).

O etileno é um regulador de crescimento gasoso com importante papel em vários processos de desenvolvimento, e, está envolvido com a senescência

natural das flores, reduzindo a sua longevidade (SISLER & SEREK, 1997; YANG, 1985). Em flores, o etileno afeta importantes processos que culminam com a perda de qualidade e, ou, redução da longevidade, como enrolamento de pétalas, perda da cor verde, dormência de gemas, epinastia e senescência (TJOSVOLD et al., 1994), abscisão e murchamento (DOI & REID, 1995; 1996).

A resposta ao etileno é mediada pelo ligamento do etileno com o receptor específico e esse complexo etileno-receptor provoca modificação no processo de transcrição de genes, levando à produção de específicos mRNAs e enzimas que serão responsáveis pelos efeitos fisiológicos (WOLTERING et al., 1994). O processo de transcrição dos genes, se ativado, é responsável pelos efeitos fisiológicos, como a senescência da flor, e pela biossíntese de etileno endógeno (REID & WU, 1992). O etileno desempenha importante papel durante a senescência de plantas, via efeitos diretos e indiretos, na regulação do metabolismo.

No Quadro 3, encontram-se as médias para estágio de abertura floral (EAF) ao final da longevidade floral, para as sete cultivares de rosa, que não sofreram ( $P>0,05$ ) efeitos das concentrações de etileno. As cultivares Konfetti™, Sandra, Tineke e Texas apresentaram estágio de abertura floral das hastes semelhantes ( $P>0,05$ ), com média geral de 5,0 (botão floral completamente aberto), superando ( $P<0,05$ ) à das demais cultivares. As hastes da cultivar Versília apresentaram estágio médio de abertura floral de 4,6. As cultivares Vega e Grand Gala® não alcançaram o estágio máximo de abertura floral para as concentrações de etileno testadas, apresentando estágio de abertura floral das hastes semelhantes ( $P>0,05$ ), com média geral de 4,3 (botão floral com diversas pétalas abertas).

O estágio de abertura floral é fator determinante na longevidade de várias espécies de flores. Para algumas espécies como rosa, gladiolo e íris, a colheita comercial ocorre no estágio de botão com posterior abertura da flor em solução aquosa (SEREK et al., 1994c; GOSZCZYNSKA & RUDNICKI, 1988).

A senescência das flores pode ser acelerada pela presença de etileno conforme a sensibilidade dos tecidos ao produto. A resposta e a sensibilidade ao etileno são dependentes do estágio de desenvolvimento, variedade e percepção por parte do órgão da planta (CIARDI & KLEE, 2001; JONES et al., 2001). Em flores de *Leucocoryne coquimbensis* e *Leucocoryne ixioides*, tratamentos com  $8,0 \mu\text{L L}^{-1}$  de etileno por 24 horas não influenciaram na porcentagem de flores abertas quando comparada com a testemunha tratada apenas em água (ELGAR et al., 2003). ELGAR et al., (1999), estudando três espécies de lírios tratados com  $100 \mu\text{L L}^{-1}$  de etileno por 24 horas, obtiveram 100% de abertura floral para flores de lírio Oriental e *Lilium longiflorum* e 54% de abertura floral para flores de lírios Asiáticos. O etileno também influenciou o número de flores abertas por haste de *Phlox paniculata* observado depois de um e seis dias pós-tratamento com 0; 0,3; 1 e  $3,0 \mu\text{L L}^{-1}$  de etileno por 12 horas. Em todos os casos, o número de flores abertas por hastes diminuiu com o aumento das concentrações de etileno (PORAT et al., 1995).



Quadro 3 – Médias para estágio de abertura floral\* (EAF) ao final da longevidade floral de sete cultivares de *R. hybrida* L. em função das concentrações (C) de etileno. Viçosa – Minas Gerais, 2007.

Cultivares	Concentração de etileno ( $\mu\text{L L}^{-1}$ )					Média
	0	1	10	100	1000	
<b>Konfetti™</b>	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0 a
<b>Sandra</b>	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0 a
<b>Tineke</b>	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0 a
<b>Texas</b>	5,0	5,0	4,8	5,0	4,8	4,9 a
<b>Versília</b>	5,0	4,3	4,5	4,5	4,5	4,6 b
<b>Vega</b>	4,7	4,5	4,3	4,3	4,2	4,4 c
<b>Grand Gala®</b>	4,5	4,2	4,0	4,0	4,8	4,3 c

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo critério de Scott-Knott ( $P>0,05$ ).

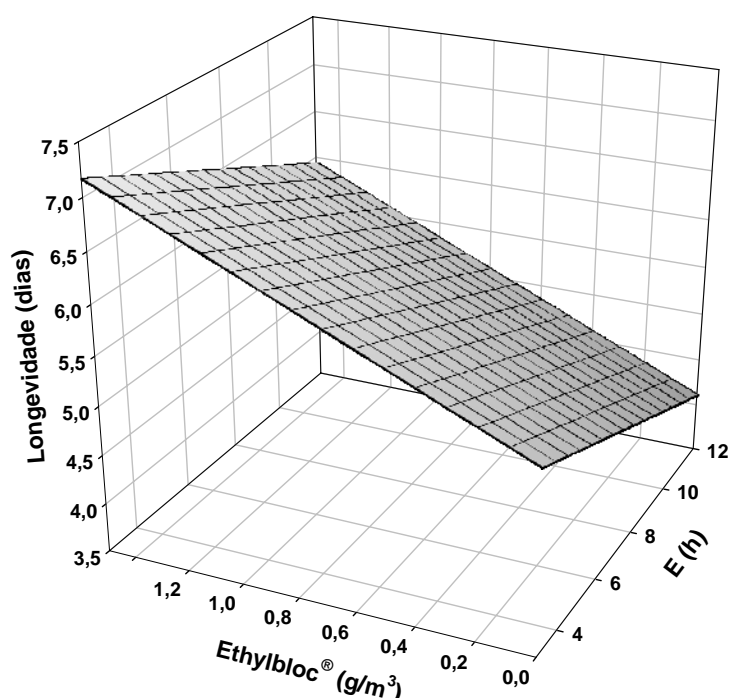
\* Escala de CUSHMAN et al., 1994 (1 - botão floral fechado; 2- pétalas fechadas e sépalas abertas; 3 - início de abertura das pétalas; tradicional estágio de botão floral; 4 - diversas pétalas abertas; 5 - botão floral completamente aberto; 6 - vida pós-colheita terminada).

### 3.2. PERÍODOS DE EXPOSIÇÃO E CONCENTRAÇÕES DE 1-MCP

A aplicação de 1-MCP apresentou efeito crescente ( $P < 0,05$ ), promovendo aumento na longevidade das hastes florais das cultivares Grand Gala<sup>®</sup> (Figura 6) e Konfetti<sup>™</sup> (Figura 7). A máxima longevidade floral foi observada na concentração de  $1,5 \text{ g/m}^3$  de Ethylbloc<sup>®</sup> no período de exposição de 3 horas, já que este promoveu efeito negativo ( $P < 0,05$ ). As duas cultivares apresentaram comportamento semelhante para concentrações e períodos de exposição ao 1-MCP.

Para as cultivares Grand Gala<sup>®</sup> e Konfetti<sup>™</sup>, a maior longevidade foi de 7,2 e 12,1 dias respectivamente no período de exposição de 3 horas na concentração de  $1,5 \text{ g/m}^3$  de Ethylbloc<sup>®</sup>. Para as cultivares Grand Gala<sup>®</sup> e Konfetti<sup>™</sup>, a menor longevidade foi de 4,1 e 6,4 dias, respectivamente, para concentração de  $0 \text{ g/m}^3$  de Ethylbloc<sup>®</sup> no período de exposição de 12 horas.

