

JEFERSON JOÃO SOCCOL

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE ROSAS CV. VEGA COM
USO DE ETANOL E METANOL EM SOLUÇÃO DE
MANUTENÇÃO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para Produção Vegetal.

Orientador: Cristiano André Steffens

LAGES, SC

2016

Soccol, Jeferson João

Conservação pós-colheita de rosas cv. Vega com o uso de etanol e metanol em solução de manutenção / Jeferson João Soccol. - Lages, 2016.

71 p. : il. ; 21 cm

Orientador: Cristiano André Steffens

Inclui bibliografia

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2015.

1. Álcoois a. 2. Pós-colheita b. 3. Biocida c. 4. Turgidez d. I. Soccol, Jeferson João. II. Steffens, Cristiano André. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV. Título

Ficha catalográfica elaborada pelo aluno.

JEFERSON JOÃO SOCCOL

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE ROSAS CV. VEGA COM
USO DE ETANOL E METANOL EM SOLUÇÃO DE
MANUTENÇÃO**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em produção vegetal.

Banca Examinadora:

Orientador:

Prof. Dr. Cristiano André Steffens
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro:

Prof. Dr. Cassandro Vidal Talamini do Amarante
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro:

Prof. Dr. Ivan Sestari
Universidade Federal de Santa Catarina

Lages, 23 de novembro de 2015

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Lirio e Odete, pelo apoio, amor, educação.

Aos meus irmãos, Juarez e Juliano, pelo amor fraterno e apoio. As suas esposas, Daniela e Ivana, pelo carinho. A minha sobrinha Heloisa pela alegria e carinho.

A minha namorada, Joana, pelo apoio, carinho, atenção, alegria e cuidado de sempre. Aos seus pais, Mathilde e Luiz, seus irmãos e sobrinhos pelo carinho.

Aos grandes amigos Agenor, Antônio, Alisson, Bernardo, Bruno, Darci, Henrique, Jefferson, Mauro e Thiago, pelo grandes momentos na graduação e pela amizade eterna.

Aos amigos Bruno, Crizane, Daniel, Everlan, Fernando, Fernanda, Maicon, Maria Raquel, Murilo, pela diversão, conversas, conselhos e ajuda neste trabalho.

Aos amigos e colegas de laboratório, em especial, Angélica e Milton, que sempre dispostos me ajudaram na condução dos trabalhos e avaliações dos experimentos.

Ao professor Giorgini grande mestre da graduação pelo incentivo.

Ao professor Cassandro pelo conhecimento e sugestões repassados em diversas conversas e pelo carinho durante o trabalho.

Ao professor Cristiano pela amizade, pela atenção, motivação, grande conhecimento repassado e, principalmente, pela orientação durante o mestrado, sem medir esforços em me receber para uma conversa e muito compreensivo com as limitações.

Ao sr.^o Almiro proprietário das Rosas Gaúcha pela doação das flores para os experimentos, sempre solícito.

RESUMO

A longevidade pós-colheita de rosas é curta, apesar de variar em função de diversos fatores, tais como, cultivares, ponto de colheita, período do dia em que se realiza a colheita e tratamentos utilizados. Muitos trabalhos têm sido publicados com o objetivo de prolongar esse período. O uso e as pesquisas sobre soluções conservantes com adição de substâncias biocidas e inibidoras do efeito de etileno, que possuam baixo impacto ambiental, são incipientes. Diante disto o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes concentrações de metanol e etanol na qualidade e longevidade de *Rosa hybrida* cv. Vega. Foram testadas as concentrações de 0; 0,5; 1,0 e 2,0% de metanol e etanol em solução de manutenção. As hastes foram obtidas de um produtor comercial, localizado no município de São Sebastião do Cai, RS. Após a aplicação dos tratamentos as flores foram armazenadas durante sete dias em câmara fria com temperatura de $1\pm 0,5$ °C e umidade relativa de $95\pm 4\%$, seguido por mais cinco dias em condições ambiente ($21^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}/80\% \pm 5\%$ de UR). O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado com quatro repetições e unidades experimentais compostas por duas hastes padronizadas em 33 cm e quatro folhas. As avaliações foram realizadas na saída da câmara fria e após cinco dias em condições ambiente e as variáveis avaliadas foram a atividade respiratória, coloração de folhas e pétalas (L, C e h°), índice Spad das folhas, massa fresca relativa (g), taxa diária de abertura floral ($\% \text{ dia}^{-1}$) e longevidade das flores. O uso de etanol reduziu a atividade respiratória para $34,89 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ na saída do armazenamento refrigerado e para $32,65 \text{ mL}$

$\text{CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ após mais cinco dias, enquanto na testemunha o valor foi aproximadamente $58 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, também aumentou o valor do h^o da cor das folhas na saída da câmara fria demonstrando eficiência na manutenção do teor de clorofila das folhas, resultou no ganho de MF de 7,1% do PF_i no período de armazenamento em câmara fria e de 2,1% do PF_i após cinco dias em condição ambiente, reduziu a TDAF em comparação com as hastes do tratamento testemunha e não apresentou efeito na longevidade. O metanol reduziu a atividade respiratória em concentrações superiores a 0,5% na saída do armazenamento refrigerado e redução para $37,76 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ em comparação com, aproximadamente, $62 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ da testemunha avaliado após cinco dias em ambiente, também foi eficiente em manter o valor h^o da cor das folhas e a massa fresca das hastes, tanto no período de armazenamento em câmara fria quanto no período de prateleira, seu uso reduziu a abertura das flores até a concentração de 1,0%, e aumentou a longevidade das hastes em 47%, em comparação com a testemunha, na concentração de 1,49%. Conclui-se que o etanol não teve efeito na longevidade, mas que teve resultados positivos nas demais variáveis e que o metanol foi eficiente no aumento da longevidade na concentração próxima a 1,5% com resultados positivos nas demais variáveis.

Palavras-chave: Álcoois; Pós-colheita; Biocida; Turgidez.

ABSTRACT

The post-harvest longevity of cut roses is short, although it can vary according to various factors such as cultivar, harvest stage and time of day when the sample is taken and applied treatments. Many studies have been published with the aim to prolong this period. The use and research on preservatives solutions with the addition of biocides and substances inhibitory to the ethylene effect with low environmental impact are incipient. Therefore the aim of this study was to evaluate the effects of different concentrations of methanol and ethanol in the quality and longevity of *Rosa hybrida* cv. Vega. Concentrations tested were 0; 0.5; 1.0 and 2.0% methanol and ethanol maintenance solution. The stems were obtained from a commercial producer, located in Sao Sebastiao do Cai, RS. After put the flowers on the treatments, they were stored for seven days in cold chamber with temperature of $0.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ and relative humidity of $95 \pm 4\%$, followed by another five days at ambient conditions ($21\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 4\text{ }^{\circ}\text{C} / 80\% \pm 5\% \text{RH}$). The experimental design was completely randomized with four replications and experimental units composed of two rods standardized in 33 cm and four leaves. The variables studied were respiratory activity, color of leaves and petals (L, C and h°) Spad index of leaves, relative fresh weight of stems (g) , daily rate of flower opening (% day⁻¹) and longevity of flowers. The variables were evaluated at the end of cold storage and after five days at ambient conditions. The use of ethanol reduces respiratory activity to CO_2 34.89 mL kg⁻¹ h⁻¹ on cold storage and to 32.65 mL kg⁻¹ h⁻¹ of CO_2 after five days at room conditions, while the witness value was approximately 58 ml CO_2 kg⁻¹ h⁻¹, also increased the value h° of leaves out of the cold storage, demonstrating

efficiency in maintaining the chlorophyll content of the leaves, also resulted in increase of MF about 7.1% of the PF_i at cold storage time and 2.1% of PFI after five days at room conditions, the TDAF was reduced compared to the control treatment the and had no effect on longevity. Methanol reduces the respiratory activity at concentrations above 0.5% in the end of cold storage and decrease the CO_2 production evaluated after five days at room conditions to $37.76 \text{ mL kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ compared with approximately $62 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, witness was also effective in keeping the h^o value of the leaves and the MF of the rods in both the storage period in cold storage and in shelf period, its reduced the opening of flowers until the concentration 1.0%, and increased the longevity of the flowers at a concentration of 1.49% in about 47% compared with the control. It is concluded that ethanol had no effect on longevity, but had positive results in other variables and methanol was effective in increasing longevity in concentration close to 1.5% with positive results in other variables.

Key-words: Alcohols; Post-harvest; Biocide; Turgidity.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Taxa respiratória dos botões florais de *Rosa hybrida* cv. Vega em resposta a soluções de manutenção com diferentes concentrações (0; 0,5; 1,0 e 2,0%) de etanol e metanol na saída da câmara, após sete dias de armazenamento refrigerado ($1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e UR de $95\pm 4\%$). 36
- Figura 2 - Taxa respiratória, dos botões florais de *Rosa hybrida* cv. Vega em resposta a soluções de manutenção com diferentes concentrações (0; 0,5; 1,0 e 2,0%) de etanol e metanol após sete dias de armazenamento refrigerado ($1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e UR de $95\pm 4\%$) seguidos por mais cinco dias em condições ambiente ($21^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}/80\% \pm 5\%$ de UR). 37
- Figura 3 - Valor do h° de folhas de hastes de *Rosa hybrida* cv. Vega em resposta a soluções de manutenção com diferentes concentrações (0,0; 0,5; 1,0; e 2,0%) de etanol e metanol na saída da câmara, após sete dias de armazenamento refrigerado ($1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e UR de $95\pm 4\%$). 39
- Figura 4 - Índice Spad de folhas de hastes de *Rosa hybrida* cv. Vega em resposta a soluções de manutenção com diferentes concentrações (0; 0,5; 1,0 e 2%) de etanol e metanol após sete dias de armazenamento refrigerado ($1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e UR de $95\pm 4\%$) seguidos por mais cinco dias em condições ambiente ($21^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}/80\% \pm 5\%$ de UR). 41

- Figura 5 - Variação relativa de massa fresca (%Pfi) de *Rosa hybrida* cv. Vega em resposta a soluções de manutenção com diferentes concentrações (0,0; 0,5; 1,0; e 2,0%) de etanol e metanol após sete dias de armazenamento refrigerado ($1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e UR de $95\pm 4\%$).43
- Figura 6 - Variação relativa de massa fresca (%Pfi) de *Rosa hybrida* cv. Vega em resposta a soluções de manutenção com diferentes concentrações (0,0; 0,5; 1,0; e 2,0%) de etanol e metanol após sete dias de armazenamento refrigerado ($1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e UR de $95\pm 4\%$) seguido por mais cinco dias em condições ambiente ($21^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}/80\% \pm 5\%$ de UR).45
- Figura 7 - Taxa diária de abertura da flor de hastes de *Rosa hybrida* cv. Vega em resposta a soluções de manutenção com diferentes concentrações (0,0; 0,5; 1,0; e 2,0%) de etanol e metanol após sete dias de armazenamento refrigerado ($1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e UR de $95\pm 4\%$).47
- Figura 8 - Longevidade (dias) de hastes de *Rosa hybrida* cv. Vega em resposta a soluções de manutenção com diferentes concentrações (0,0; 0,5; 1,0; e 2,0%) de etanol e metanol após sete dias de armazenamento refrigerado ($1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e UR de $95\pm 4\%$) seguidos por permanência em condições ambiente ($21^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}/80\% \pm 5\%$ de UR).50