Após o tratamento com 1-MCP, a maioria do etileno se desliga rapidamente do receptor, enquanto que o 1-MCP continua ligado por longos períodos (dias) e nesse período o etileno não pode se ligar ao sítio (SISLER & SEREK, 1997).



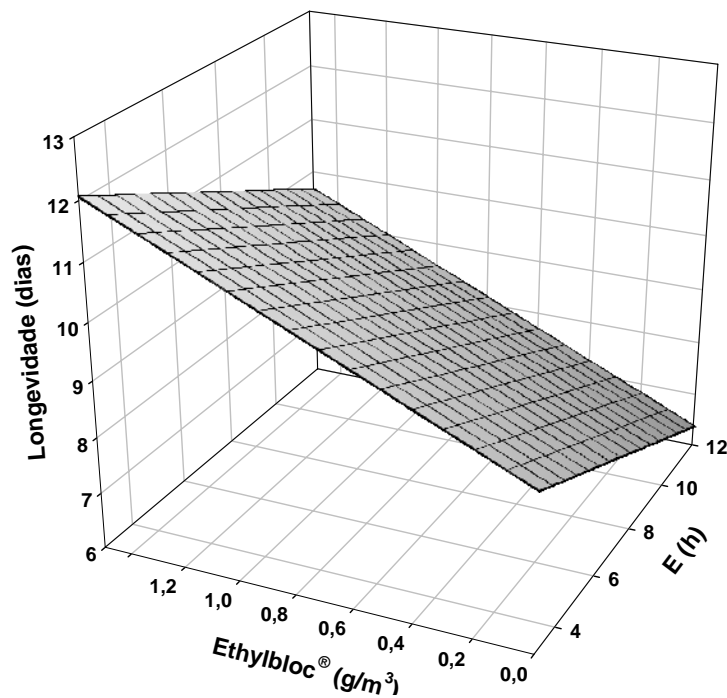
$$\hat{Y} = 5,7426 - 0,1365 * E + 1,2217 * C \quad R^2 = 0,66$$

\* Significativo pelo teste t (P<0,05)

Figura 6 - Estimativa da longevidade de hastes florais de rosa cultivar Grand Gala® em função das concentrações (C) de Ethylbloc® e períodos de exposição (E). Viçosa – Minas Gerais, 2007.

Tempo ideal de exposição, temperatura ótima e concentração efetiva de 1-MCP variam muito entre as espécies. A concentração mínima necessária foi de 10 nL L<sup>-1</sup> para *Kalanchoe blossfeldiana* ‘Tropicana’ (SEREK et al., 1995a), enquanto que em maçãs, alguns estudos mostram que 1,0 µL L<sup>-1</sup> foi requerido para bloquear a ação do etileno (JIANG & JOYCE, 2002; FAN et al., 1999); para retardar o amaciamento de mangas, foi necessário a aplicação de 100 µL L<sup>-1</sup> (JIANG & JOYCE, 2000). Na maioria dos estudos a duração do tratamento varia entre 12 e 24 horas. SISLER et al. (1996a) observaram que a concentração de 1-MCP necessária para proteger flores de cravo foi inversamente relacionada com o tempo de tratamento. Seis horas de tratamento com 2,5 nL L<sup>-1</sup> de 1-MCP foi suficiente para proteger contra as ações do etileno, e 0,5 nL L<sup>-1</sup> é suficiente se a exposição for no período de 24

horas. Já em brócolis, tratados com 1, 10 e 50  $\mu\text{L L}^{-1}$  por 1, 2 e 6 horas, KU & WILLS (1999) observaram maior vida de prateleira com concentração de 1  $\mu\text{L L}^{-1}$  e tempo de exposição de 6 horas.



$$\hat{Y} = 9,5629 - 0,2667 * E + 2,2103 * C \quad R^2 = 0,66$$

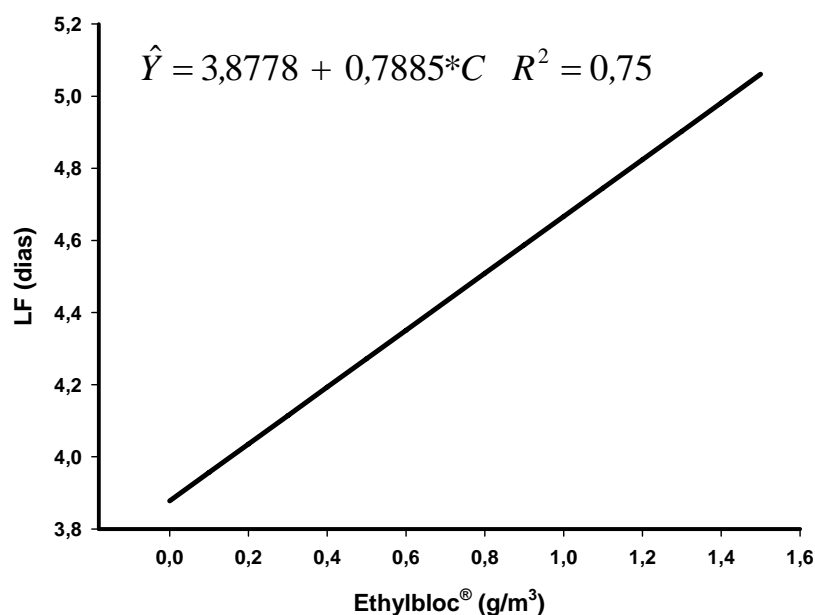
\* Significativo pelo teste t ( $P < 0,05$ )

Figura 7 - Estimativa da longevidade de hastes florais de rosa cultivar Konfetti™ em função das concentrações (C) de Ethylbloc® e períodos de exposição (E). Viçosa – Minas Gerais, 2007.

O 1-MCP protege numerosas espécies de flores de corte de danos causados pelo etileno exógeno, tais como: declínio da vida de vaso em lírios asiáticos ‘Cordélia’ e ‘Elite’ e *Lilium longiflorum*, quando expostos a 150 nL  $\text{L}^{-1}$  por 6 horas (ELGAR et al., 1999); abscisão de flores e redução na vida de vaso em várias flores australianas nativas quando expostas a 10 nL  $\text{L}^{-1}$  por 12 horas

(MACNISH et al., 2000b); abscisão de flores e redução na vida de vaso de *Phlox paniculata*, quando expostas a 25, 250 ou 500 nL L<sup>-1</sup> por 6 horas (PORAT et al., 1995). Flores de *Cymbidium* tratadas com 1-MCP na concentração de 500 ppb durante um período de 6 horas apresentaram vida de vaso de 19 dias, 12 dias a mais que o controle, que apresentou vida de vaso de sete dias (HEYES & JOHNSTON, 1998). Baixas concentrações de 1-MCP podem ser tão efetivas quanto concentrações elevadas se as concentrações baixas forem aplicadas por maiores períodos de tempo. (SISLER & SEREK, 2001; MACNISH et al., 2000a). SISLER et al. (1996a) notaram que 250 a 300 nL L<sup>-1</sup> de 1-MCP por 5 minutos foram tão efetivos para flores de cravo quanto 0,5 nL L<sup>-1</sup> por 24 horas. SILVA (2004), estudando os efeitos de concentração e tempos de exposição ao 1-MCP em gerânio, verificou que o 1-MCP foi eficiente no prolongamento da vida de prateleira da variedade Pulsar Red em até 13,6 dias, na concentração de 1,0 g/m<sup>3</sup> e tempo de exposição de 3 horas.