Figura 9 - Hastes de *Rosa hybrida* cv. Vega, no 18^a dia após o início do experimento, mantidas em soluções de manutenção com (da esquerda para direita) água destilada, etanol a 1,0%, metanol a 1,0% e metanol a 2,0%...... 51

ABREVIATURAS

STS	Tiosulfato de prata
1-MCP	1 - metilciclopropeno
ACCs	ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico sintase
ACCo	ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico oxidase
CAV	Centro de Ciências Agroveterinárias
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
mL	mililitro
Kg	quilograma
h	hora
PF	peso fresco
MFR	variação relativa de massa fresca
TDAF	taxa diária de abertura floral
DB	diâmetro de botão
ASM	absorção de solução de manutenção
L	luminosidade
C	definição de cor
h°	ângulo <i>hue</i>

UR

umidade relativa

S

solução conservante

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1	SENESCÊNCIA DE FLORES.....	23
2.2	ABORDAGENS PARA RETARDAR A SENESCÊNCIA DE FLORES DE CORTE	26
3	MATERIAL E MÉTODOS	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1	ATIVIDADE RESPIRATÓRIA	35
4.2	COR DAS PÉTALAS	38
4.3	COR DAS FOLHAS.....	38
4.4	ÍNDICE SPAD DAS FOLHAS	40
4.5	VARIAÇÃO DE MASSA FRESCA RELATIVA	42
4.6	TAXA DIÁRIA DE ABERTURA FLORAL	46
4.7	LONGEVIDADE.....	48
5	CONCLUSÃO	55
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
7	REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

As rosas são as flores mais apreciadas no mundo e apesar de possuírem diversos usos, tais como medicinais, cosméticos, culinários e ornamentação geral, o seu principal uso é como flor de corte (BUTT, 2005). No Brasil ela é a flor de corte mais comercializada, e boa parte é importada da Colômbia e Equador. Em 2012, o valor de importação de rosas de corte foi de US\$ 6,1 milhões, representando 15,2% do valor total das importações de plantas vivas e produtos da floricultura naquele ano (SECEX, 2013).

Um dos principais problemas na produção de flores de corte é a perda expressiva que ocorre no período pós-colheita, resultado da alta perecibilidade das flores (SPRICIGO et al., 2010). Segundo o Ibraflor (2012), dois dos três principais gargalos do setor estão relacionados à pós-colheita, são eles: o pouco uso de tecnologias pós-colheita e o acondicionamento deficitário.

A vida de prateleira de rosas é curta, apesar de variar em função de uma serie de fatores anteriores, durante e posteriores a colheita, por exemplo, as condições de cultivo, cultivares, do ponto de colheita e período do dia em que se realiza a colheita (TORRE e FDJELD, 2001). Muitos trabalhos têm sido publicados com o objetivo de prolongar esse período, através do controle do ambiente de armazenamento e do uso de soluções conservantes na tentativa de melhorar o estado hídrico das hastes, reduzir a degradação das reservas e retardar a senescência regulada por fito-hormônios e a degradação por microrganismos.

É possível reduzir a velocidade da senescência através de tratamentos que atuem na minimização dos

mecanismos envolvidos nesse processo, como o uso de soluções, biocidas, inibidores da síntese e ação do etileno, redução da temperatura de armazenamento e fornecimento de substratos respiratórios.

A manutenção da turgescência das flores é importante para aumentar a longevidade pós-colheita. O uso de biocidas é uma das principais abordagens para reduzir a multiplicação de microrganismos, que são considerados os principais causadores da oclusão dos vasos xilemáticos e do murchamento de flores em pós-colheita. O etanol e o metanol tem efeito biocida conhecido e apresentam efeitos positivos no aumento da longevidade pós-colheita de diversas flores (PETRIDOU et al., 1999; PETRIDOU et al., 2001; LU et al., 2010; WANG et al., 2010). A inibição da síntese e ação do etileno pode resultar na manutenção da qualidade pós-colheita de flores climatéricas e pode ocorrer pela redução de sensibilidade pelo bloqueio de receptores, como ocorre com uso das moléculas 1-metilciclopropeno (1-MCP), tiosulfato de prata (STS) e nanopartículas de prata, ou pela redução da síntese do etileno com ocorre quando se controla a concentração de CO₂ e O₂ no ambiente de armazenamento e usa-se aminoetoxivinilglicina (AVG) e de etanol, por exemplo. O uso de etanol é mencionado em diversos trabalhos como um inibidor da expressão gênica da síntese do etileno, e com efeitos positivos no aumento da longevidade de flores e frutos em pós-colheita (ASODA et al., 2009; JIN et al., 2013; PUN et al., 2014).

Apesar de ter aumentado o número de trabalhos com pós-colheita de flores, a falta de técnicas de baixo custo e eficientes em manter a qualidade das flores é uma das principais causas das excessivas perdas de flores de corte. Isto reduz os rendimentos da cadeia produtiva, eleva os custos e exige altos investimentos

energéticos e financeiros em transporte para reduzir ao máximo o tempo entre a colheita e a comercialização.

A pesquisa com inibidores de etileno e biocidas alternativos em soluções de manutenção como uma alternativa de baixo custo para o aumento da longevidade pós-colheita de rosas ainda é incipiente e precisa ser mais explorada, tendo em vista a importância dessa flor no mercado mundial.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de concentrações de etanol e de metanol em soluções de manutenção sobre a qualidade e a longevidade pós-colheita de hastes com flores de *Rosa hybrida* L.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SENESCÊNCIA DE FLORES

A senescência é um processo natural que ocorre em todos os órgãos vegetais (JEDRZEJUK et al., 2013). Porém, esse processo parece ser mais complexo em flores de corte do que em outros órgãos (HALEVY e MAYAK, 1981). A partir do momento em que as flores são separadas da planta mãe ocorre a aceleração da senescência, principalmente, porque na colheita é rompido o fluxo de água e nutrientes essenciais para as reações biológicas que continuam acontecendo nessas flores. E a velocidade de deterioração destas flores é resultado de processos fisiológicos complexos influenciados por fatores externos (SONEGO e BRACKMANN, 1995).

Sabe-se que diversos são os fatores relacionados à longevidade das flores em pós-colheita, como condições de cultivo, período do dia e ponto da colheita, condições de armazenamento e tratamentos aplicados nas flores no período de pós-colheita (SONEGO e BRACKMANN, 1995). O controle da senescência das flores de corte é um processo que varia entre espécies e requer a otimização das relações hídricas, redução do murchamento das pétalas e flores, redução de abscisão floral, controle do crescimento dos microrganismos e, em muitos casos, o fornecimento de substratos respiratórios para redução da degradação das reservas e componentes celulares essenciais (FINGER et al., 2004).

O murchamento é um resultado do desbalanço entre a transpiração e a absorção de água. A alta temperatura e baixa umidade relativa do ar são fatores que aumentam a transpiração (SONEGO e BRACKMANN, 1995). O desbalanço hídrico resulta em

estresse nas flores e reduz a vida de prateleira, já que o estado hídrico é um dos principais fatores relacionados à senescência (LU et al., 2010). A oclusão dos vasos pela proliferação de bactérias é uma das principais causas de redução de absorção de água na pós-colheita de rosas (PUT e CLERKX, 2001; MEETERN et al., 2001; BLEEKSMa e DOORN, 2003; BALESTRA et al., 2005).

A degradação dos tecidos e suas reservas pela respiração celular também resulta na redução da vida de prateleira das flores. Neste caso o fornecimento de substratos para respiração reduz a degradação de carboidratos e lipídeos das flores (NOWAK et al., 1991).

A temperatura influencia na velocidade dos processos fisiológicos, agindo diretamente na taxa de respiração celular, de forma que a diminuição da temperatura reduz o metabolismo celular, bem como o déficit de pressão de vapor e por consequência reduz a transpiração das flores (VIEIRA et al., 2012; FANOURAKIS et al., 2013; TAIz e ZAIGER, 2014).

Outro fator que pode estar envolvido no processo de senescência é o etileno, que mesmo em pequenas concentrações pode acelerar as reações de degradação celular e antecipar a abscisão das pétalas em algumas flores, incluindo algumas cultivares de rosas (SISLER et al., 1996; CORDEIRO et al., 2011; CHANG et al., 2013).

O etileno é uma molécula simples composta por dois átomos de carbono e quatro átomos de hidrogênio, e está relacionado a uma série de processos nas plantas, como amadurecimento de frutos, expansão de pétalas e senescência de tecidos (DOORN e WOLTERING, 2008; YOO et al., 2009). Nas rosas este fitormônio apresenta efeito dependente da cultivar, algumas cultivares tem a senescência desencadeada pela sua presença, enquanto outras não são influenciadas (REID et al., 1989; MÜLLER et al., 1998).

Pode provocar vários efeitos como enrolamento e murchamento das pétalas, abscisão de flores e folhas, elevação da atividade respiratória, degradação de clorofila e redução da matéria fresca provocada pela perda de água (LUTTS et al., 1996; MATILE et al., 1997; DOORN e WOLTERING, 2008). Segundo Asil et al. (2013), em trabalho com cravos, o etileno tem correlação negativa com a longevidade das flores. Resposta semelhante às observadas por Cordeiro et al. (2011), com rosas de corte.

A síntese do etileno ocorre em todas as partes das plantas superiores e sua síntese tem a participação das enzimas 1-aminociclopropano-1-carboxílico sintase (ACC_S) e a 1-aminociclopropano-1-carboxílico oxidase (ACC_O), que são os principais pontos de regulação da produção de etileno. Depois de sintetizado o etileno é percebido por receptores de membrana, proteínas homodímeras associadas e interligadas por pontes de dissulfeto com íons de cobre, classificadas em duas famílias e com algumas peculiaridades e diferente afinidade ao etileno, sendo que a diferença de concentrações de diferentes receptores causa uma variação na sensibilidade a este hormônio (CHANG e STADLER, 2001; DOORN e WOLTERING, 2008). Após a ligação do etileno a um dos seus receptores, uma cascata de sinalização de resposta é desencadeada. Iniciado pela inativação da proteína CTR1, um regulador negativo da resposta ao etileno e que, quando desativada, permite com que proteínas como a EIN2 promovam a ativação de fatores de transcrição como a EIN3, que transcrevem genes para a síntese das proteínas ERF1, que por sua vez transcrevem genes de resposta ao etileno, como os que expressam as proteínas e enzimas ACC_S e ACC_O e a β 1,3-glucanase, que participam no amadurecimento de frutos,

senescência de flores e tecidos e outros processos (CHANG e STADLER, 2001; GUO e ECKER, 2004; XUE et al., 2008; DOORN e WOLTERING, 2008).