O 1-MCP foi eficiente em prolongar a longevidade foliar (LF) para ambas cultivares (Figuras 8 e 9). Para a cultivar Grand Gala<sup>®</sup>, não houve efeito ( $P > 0,05$ ) para período de exposição ao 1-MCP. Houve efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ), em função do aumento da concentração de Ethylbloc<sup>®</sup>, verificando-se maior proteção contra os efeitos do etileno na longevidade foliar (Figura 8). Através da equação de regressão, a longevidade foliar máxima foi de 5,1 dias para a concentração de 1,5 g/m<sup>3</sup> de Ethylbloc<sup>®</sup>.



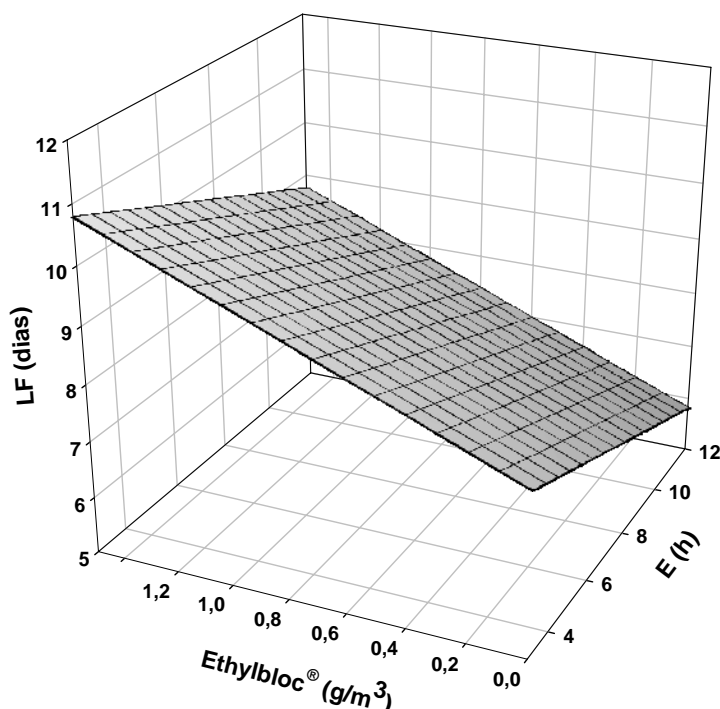
\* Significativo pelo teste t ( $P < 0,05$ )

Figura 8 - Estimativa da longevidade foliar (LF), em dias, de hastes florais de rosa cultivar Grand Gala® em função das concentrações (C) de Ethylbloc®. Viçosa – Minas Gerais, 2007.

Para a cultivar Konfetti™, a maior longevidade foliar ocorreu na concentração de 1,5 g/m<sup>3</sup> de Ethylbloc® e período de exposição de 3 horas (Figura 9). Houve efeito linear crescente para longevidade foliar em relação ao aumento da concentração de Ethylbloc®, e, efeito linear decrescente em relação ao período de exposição ao 1-MCP. O tempo máximo para longevidade foliar foi de 10,8 dias, no período de exposição de 3 horas na concentração de 1,5 g/m<sup>3</sup> de Ethylbloc®. O tempo mínimo para longevidade foliar foi de 5,8 dias, no período de exposição de 12 horas na concentração de 0 g/m<sup>3</sup> de Ethylbloc®.

O 1-MCP preveniu danos do etileno exógeno contra abscisão de folhas e gemas de *R. hybrida* 'Victory Parade' por 5 a 10 dias quando tratadas com 5 e 20 nL L<sup>-1</sup> por 6 horas, comparados com plantas não tratadas (SEREK et al., 1994b, 1995a); e, abscisão de folhas, flores e gemas de rosa 'Royal' e 'Sunset' quando tratadas com 100 nL L<sup>-1</sup> por 6 horas (SEREK et al., 1996); abscisão de folhas e clorose de cróton (*Codiaeum variegatum* var. *pictum* 'Aucubaefolia') (MULLER et al., 1998b). Existem muitas evidências de que as taxas elevadas

de produção de etileno são responsáveis pela aceleração da abscisão e que inibidores da produção e ação de etileno são considerados retardadores da abscisão floral e foliar (SEREK et al., 1994a; SEXTON, 2000).



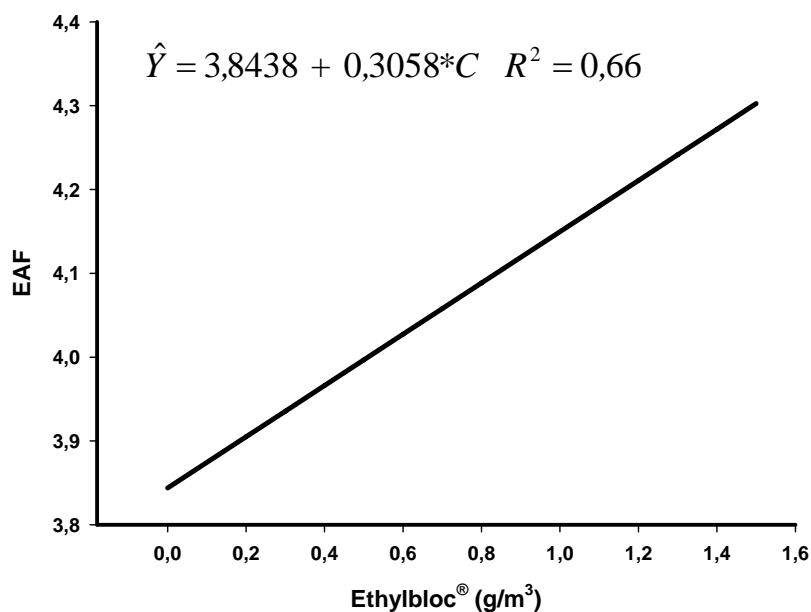
$$\hat{Y} = 8,5332 - 0,2262 * E + 1,9626 * C \quad R^2 = 0,75$$

\* Significativo pelo teste t (P<0,05)

Figura 9 - Estimativa para longevidade foliar (LF), em dias, de hastes florais de rosa cultivar Konfetti™ em função das concentrações (C) de Ethylbloc® e períodos de exposição (E). Viçosa – Minas Gerais, 2007.

Assume-se que o 1-MCP se liga permanentemente aos receptores presentes no momento do tratamento e qualquer retorno da sensibilidade ao etileno deve-se à criação de novos sítios receptores. Esta hipótese pode ser verdadeira, mas existem poucos dados para seu suporte. Os tecidos vegetais variam muito em sua habilidade de regenerar novos sítios (BLANKENSHIP & DOLE, 2003).

Para a variável estágio de abertura floral (EAF), não houve efeito ( $P>0,05$ ) do período de exposição ao 1-MCP para a cultivar Grand Gala<sup>®</sup>. A aplicação de 1-MCP, com efeito linear crescente ( $P<0,05$ ), proporcionou aumento na abertura floral (Figura 10). O estágio de abertura floral estimado foi de 4,3 para concentração de 1,5 g/m<sup>3</sup> de Ethylbloc<sup>®</sup>.



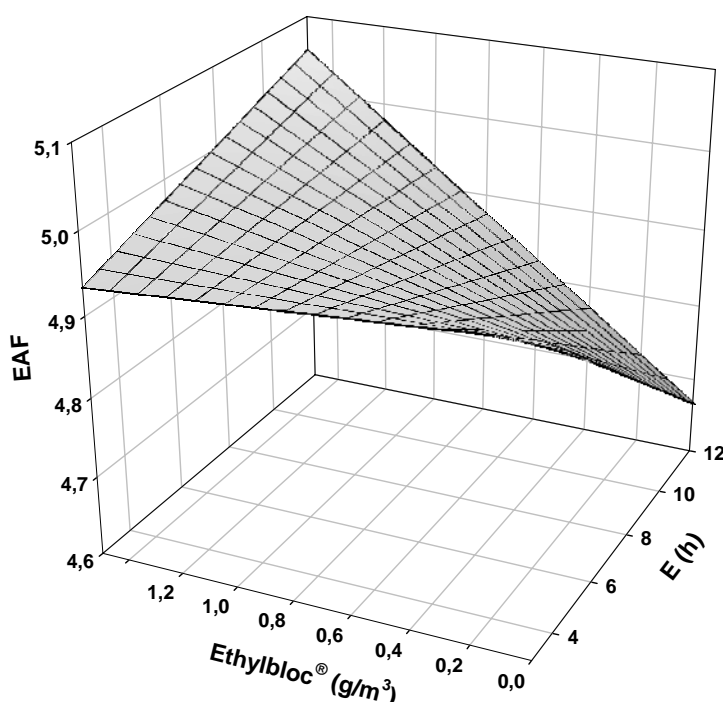
\* Significativo pelo teste t ( $P<0,05$ )

Figura 10 - Estimativa do estágio de abertura floral (EAF) de hastes florais de rosa cultivar Grand Gala<sup>®</sup> em função das concentrações (C) de Ethylbloc<sup>®</sup>. Viçosa – Minas Gerais, 2007.

Mantendo-se concentração de 1-MCP constante para a cultivar Konfetti<sup>™</sup>, observa-se menor abertura floral com períodos de exposição de 12 horas. Mantendo-se o período de exposição ao 1-MCP constante, as hastes florais de rosa cultivar Konfetti<sup>™</sup> apresentaram redução de abertura floral até a concentração de 1,0 g/m<sup>3</sup> de Ethylbloc<sup>®</sup>. Concentrações de Ethylbloc<sup>®</sup> acima de 1,0 g/m<sup>3</sup> proporcionaram maior abertura floral (Figura 11). O 1-MCP foi eficiente em proporcionar o maior estágio de abertura floral, de 5,05 para a cultivar Konfetti<sup>™</sup> com uma concentração de 1,5 g/m<sup>3</sup> de Ethylbloc<sup>®</sup> e 12 horas de exposição.



O 1-MCP não influenciou na porcentagem de abertura floral de lírios asiáticos ‘Cordélia’ (cultivados no verão), ‘Elite’ e *Lilium longiflorum*, quando expostos a 150 nL L<sup>-1</sup> por 6 horas. Entretanto, lírios asiáticos ‘Cordélia’ cultivados no inverno, o 1-MCP proporcionou maior porcentagem de flores abertas (42%), quando comparado com o controle (36%) (ELGAR et al., 1999). O 1-MCP também inibiu os efeitos do etileno no número de flores abertas por haste de *Phlox paniculata* observado depois de um e seis dias pós-tratamento. Em todos os casos, as flores tratadas com 1-MCP tiveram a mesma quantidade de flores abertas por haste, quando comparado com flores que não foram pré-tratadas com 1-MCP (PORAT et al., 1995).



$$\hat{Y} = 5,0748 - 0,0339 * E - 0,1207C + 0,0316 * ExC \quad R^2 = 0,59$$

\* Significativo pelo teste t (P<0,05)

Figura 11 - Estimativa do estágio de abertura floral (EAF) de hastes florais de rosa cultivar Konfetti™ em função das concentrações (C) de Ethylbloc® e períodos de exposição (E). Viçosa – Minas Gerais, 2007.

O estágio de abertura floral na colheita é fator determinante na longevidade de várias espécies de flores. Para algumas espécies como rosa, gladiolo e íris, a colheita comercial ocorre no estágio de botão com posterior abertura da flor em solução aquosa (SEREK et al., 1994c; GOSZCZYNSKA & RUDNICKI, 1988).

Tomates verdes tratados com 20 e 100  $\mu\text{L L}^{-1}$  de 1-MCP por 2 horas apresentaram vida pós-colheita de 19 e 20,5 dias respectivamente, quando comparados com o controle (15,6 dias). Quando tomates verdes foram tratados com 5  $\mu\text{L L}^{-1}$  de 1-MCP por 5 horas, a vida pós-colheita foi de 24,6 dias, quando comparado com 1 hora de exposição que apresentou vida pós-colheita de 20 dias e o controle 12 dias (WILLS & KU, 2002). Em tomate (*Lycopersicon esculentum*), 7,0 nL  $\text{L}^{-1}$  de 1-MCP bloqueou a mudança da coloração de verde para vermelho por 8 dias (SISLER et al., 1996b). Concentrações entre 1,0 (FAN & MATTHEIS, 2000b; KU & WILLS, 1999) e 12  $\mu\text{L L}^{-1}$  (ABLE et al., 2002) foram efetivas em bloquear a ação do etileno em brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica* L.). Concentrações de 5 e 50 nL  $\text{L}^{-1}$  de 1-MCP não tiveram efeito em retardar o amadurecimento em bananas não maduras, quando comparados com 500 nL  $\text{L}^{-1}$  que atrasou o amadurecimento (HARRIS et al., 2000), o qual está em contraste com SISLER et al. (1996b) que reportou que apenas 0,7 nL  $\text{L}^{-1}$  foi eficiente.

### 3.3. APLICAÇÕES MÚLTIPLAS DE 1-MCP

A longevidade floral das hastes de rosa cultivar Grand Gala<sup>®</sup> foi afetada ( $P < 0,05$ ) pelo uso de 1-MCP e pelo modo de aplicação, não havendo, entretanto, interação entre eles ( $P > 0,05$ ).

A maior longevidade foi observada no tratamento com aplicação simples (8,7 dias), diferindo das aplicações dupla (7,7 dias) e tripla (6,5 dias). A aplicação de 1-MCP se mostrou eficiente no prolongamento da longevidade das hastes florais (8,3 dias), quando comparada com a não aplicação de 1-MCP (7,0 dias) (Quadro 4).

Tratamentos sem 1-MCP apresentaram redução na longevidade das hastes florais da cultivar Grand Gala<sup>®</sup>, que apresentou longevidade de 8,0 dias com uma aplicação simples, 7,0 dias com dupla aplicação e tratamento com tripla aplicação de 6,0 dias. O mesmo resultado foi observado para tratamentos com 1-MCP, que apresentou longevidade de 9,5 dias com simples aplicação, 8,5 dias com dupla aplicação e 7,0 dias com tripla aplicação de 1-MCP.

A longevidade das hastes florais da cultivar Konfetti<sup>™</sup> foi afetada ( $P < 0,05$ ) pelo uso de 1-MCP e pelo modo de aplicação, não havendo, entretanto interação entre eles ( $P > 0,05$ ).

A maior longevidade foi observada no tratamento aplicação simples (10,4 dias), diferindo das aplicações dupla (8,5 dias) e tripla (8,2 dias). A aplicação de 1-MCP se mostrou eficiente no prolongamento da longevidade das hastes florais (9,8 dias), quando comparada com a não aplicação de 1-MCP (8,2 dias) (Quadro 4).

Tratamentos sem 1-MCP apresentaram redução na longevidade, no qual aplicação simples apresentou longevidade de 8,5 dias, no tratamento com dupla aplicação 8,3 dias e tratamento com tripla aplicação de 7,8 dias. O mesmo resultado foi observado para tratamentos com 1-MCP, em que aplicação simples apresentou longevidade de 12,3 dias, dupla aplicação de 1-MCP com 8,7 dias e tripla aplicação com 8,5 dias.