2.2 ABORDAGENS PARA RETARDAR A SENESCÊNCIA DE FLORES DE CORTE

Existe uma serie de abordagens para retardar o processo de senescência em flores. A utilização de soluções preservativas, nas quais as hastes são acondicionadas, pela imersão da base cortada, é umas das tecnologias pós-colheita utilizadas para reduzir os processos envolvidos na senescência das flores. Existem uma grande variedade de soluções classificadas em quatro grupos de acordo com seu uso e composição: soluções de condicionamento ou permanente, de “pulsing”, de abertura floral e de manutenção. As soluções de condicionamento ou permanente objetivam retomar e manter a turgescência das flores após a colheita, o transporte e o armazenamento, constituídas por água, comumente, associada a algum tipo de germicida, na qual as hastes podem permanecer por tempo variável. As soluções de “pulsing”, utilizadas no período de pré-transporte e pré-armazenamento no qual a flor permanece um período curto (minutos) e que objetiva reidratar rapidamente e fornecer substrato respiratório às hastes logo após a colheita, contem alta concentração de açúcares e pode conter substâncias germicidas e inibidoras da ação do etileno para aumentar sua eficiência. As soluções de abertura floral, que possuem o objetivo de estimular e dar condições para a abertura do botão de flores colhidas fechadas, possui composição semelhante a de “pulsing”, porém com concentrações menores de açúcares e na qual as hastes permanecem mais tempo do que na solução de

“pulsing”. As soluções de manutenção são soluções nas quais as flores permanecem durante o transporte, armazenamento e mesmo comercialização, e contêm baixas concentrações de açúcares, podem conter acidificantes, germicidas e inibidores de ação e síntese de etileno (NOWAK et al., 1991; SONEGO e BRACKMANN, 1995;).

O uso de biocidas nas soluções é uma prática para o controle de crescimento bacteriano como forma de reduzir o entupimento dos vasos condutores, retardando o murchamento das flores (LIAO et al., 2000; HASSAN et al., 2004; SOLGI et al., 2009; HASSAN e ALI, 2014). Porém alguns biocidas, como o nitrato de prata e o tiosulfato de prata são danosos ao meio-ambiente e perigosos para a saúde humana (JOYCE e DAMUNUPOLA, 2008).

Outra abordagem para retardar a senescência de flores é manejar o efeito do etileno, que pode ocorrer pela redução da sua síntese (ACC_S e ACC_O), usando substâncias como o etanol, ou pelo controle das pressões parciais de CO_2 e O_2 no ambiente de armazenamento. Além da síntese, é possível reduzir a sensibilidade do tecido vegetal ao etileno pelo bloqueio dos receptores com a aplicação de moléculas que se ligam e bloqueiam os receptores como, por exemplo, o 1-MCP e o STS (SISLER e SEREK, 1997; MÜLLER et al., 2000; SEREK e SISLER, 2001; SISLER et al., 2003; SEREK et al., 2006, KERBAUY, 2012; TAIZ e ZEIGER, 2014;).

O retardo da senescência através do manejo do etileno pelo uso de soluções de manutenção com substâncias inibidoras de síntese e ação do etileno tem sido testado em diversas espécies de flores. Bons resultados já foram obtidos com o uso de tiosulfato de prata (STS), nitrato de prata, nano partículas de prata,

etanol e metanol (PETRIDOU et al., 2001; SEREK e SISLER, 2001, SEREK et al., 2006; LIU et al., 2009; LIU et al., 2012; JIN et al., 2013; NEMATI et al., 2013).

O uso de etanol e metanol em soluções já tem sido testado em diversas flores com resultados positivos na pós-colheita (PETRIDOU et al., 1999; PETRIDOU et al., 2001; SEREK e SISLER, 2001). O etanol é um álcool de fórmula química $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ mencionado em uma série de trabalhos como um inibidor da síntese e da ação de etileno, promovendo redução na respiração celular, e retardando a senescência de tecidos, flores e frutos (SALTVEIT, 1989; SALTVEIT e SHARAF, 1992; WU et al., 1992; SUZUKI et al., 2004, JIN et al., 2013), porém seu mecanismo de ação ainda não é bem compreendido (ASODA et al., 2009; PUN et al., 2014). Tem sido mencionado, que adicionalmente, o etanol possui efeito letal sobre fungos causadores de podridões (WANG et al., 2010).

Na regulação do etileno, o etanol age em nível de expressão dos genes que codificam as enzimas ACC_S e ACC_O . Em cravos o uso de etanol suprimiu a expressão dos genes *DcACS1* e *DcACO*, que codificam as enzimas ACC_S e ACC_O (PUN et al., 2014). Em brócolis houve supressão dos genes *BO-ACO1*, *BO-ACO2* e *BO-ACS1* com conseqüente redução na atividade das enzimas ACC_O e ACC_S , menor síntese de etileno e menor perda de coloração das inflorescências (ASODA et al., 2009). Em melões a aplicação de etanol também reduziu a atividade das enzimas ACC_S e ACC_O com supressão ao nível de expressão gênica (JIN et al., 2013).

Outro álcool mencionado por possuir efeito positivo em pós-colheita é o metanol, com fórmula química CH_3OH . O seu uso em pós-colheita tem demonstrado resultados variados, enquanto em alguns trabalhos foram obtidos bons resultados no aumento da

longevidade de flores como crisântemos, cravos e calêndula (PETRIDOU, 1999; PETRIDOU et al., 2001; KAUR e MUKHERJEE, 2013), em outros o uso de metanol não demonstrou efeitos positivos sobre a longevidade de flores (WU et al., 1992). Tem sido sugerido que o efeito do metanol no aumento da longevidade deve-se ao mesmo atuar como fonte de carbono para a respiração celular e agir na inibição do etileno (HEINS e BLAKELY 1980; WU et al., 1992; DEVLIN et al., 1995). Outros trabalhos mencionam que o metanol facilita a manutenção da turgidez de plantas C_3 e aumenta a produção de matéria seca, inclusive em rosas (MCGIFFEN e MANTHEY, 1996; ZBIEC e KARCZMARCZYK, 1997; BAI et al., 2014).