Quadro 4 – Médias de longevidade (dias) de hastes florais de rosa cultivar Grand Gala<sup>®</sup> e Konfetti<sup>™</sup> em função das aplicações múltiplas de 1-MCP. Viçosa – Minas Gerais, 2007.

<b>Grand Gala<sup>®</sup></b>				
<b>Ethylbloc<sup>®</sup></b>	<b>Modo de Aplicação</b>			<b>Média</b>
	<b>Simples</b>	<b>Dupla</b>	<b>Tripla</b>	
<b>0 g/m<sup>3</sup></b>	8,0	7,0	6,0	7,0 b
<b>1,5 g/m<sup>3</sup></b>	9,5	8,5	7,0	8,3 a
<b>Média</b>	8,7 A	7,7 B	6,5 C	

<b>Konfetti<sup>™</sup></b>				
<b>Ethylbloc<sup>®</sup></b>	<b>Modo de Aplicação</b>			<b>Média</b>
	<b>Simples</b>	<b>Dupla</b>	<b>Tripla</b>	
<b>0 g/m<sup>3</sup></b>	8,5	8,3	7,8	8,2 b
<b>1,5 g/m<sup>3</sup></b>	12,3	8,7	8,5	9,8 a
<b>Média</b>	10,4 A	8,5 B	8,2 B	

\* As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelos testes F e Duncan, respectivamente (P>0,05).

Resultados semelhantes foram encontrados para brócolis e couve-chinesa, no qual múltiplas aplicações de 12  $\mu\text{L L}^{-1}$  de 1-MCP por 6 horas não foram eficientes em proteger contra os efeitos do etileno exógeno quando comparados com apenas uma aplicação (ABLE et al., 2002).

O 1-MCP inibe a ação do etileno, bloqueando o receptor do etileno e prevenindo os tecidos da planta dos efeitos adversos do etileno (PRE-AYMARD et al., 2002). Foi demonstrado que o 1-MCP se liga aos receptores de etileno com meia vida útil de difusão entre 7 e 12 dias, comparado com 2 a 10 minutos no caso do etileno. Este tempo de difusão sugere que a ligação do 1-MCP ao receptor do etileno é praticamente irreversível. Porém, assim que o complexo receptor do 1-MCP é metabolizado ou novos receptores são gerados, o processo é revertido (SISLER & SEREK, 1997; PEREIRA & BELTRAN, 2002).

Aplicações múltiplas de 1-MCP (dupla e tripla) não foram eficientes em prolongar a longevidade das hastes florais de rosa. O período prolongado de exposição ao etileno inibe os efeitos do 1-MCP. Isto sugere que o 1-MCP provavelmente não se ligue aos receptores irreversivelmente como foi anteriormente sugerido (SISLER E SEREK, 1997). Portanto, com o surgimento de novos sítios receptores, o 1-MCP pode não está ligado permanentemente a esses sítios, ou está ligado a outros sítios que apresentam homologia ao receptor do etileno, ETR1. A presença de cópias de ETR1 em *Pelargonium* durante tratamento com 1-MCP apóia a hipótese da produção de novos sítios receptores (HALL et al., 2000; CAMERON & REID, 2001).

No Quadro 5 encontram-se as médias dos tratamentos de aplicação múltipla de 1-MCP para longevidade foliar (LF) de hastes florais da cultivar Grand Gala<sup>®</sup>. A longevidade foliar foi afetada ( $P < 0,05$ ) pelo uso de 1-MCP e pelo modo de aplicação, não havendo, entretanto interação entre eles ( $P > 0,05$ ).

Para as hastes florais da cultivar Grand Gala<sup>®</sup>, a longevidade foliar foi antecipada, conforme o aumento do número de aplicações de 1-MCP. Maior longevidade foliar foi observada nos tratamentos com aplicação simples (7,4 dias) e dupla (7,2 dias) em relação à aplicação tripla (5,5 dias). A aplicação de 1-MCP se mostrou eficiente em prolongar a longevidade foliar das hastes florais (7,8 dias), quando comparada com a não aplicação de 1-MCP (5,6 dias).

Tratamentos sem 1-MCP apresentaram menor longevidade foliar ( $P < 0,05$ ). Observou-se que aplicações simples e dupla apresentaram início de abscisão foliar em 6,2 dias, e, tratamento com tripla aplicação início em 4,3 dias. Para tratamentos com 1-MCP, observou-se que aplicação simples apresentou início de abscisão foliar em 8,7 dias, dupla aplicação de 1-MCP 8,2 dias e tripla aplicação de 1-MCP 6,7 dias.

A longevidade foliar das hastes florais da cultivar Konfetti<sup>™</sup> foi afetada ( $P < 0,05$ ) pelo uso de 1-MCP e pelo modo de aplicação, não havendo, entretanto, interação ( $P > 0,05$ ) entre eles (Quadro 5).

Menor longevidade foliar foi observada com o aumento do número de aplicações de 1-MCP. O início de abscisão foliar das hastes florais da cultivar Konfetti<sup>™</sup> foi mais tardio nos tratamentos com aplicação simples (8,5 dias) diferindo ( $P < 0,05$ ) das aplicações dupla (6,8 dias) e tripla (6,7 dias). A

aplicação de 1-MCP se mostrou eficiente ( $P < 0,05$ ) em prolongar a longevidade foliar das hastes florais (8,4 dias), quando comparada à não aplicação de 1-MCP (6,3 dias). Observou-se que aplicações simples e dupla apresentaram longevidade foliar em 6,5 dias, e, aplicação tripla 5,8 dias. Para tratamentos com 1-MCP, observou-se que aplicação simples apresentou longevidade foliar de 10,5 dias, dupla aplicação 7,2 dias e tripla aplicação 7,5 dias.

Quadro 5 – Médias de longevidade foliar (LF) em dias, em hastes florais de rosa cultivar Grand Gala<sup>®</sup> e Konfetti<sup>™</sup> em função das aplicações múltiplas de 1-MCP. Viçosa – Minas Gerais, 2007.

<b>Grand Gala<sup>®</sup></b>				
<b>Ethylbloc<sup>®</sup></b>	<b>Modo de Aplicação</b>			<b>Média</b>
	<b>Simples</b>	<b>Dupla</b>	<b>Tripla</b>	
<b>0 g/m<sup>3</sup></b>	6,2	6,2	4,3	5,6 b
<b>1,5 g/m<sup>3</sup></b>	8,7	8,2	6,7	7,8 a
<b>Média</b>	7,4 A	7,2 A	5,5 B	

<b>Konfetti<sup>™</sup></b>				
<b>Ethylbloc<sup>®</sup></b>	<b>Modo de Aplicação</b>			<b>Média</b>
	<b>Simples</b>	<b>Dupla</b>	<b>Tripla</b>	
<b>0 g/m<sup>3</sup></b>	6,5	6,5	5,8	6,3 b
<b>1,5 g/m<sup>3</sup></b>	10,5	7,2	7,5	8,4 a
<b>Média</b>	8,5 A	6,8 B	6,7 B	

\* As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelos testes F e Duncan, respectivamente ( $P > 0,05$ ).

A abscisão e senescência das flores podem ser aceleradas pela presença de etileno conforme a sensibilidade dos tecidos, a qual depende do estágio de desenvolvimento, cultivar e percepção por parte do órgão da planta (CIARDI & KLEE, 2001; JONES et al., 2001). PESIS et al. (2002) observaram que duas aplicações de 100 nL L<sup>-1</sup> de 1-MCP foram mais benéficas em reduzir

a descoloração do mesocarpo induzida por etileno em frutos de abacate do que apenas uma aplicação.