Petridou et al. (2001) observaram que tanto o etanol quanto metanol aumentaram a longevidade de crisântemos. O uso de etanol resultou na redução da síntese de etileno climatérico, na redução da respiração e da perda de massa fresca e no aumento da absorção de solução conservante e da longevidade em cravos (HEINS e BLAKELY, 1980; PETRIDOU et al., 1999; FARIMAN e TEHRANIFAR, 2011; PUN et al., 2014). Efeitos no aumento da longevidade também foram observados em flores de calêndula tratadas com metanol e com etanol (KAUR e MUKHERJEE, 2013).

Em trabalho com flores de crisântemos, Petridou et al. (2001) observaram um aumento da longevidade das hastes em cinco dias com aplicação de 4% de metanol e aumento de oito dias com aplicação de 3% de etanol, ambos em solução de manutenção. As soluções com 4% de metanol e 4% de etanol também foram eficientes em manter a turgescência das folhas e minimizar a perda de matéria fresca. O uso de etanol também reduziu a atividade respiratória de flores e a

degradação clorofilas (PETRIDOU et al., 1999; SUZUKI et al., 2004; ASODA et al., 2009).

O uso de metanol e etanol em solução de manutenção nas concentrações de 2, 4 e 6% aumentou a longevidade pós-colheita de flores de calêndula, respectivamente, em 200, 100, 50, 250, 150 e 100% em comparação com as flores em água destilada. As soluções com 2% de etanol e com 2% de resultaram em aumento na absorção de solução pelas flores (KAUR e MUKHERJEE, 2013).

Em experimento testando soluções em cravo de corte, Fariman e Tehranifar (2011) observaram que o uso de etanol e metanol, ambos a 7%, resultou em aumento de longevidade em sete e cinco dias, respectivamente. Neste mesmo trabalho concentrações menores de metanol e etanol aumentaram a absorção de solução conservante e reduziram a perda de massa fresca, ou seja, melhoraram o balanço hídrico das flores.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), em Lages-SC. As rosas utilizadas neste trabalho foram colhidas em área de produção comercial, localizada no município de São Sebastião do Caí-RS. O material foi colhido no ponto de colheita comercial, corola fechada e cálice aberto e foi, imediatamente, colocado em potes com água onde permaneceu por aproximadamente 4 horas até chegar ao laboratório e ser submetido aos tratamentos. No laboratório as rosas cv. Vega foram selecionadas e as hastes padronizadas em 33 cm de comprimento com quatro folhas.

O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado com quatro repetições e duas hastes por repetição. As hastes foram dispostas em Erlenmeyers de 500 mL contendo 200 mL de cada solução testada. Os tratamentos avaliados foram arranjados em um esquema fatorial hierárquico, sendo comparados os álcoois metanol e etanol como fatores principais e as concentrações 0; 0,5; 1 e 2% dentro de cada tipo de álcool. As concentrações avaliadas foram obtidas pela diluição dos álcoois absolutos em água destilada.

Após acondicionadas nas soluções as rosas foram armazenadas em câmara fria a temperatura de $1^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $95\% \pm 4\%$ por sete dias, seguidos por período em condições ambiente com temperatura de $21^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa do ar em $80\% \pm 5\%$. As rosas foram avaliadas duas vezes quanto à taxa respiratória, atributos de qualidade e longevidade das hastes, na saída da câmara, cinco horas após as

hastes serem retiradas da câmara fria, e após cinco dias em condição ambiente, simulando o período de comercialização. A longevidade das hastes, taxa respiratória e os atributos de qualidade coloração das pétalas e folhas (L, C e h°), índice SPAD das folhas, massa fresca relativa e taxa diária de abertura floral foram avaliados conforme metodologia descrita abaixo.

A taxa respiratória ($\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) foi determinada em uma amostra de dois botões florais, que foram separados do caule e acondicionados em potes de polietileno com volume interno de 400 mL. Os potes foram hermeticamente fechados durante 20 minutos, dos quais foram retiradas amostras de ar, com seringa de 1 mL, para quantificação do CO_2 em cromatógrafo a gás, marca Varian, modelo CP-3800, equipado com um detector de ionização por chama (DIC), metanador e coluna Porapak N[®] de 2 m de comprimento (80-100 mesh). As temperaturas da coluna, do detector, do metanador e do injetor foram de 70, 130, 380 e 250 °C, respectivamente. Os fluxos de nitrogênio, hidrogênio e ar sintético foram de 70, 30 e 300 mL min^{-1} , respectivamente.

A coloração das pétalas e das folhas foi determinada através dos atributos luminosidade (L), definição de cor (C) e ângulo *hue* (h°) da face adaxial de três pétalas nas flores e em três folíolos nas folhas, utilizando colorímetro, modelo CR 400 (Konica Minolta[®], Osaka, Japão).

O índice SPAD foi determinado em folhas utilizando o aparelho SPAD 502 (Konica Minolta[®], Osaka, Japão) para a leitura em três folíolos.

A variação relativa de massa fresca (MRF; %) foi obtida pela fórmula $\text{MFR (\% do peso inicial da haste)} = (\text{PF}_t - \text{PF}_{t-1}) / \text{PF}_i$, onde 't' é o tempo, dado em dias, em que a variável foi mensurado, PF é o peso fresco da haste (g)

e PF_i é o peso fresco da haste no tempo $t = 0$ (HE et al., 2006).