As hastes florais tratadas com dupla e tripla aplicação com e sem 1-MCP apresentaram rápido início de abscisão foliar, sugerindo que nesse período as flores tornaram-se mais sensíveis ao etileno, ou, à ocorrência da síntese de novos sítios receptores. A semelhança do que ocorreu com *Consolida ajacis*, (FINGER et al., 2001), o tratamento com inibidores da ação do etileno protegeu *Epipremnum pinnatum* contra o amarelecimento e a abscisão das folhas, sugerindo que o etileno estaria envolvido na degradação de clorofila e a abscisão (MULLER et al., 1997).

O estágio de abertura floral (EAF) das hastes de rosa cultivar Grand Gala<sup>®</sup> foi afetado ( $P < 0,05$ ) apenas pelo uso de 1-MCP. As hastes não apresentaram abertura floral completa (Quadro 6).

A aplicação de 1-MCP se mostrou eficiente para promover a abertura das hastes florais, atingindo estágio de abertura floral de 4,7 quando comparada com a não aplicação de 1-MCP, com estágio de abertura floral 4,1 (diversas pétalas abertas).

O estágio de abertura floral das hastes de rosa cultivar Konfetti<sup>™</sup>, não foi afetada ( $P > 0,05$ ) nem pelo uso de 1-MCP e nem pelo modo de aplicação. Para os três modos de aplicação com 1-MCP, os botões florais da cultivar Konfetti<sup>™</sup> atingiram o estágio completamente aberto (Quadro 6).

Quadro 6 – Médias do estágio de abertura floral (EAF) de hastes de rosa cultivar Grand Gala<sup>®</sup> e Konfetti<sup>™</sup> em função das aplicações múltiplas de 1-MCP. Viçosa – Minas Gerais, 2007.

<b>Grand Gala<sup>®</sup></b>				
<b>Ethylbloc<sup>®</sup></b>	<b>Modo de Aplicação</b>			<b>Média</b>
	<b>Simples</b>	<b>Dupla</b>	<b>Tripla</b>	
<b>0 g/m<sup>3</sup></b>	4,0	4,3	4,0	4,1 b
<b>1,5 g/m<sup>3</sup></b>	4,8	4,7	4,7	4,7 a
<b>Média</b>	4,4	4,5	4,3	

<b>Konfetti<sup>™</sup></b>				
<b>Ethylbloc<sup>®</sup></b>	<b>Modo de Aplicação</b>			<b>Média</b>
	<b>Simples</b>	<b>Dupla</b>	<b>Tripla</b>	
<b>0 g/m<sup>3</sup></b>	5,0	4,3	5,0	4,8
<b>1,5 g/m<sup>3</sup></b>	5,0	5,0	5,0	5,0
<b>Média</b>	5,0	4,7	5,0	

\* As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelos testes F e Duncan, respectivamente (P>0,05).

O 1-MCP tem demonstrado ser um composto eficiente e conveniente para bloquear os efeitos negativos da ação do etileno em diversas espécies de flores, como observado em lírio oriental (ÇELIKEL et al., 2002), petúnias (SEREK et al., 1995b) e gerânio (SILVA, 2004; CAMERON & REID, 2001; JONES et al., 2001). O 1-MCP também inibiu os efeitos do etileno no número de flores abertas por haste de *Phlox paniculata* quando expostas 25, 250 ou 500 nL L<sup>-1</sup> por 6 horas (PORAT et al., 1995). O 1-MCP foi efetivo em retardar o amadurecimento de banana (MACNISH et al., 2000a) e na prevenção do desenvolvimento de distúrbios fisiológicos induzidos pelo etileno em cenoura e alface (FAN & MATTHEIS, 2000a) e brócolis (FORNEY et al., 2003; ABLE et al., 2002; KU et al., 1999).

Novos sítios de recepção parece se desenvolver após tratamentos de aplicações múltiplas de 1-MCP em brócolis, quando comparado ao tratamento



com uma única aplicação, mas isso não ocorreu em couve-chinesa (ABLE et al., 2002). O amadurecimento em tomates foi atrasado por 5 a 10 dias quando realizada apenas uma aplicação de 1-MCP, mas os frutos necessitaram ser novamente tratados com 1-MCP para a continuação dos efeitos (HOEBERICHTS et al., 2002; WILLS & KU, 2002; SISLER et al., 1996b). LIMA et al. (2006), avaliando a conservação da manga 'Tommy Atkins', observaram que a realização de uma aplicação de 1200 nL L<sup>-1</sup> ou duas de 900 nL L<sup>-1</sup> de 1-MCP, sendo a primeira no início da refrigeração e a segunda nas últimas doze horas, resultou em efeitos praticamente equivalentes. PESIS et al. (2002) encontraram que duas aplicações de 300 nL L<sup>-1</sup> de 1-MCP foi suficiente para prevenir o amolecimento em abacate em 10 dias, uma vez que uma aplicação permitiu o amolecimento normal dos frutos.

#### 4. CONCLUSÕES

As sete cultivares de rosa não responderam ao aumento das concentrações de etileno. O nível de sensibilidade das flores ao etileno variou entre as cultivares.

A cultivar Grand Gala<sup>®</sup> apresentou-se como a mais sensível e a cultivar Konfetti<sup>™</sup> a mais resistente.

Para as cultivares Grand Gala<sup>®</sup> e Konfetti<sup>™</sup>, longevidades maiores das flores foram obtidas com períodos curtos de exposição a concentrações altas de Ethylbloc<sup>®</sup>.

A maior longevidade foliar e máxima abertura floral para a cultivar Grand Gala<sup>®</sup>, foram obtidas com altas concentrações de Ethylbloc<sup>®</sup>.

Para a cultivar Konfetti<sup>™</sup>, a maior longevidade foliar foi obtida com curtos períodos de exposição a concentrações altas de Ethylbloc<sup>®</sup>, e, a máxima abertura floral ocorreu com longos períodos de exposição a concentrações altas de Ethylbloc<sup>®</sup>.

Em presença de etileno a aplicação única de 1-MCP foi a mais eficaz em aumentar a longevidade das flores e das folhas, e proporcionar maior abertura floral para as cultivares Grand Gala<sup>®</sup> e Konfetti<sup>™</sup>.

## 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**, v. 26, p. 147-155.

ALTVORST, A.C.; VAN & BOVY, A.G., 1995. The role ethylene in the senescence of carnation flowers, a review. **Plant Growth Regulation**, v. 16, p. 43-53.

BARBOSA, J.G., 2003. **Produção comercial de rosas**. Viçosa, MG: Ed. Aprenda Fácil, 200 p.

BELTRAN, A.; PEREIRA, W.S., 2002. Status atual de SmartFresh™ (1-MCP) em nível mundial. In: **ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO**, 5., Friburgo – SC, 2002. Anais... Caçador – SC, Epagri, p. 225-228.

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

BONGERS, F.J., 1995. A economia das flores. **Agroanalysis**, v. 15, n. 9, p. 1-4.

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

CASTRO, C.E.F. de, 1998. Cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 4, n. 1/2, p. 1-46.

CIARDI, J.; KLEE, H., 2001. Regulation of ethylene-mediated responses at the level of the receptor. **Annals of Botany**, v. 88, p. 813-822.

CROZIER, A.; KAMIYA, Y.; BISHOP, G.; YOKOTA, T., 2000. Biosynthesis of hormones and elicitor molecules. In: Buchanan B, Grissem W, Jones R. (eds), **Biochemistry and Molecular Biology of Plants**. American Society of Plant Biologists, USA. p. 850-929.

CUSHMAN, L.C.; PEMBERTON, H.B.; KELLY, J.W., 1994. Cultivar, flower stage, silver thiosulfate, and BA interactions affect performance of potted miniature roses. **HortScience**, v. 29, n. 7, p. 805-808.

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

DICKINSON, T.A.; EVANS, R.C.; CAMPBELL, C.S., 2002. Rosaceae classification and phylogeny: introduction and overview. ASPT Colloquim: Rosaceae Phylogeny. Disponível em: [www.2002.botanyconference.org/sympos13/abstracts](http://www.2002.botanyconference.org/sympos13/abstracts).

DOI, M.; REID, M.S., 1996. Postharvest characteristics of cut *Camellia japonica* L. 'Kumasaka'. **Postharvest Biology and Technology**, v. 7, p. 331-340.

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

EASON, J.R.; VRÉ, L.A.; SOMERFIELD, S.D.; HEYES, J.A., 1997. Physiological changes associated with *Sandersonia aurantiaca* flower senescence in response to sugar. **Postharvest Biology and Technology**, v. 12, p. 43-50.

ELGAR, H.J.; FULTON, T.A.; WALTON E.F., 2003. Effect of harvest stage, storage and ethylene on the vase life of *Leucocoryne*. **Postharvest Biology and Technology**, v. 27, p. 213-217.

ELGAR, H.J.; WOOLF, A.B.; BIELESKI, L., 1999. Ethylene production by three lily species and their response to ethylene exposure. **Postharvest Biology and Technology**, v. 16, p. 257-267.

FAN, X.; MATTHEIS, J.P., 2000a. Reduction of ethylene-induced physiological disorders of carrots and iceberg lettuce by 1-methylcyclopropene. **HortScience**, v. 35, p. 1312-1314.

FAN, X.; MATTHEIS, J.P., 2000b. Yellowing of broccoli in storage is reduced by 1-methylcyclopropene. **HortScience**, v. 35, p. 885-887.

FAN, X.; BLANKENSHIP, S.M.; MATTHEIS, J.P., 1999. 1-Methylcyclopropene inhibits apple ripening. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 124, p. 690-695.

FINGER, F.L.; SANTOS, V.R.; MORAES, P.J.; BARBOSA, J.G., 2001. Pulsing with sucrose and silver thiosulfate extended the vase life of *Consolida ajacis* L. **Acta Horticulturae**, v. 543, p. 63-67.

FORNEY, C.F.; SONG, J.; FAN, L.; HILDEBRAND, P.L.; JORDAN, M.A., 2003. Ozone and 1-methylcyclopropene alter the postharvest quality of broccoli. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 128, p. 403-408.

GOSZCZYNSKA, M.D.; RUDNICKI, R.M., 1988. Storage of cut flowers. **Horticultural Reviews**, v. 10, p. 35-62.

GUTERMAN, I.; SHALIT, M.; MENDA, N.; PIESTUN, D.; DAFNY-YELIN, M.; SHALEV, G.; BAR, E.; DAVYDOV, O.; OVADIS, M.; EMANUEL, M.; WANG, J.; ADAM, Z.; PICHERSKY, E.; LEWINSOHN, E.; ZAMIR, D.; VAINSTEIN, A.;

WEISS, D., 2002. Rose Scent – Genomics approach to discovering novel floral fragrance – related genes. **The Plant Cell**, v. 14, p. 2325-2338.

HALL, A.E.; FINDELL, J.L.; SCHALLER, G.E.; SISLER, E.C.; BLEECKER, A.B., 2000. Ethylene perception by the ERS1 protein in Arabidopsis. **Plant Physiology**, v. 123, p. 1449–1457.

HARRIS, D.R.; SEBERRY, J.A.; WILLS, R.B.H.; SPOHR, L.J., 2000. Effect of fruit maturity on efficiency of 1-methylcyclopropene to delay the ripening of banana. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, p. 303-308.

HAVE, A. & WOLTERING, E.J., 1997. Ethylene biosynthetic genes are differentially expressed during carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) flower senescence. **Plant Molecular Biology**, v. 34, p. 89-97.

HEYES, J.A.; JOHNSTON, J.W., 1998. 1-methylcyclopropene extends Cymbidium orchid vase life and prevents damaged pollinia from accelerating senescence. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v. 26, p. 319-324.

HOEBERICHTS, F.A.; VAN DER PLAS, L.H.W.; WOLTERING, E.J., 2002. Ethylene perception is required for the expression of tomato ripening-related genes and associated physiological changes even at advanced stages of ripening. **Postharvest Biology and Technology**, v. 26, p. 125-133.

ICHIMURA, K.; HISAMATSU, T., 1999. Effects of continuous treatment with sucrose on the vase life, soluble carbohydrate concentrations and ethylene production of cut Snapdragon flowers. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 68, p. 61-66.

ICHIMURA, K.; SUTO, K., 1999. Effects of the time of sucrose treatment on vase life, soluble carbohydrate concentrations and ethylene production in cut sweet pea flowers. **Plant Growth Regulation**, v. 28, p. 117-122.

ICHIMURA, K.; SHIMAMURA, M.; HISAMATSU, T., 1998. Role of ethylene in senescence of cut *Eustoma* flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v. 14, p. 193-198.

JEONG, J.; HUBER, D.J.; SARGENT, S.A., 2002. Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and cell-wall matrix polysaccharides of avocado (*Persea americana*) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 25, p. 241-256.

JIANG, Y.; JOYCE, D.C., 2002. 1-Methylcyclopropene treatment effects on intact and fresh-cut apple. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 77, p. 19-21.

JIANG, Y.; JOYCE, D.C., 2000. Effects of 1-methylcyclopropene alone and in combination with polyethylene bags on the postharvest life of mango fruit. **Annals of Applied Biology**, v. 137, p. 321-327.

JIANG, Y.; JOYCE, D.C.; MACNISH, A.J., 1999. Responses of banana fruit to treatment with 1-methylcyclopropene. **Plant Growth Regulation**, v. 28, p. 77-82.

JONES, M.L.; KIM, E.S.; NEWMAN, S.E., 2001. Role of ethylene and 1-MCP in flower development and petal abscission in zonal geraniums. **HortScience**, v. 36, p. 1305-1309.

KAYS, S.J., 1991. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinhold. 532p.

KOSUGI, Y.; OYAMADA, N.; SATOH, S.; YOSHIOKA, T.; ONODERA, E. & YAMADA, Y., 1997. Inhibition by 1-aminocyclobutane-1-carboxylate of the activity of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate oxidase obtained from senescing petals of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) flowers. **Plant Cell Physiology**, v. 38, n. 3, p. 312-318.

KU, V.V.V.; WILLS, R.B.H.; 1999. Effect of 1-methylcyclopropene on the storage life of broccoli. **Postharvest Biology and Technology**, v. 17, p. 127-132.

LIGAWA, J.K.; JOYCE, D.C.; HETHERINGTON, S.E., 1997. Exogenously supplied sucrose improves the postharvest quality of grevillea 'Sylvia' inflorescences. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 37, p. 809-816.

LIMA, M.A.C.; SILVA, A.L.; AZEVEDO, S.S.N.; SANTOS, P.S., 2006. Tratamentos pós-colheita com 1-metilciclopropeno em manga 'Tommy Atkins': efeito de doses e número de aplicações. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 64-68.

MACNISH, A.J.; JOYCE, D.C.; HOFMAN, P.J.; SIMONS, D.H.; REID, M.S., 2000a. 1-Methylcyclopropene treatment efficacy in preventing ethylene perception in banana fruit and grevillea and waxflowers. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 40, p. 471-481.

MACNISH, A.J.; SIMONS, D.H.; JOYCE, D.C.; FARAGHER, J.D.; HOFMAN, P.J., 2000b. Responses of native Australian cut flowers to treatment with 1-methylcyclopropene and ethylene. **HortScience**, v. 35, p. 254-255.