A taxa diária de abertura floral (TDAF; %) foi calculada considerando a distância entre as bordas das duas pétalas mais abertas, utilizando a fórmula $TDAF = ((DB_x - DB_i) / DB_i) / (x-i)$, onde DB_x é o diâmetro de abertura da corola no dia x , DB_i é o diâmetro de abertura da corola no início do experimento, e $x-i$ é o número de dias entre o início do experimento e a medição do DB_x .

A longevidade das flores, representando o número de dias que as flores mantem qualidade comercial, foi avaliada diariamente pelo aspecto visual da flor, sendo considerado como fim da vida pós-colheita da flor o dia em que se observou a queda de uma ou mais pétalas, ou o aparecimento de uma ou mais manchas por infecção de botritis (*Botrytis cinerea*), ou a mudança visual da cor da maioria das pétalas, ou o murchamento do botão.

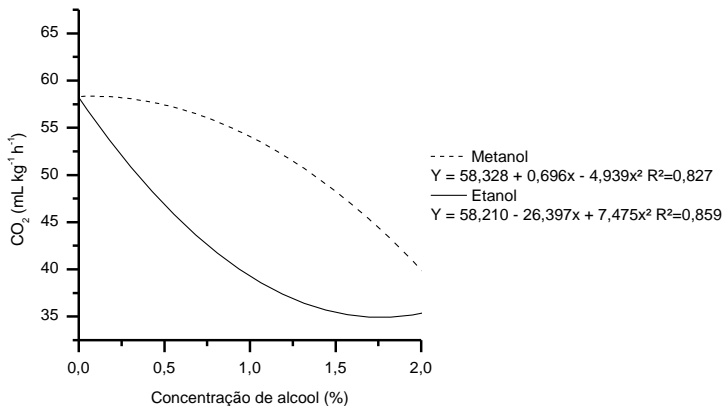
Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e as médias dos tratamentos, para comparar o efeito concentração de álcool, foram submetidas à análise de regressão com auxílio do programa estatístico SAS (Sas Institute, 2009).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ATIVIDADE RESPIRATÓRIA

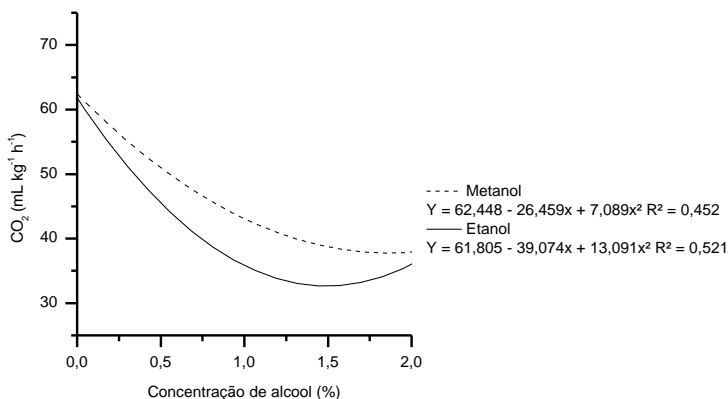
A atividade respiratória avaliada no armazenamento em câmara fria foi afetada pelas concentrações dos dois álcoois na solução de manutenção (Figura 1). O aumento da concentração de etanol reduziu a atividade respiratória, sendo que na concentração de 1,79% foi observado a menor atividade respiratória estimada em $34,89 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$. Nos resultados obtidos com o metanol não foi atingido uma concentração máxima para proporcionar a menor atividade respiratória, mas foi possível observar uma significativa redução da atividade respiratória das hastes com o aumento da concentração, principalmente, após os 0,5%.

Figura 1 - Taxa respiratória dos botões florais de *Rosa hybrida* cv. Vega em resposta a soluções de manutenção com diferentes concentrações (0; 0,5; 1,0 e 2,0%) de etanol e metanol na saída da câmara, após sete dias de armazenamento refrigerado ($1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e UR de $95\pm 4\%$).



Na avaliação da atividade respiratória aos cinco dias após a saída do armazenamento refrigerado não houve diferença entre os tipos de álcoois (dados não apresentados), contudo o aumento da concentração dos álcoois resultou numa redução da atividade respiratória das hastes (Figura 2). O uso de etanol resultou na redução da atividade respiratória até a concentração estimada em 1,49%, ponto em que se atingiu $32,65 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$. O comportamento da atividade respiratória das hastes tratadas com metanol se assemelhou as tratadas com etanol. A concentração de metanol mais eficiente foi estimada em 1,87% com atividade respiratória de $37,76 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$.

Figura 2 - Taxa respiratória, dos botões florais de *Rosa hybrida* cv. Vega em resposta a soluções de manutenção com diferentes concentrações (0; 0,5; 1,0 e 2,0%) de etanol e metanol após sete dias de armazenamento refrigerado ($1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e UR de $95\pm 4\%$) seguidos por mais cinco dias em condições ambiente ($21^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}/80\% \pm 5\%$ de UR).



O uso de etanol em cravos também resultou na redução da taxa respiratória das flores (PETRIDOU et al., 1999). Em brócolis, a aplicação de vapor de etanol eliminou o pico da taxa respiratória e de produção de etileno no período pós-colheita das inflorescências (SUZUKI et al., 2004; ASODA et al., 2009). A redução da taxa respiratória é importante para minimizar a degradação de carboidratos, e assim contribuir para uma maior vida de prateleira das flores (NOWAK et al., 1991; SONEGO e BRACKMANN, 1995).