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

MEYER, S.E., 2003. Rosa L. In: Woody Plant Seed Manual. Local: USDA Forest Service. Disponível em: <http://www.wpsm.net/Rosa.pdf>.

MORAES, P.J., 2003. Crescimento, caracterização da abertura floral e manejo pós-colheita de flores de *Epidendrum ibaguense* Kunth. Viçosa, MG: UFV, 125 p. **Tese de Doutorado**.



MULLER, R.; STUMMANN, B.M.; ANDERSEN, A.S., 2001. Comparison of postharvest properties of closely related miniature rose cultivars (*Rosa hybrida* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 91, p. 325-338.

MULLER, R.; SEREK, M.; SISLER, E.C.; ANDERSEN, A.S., 1998a. Differences in display life of miniature potted roses (*Rosa hybrida* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 76, p. 59-71.

MULLER, R.; SEREK, M.; SISLER, E.C.; ANDERSEN, A.S., 1998b. Ethylene involvement in leaf abscission, chlorosis, and rooting of *Codiaeum variegatum* var. *pictum* (Lodd.) Muell. 'Aucubaefolia'. **Gartenbauwissenschaft**, v. 63, p. 66-71.

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

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

NOVARO, N., 2005. Breeders rights and Brazilian roses. **FloraCulture International**, Heiloo, v. 15, n. 4, p. 32.

NOWAK, J.; RUDNICKI, R.M., 1990. **Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens, and potted plants**. Portland, Timber Press, 210 p.

PEREIRA, W.S.P.; BELTRAN, A., 2002. Mecanismo de ação e uso do 1-MCP – bloqueador da ação do etileno, visando prolongar a vida útil das frutas. In: ZAMBOLIM, L. (ed) **Manejo integrado: fruteiras tropicais – pragas e doenças**. Viçosa: UFV, cap. 2, p. 31-44.

PESIS, E.; ACKERMAN, M.; BEN-AIRE, R.; FEYGENBERG, O.; FENG, X.; APELBAUM, A.; GOREN, R.; PRUSKY, D., 2002. Ethylene involvement in

chilling injury symptoms of avocado during cold storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 24, p. 171-181.

PORAT, R.; SHLOMO, E.; SEREK, M.; SISLER, E. C.; BORROCHOV, A., 1995. 1-methylcyclopropene inhibits ethylene action in cut phlox flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v. 6, p. 313-319.

PRE-AYMARD, C.; WEKSLER, A.; LURIE, S., 2002. Responses of 'Anna', a rapidly ripening summer apple, to 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, v. 27, p. 163-170.

REID, M.S.; WU, M.J., 1992. Ethylene and flower senescence. **Plant Growth Regulation**, v. 11, p. 37-43.

REID, M.S., 1991. Effects of low temperatures on ornamental plants. **Acta Horticulturae**, v. 298, p. 215-223.

SALOMÉ, JR.; RIBEIRO, R.C.S., 2001. O potencial do mercado de flores e plantas ornamentais no contexto do comércio internacional. In: **XIII Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais**, p. 24.

SANTOS, V.R.; FINGER, F.L.; BARBOSA, J.G.; BARROS, R.S., 2005. Influência do etileno e do 1-MCP na senescência e longevidade das inflorescências de esporinha. **Bragantia**, v. 64, p. 33-38.

SAKAMOTO, N.M., 2005. Sazonalidade, refrigeração e diferentes tipos de recobrimento na conservação pós-colheita de estacas de cordilina (*Cordyline rubra* Hügel). Piracicaba, SP: ESALQ, 63p. **Dissertação de Mestrado**.

SEREK, M.; SISLER, E.C.; REID, M.S., 1996. Ethylene and the postharvest performance of miniature roses. **Acta Horticulturae**, v. 424, p. 145-149.

SEREK, M.; SISLER, E.C.; REID, M.S., 1995a. 1-Methylcyclopropene, a novel gaseous inhibitor of ethylene action, improves the life of fruits, cut flowers and potted plants. **Acta Horticulturae**, v. 394, p. 337-345.

SEREK, M.; SISLER, E.C.; REID, M.S., 1995b. Effects of 1-MCP on the vase life and ethylene response of cut flowers. **Plant Growth Regulation**, v. 16, p. 93-97.

SEREK, M.; SISLER, E.C.; REID, M.S., 1994a. Novel gaseous ethylene binding inhibitor prevents ethylene effects in potted flowering plants. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 119, n. 6, p. 1230-1233.

SEREK, M.; REID, M.S.; SISLER, E.C., 1994b. A volatile ethylene inhibitor improves the postharvest life of potted roses. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 119, p. 572-577.

SEREK, M.; JONES, R.B.; REID, M.S., 1994c. Role of ethylene in opening and senescence of *Gladiolus* sp. flowers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 119, n. 5, p. 1014-1019.

SEREK, M.; REID, M.S., 1993. Anti-ethylene treatment for potted flowering plants – relative efficacy of inhibitors of ethylene action and biosynthesis. **HortScience**, v. 28, p. 1180-1181.

SEXTON, R.; LAIRD, G.; DOON, W.G., 2000. Lack of ethylene involvement in tulip tepal abscission. **Physiologia Plantarum**, v. 108, n. 3, p. 321-329.

SHIMAMURA, M.; ITO, A.; SUTO, K.; OKABAYASHI, H.; ICHIMURA, K., 1997. Effects of  $\alpha$ -aminoisobutyric acid and sucrose on the vase life of hybrid *Limonium*. **Postharvest Biology and Technology**, v. 12, p. 247-253.

SILVA, D.D., 2004. Sensibilidade de duas variedades de gerânio ao etileno e tratamento com 1-MCP. Viçosa, MG: UFV, 62 p. **Dissertação de Mestrado**.

SISLER, E.C.; SEREK, M., 2001. New developments in ethylene control-compounds interacting with the ethylene receptor. **Acta Horticulturae**, v. 543, p. 33-39.

SISLER, E.C.; SEREK, M., 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. **Physiologia Plantarum**, v. 100, n. 3, p. 577-582.

SISLER, E.C.; DUPILLE, E.; SEREK, M., 1996a. Effect of 1-methylcyclopropene and methylenecyclopropene on ethylene binding and ethylene action on cut carnations. **Plant Growth Regulation**, v. 18, p. 79-86.

SISLER, E.C.; SEREK, M.; DUPILLE, E., 1996b. Comparison of cyclopropene, 1-methylcyclopropene, and 3,3-dimethylcyclopropene as ethylene antagonists in plants. **Plant Growth Regulation**, v. 18, p. 164-174.

TJOSVOLD, S.A.; WU, M.; REID, M.S., 1994. Reduction of postproduction quality loss in potted miniature roses. **HortScience**, v. 29, n. 4, p. 293-294.

TOMÉ, L. M., 2004. Avaliação do desempenho logístico-operacional de empresas no setor da floricultura: um estudo de caso no Ceará. - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 163 p. **Tese de Mestrado**.

WILLS, R.B.H.; KU, V.V.V., 2002. Use of 1-MCP to extend the time to ripen of green tomatoes and postharvest life of ripe tomatoes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 26, p. 85-90.

WOLTERING, E. J.; TEN HAVE, A.; LARSEN, P. B.; WOODSON, W. R., 1994. Ethylene biosynthetic genes and inter-organ signalling during flower senescence. In: **Society for Experimental Biology Seminar Series 55: Molecular and Cellular Aspects of Plant Reproduction**, p. 285-307.

YANG, S.F., 1985. Biosynthesis and action of ethylene. **HortScience**, v. 20, p. 41-45.