Em flores que são sensíveis ao etileno, como é o caso da cv. Vega, a senescência das pétalas é acompanhada por uma elevação na síntese de etileno e posterior pico respiratório (MÜLLER et al., 1998; DOORN e WOLTERING, 2008; PIETRO et al., 2010). Considera-se que o etileno tem papel fundamental no

desencadeamento deste processo e, o uso de inibidores de sua síntese e a ação resulta na redução desta taxa (REID et al., 1989; ABADI et al., 1998; MÜLLER et al., 1998; DOORN e WOLTERING, 2008; ASODA et al., 2009; KERBAUY, 2012). O etanol possui efeito na inibição da ação do etileno e nos processos de senescência desencadeados por este fito-hormônio, com ação em nível de expressão gênica das enzimas ACCs e ACCo (PETRIDOU et al., 1999; SUZUKI et al., 2004; ASODA et al., 2009). Apesar de não ter sido quantificada a síntese de etileno neste trabalho, supõe-se que a redução da atividade respiratória esteja associada à redução do efeito do etileno.

4.2 COR DAS PÉTALAS

Não foi observado efeito do tipo de álcool e das concentrações de álcoois, nas duas avaliações realizadas, sobre os componentes da cor das pétalas (L, C e h^o) (dados não apresentados).

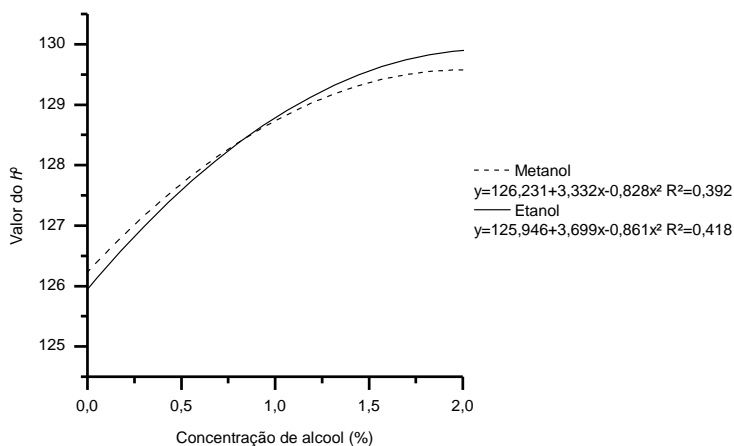
4.3 COR DAS FOLHAS

Os atributos de cor das folhas L e C avaliados ao final do período de sete dias de armazenamento refrigerado, e após mais cinco dias de exposição das flores em condições ambiente, não apresentaram diferença entre os álcoois etanol e metanol e entre as concentrações avaliadas (dados não apresentados).

Já para o atributo de cor h^o das folhas foi observado efeito das concentrações de etanol e metanol na avaliação realizada ao final do armazenamento refrigerado. Houve manutenção de maior valor de h^o com o aumento da concentração tanto de etanol quanto metanol (Figura 3). Valores maiores de h^o (nesta escala

90° representa cor amarela e 180° cor verde) significam folhas mais verdes. O maior valor h^o em hastes submetidas à aplicação com etanol e metanol tem relação com a manutenção dos teores de clorofilas nas folhas. Existe uma relação linear positiva entre o aumento do teor de clorofilas e o aumento no valor do h^o lido nas folhas (AMARANTE et al., 2008).

Figura 3 - Valor do h^o de folhas de hastes de *Rosa hybrida* cv. Vega em resposta a soluções de manutenção com diferentes concentrações (0,0; 0,5; 1,0; e 2,0%) de etanol e metanol na saída da câmara, após sete dias de armazenamento refrigerado ($1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e UR de $95\pm 4\%$).



O amarelecimento é um fenômeno resultante da degradação de clorofila catalisada por enzimas clorofilases (MATILE et al., 1997), e um sintoma típico de senescência (ASODA et al., 2009). Em pós-colheita de flores, retardar a senescência das folhas é importante para o aumento da longevidade (PETRIDOU et al., 2001) e manutenção do aspecto de produto fresco. A manutenção da clorofila em folhas de rosas também é

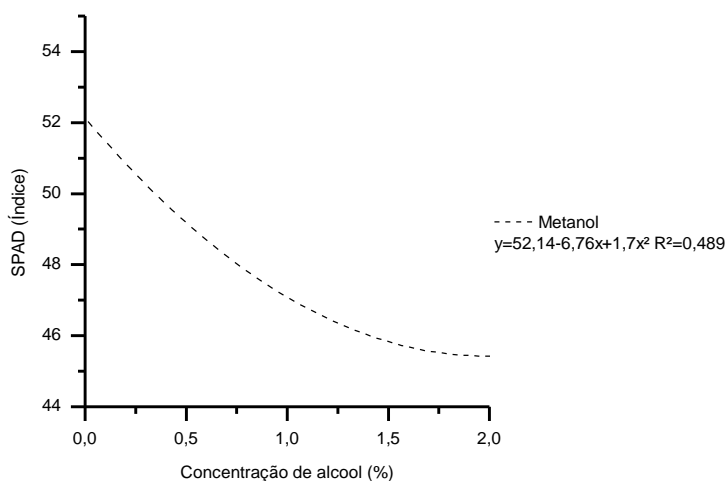
importante para a manutenção da qualidade e para a comercialização das flores (JOWKAR et al., 2013). Asil et al. (2013) observaram que existe uma correlação positiva entre os teores de clorofilas nas folhas e a longevidade de flores de cravos. O uso de inibidores da ação do etileno em diversas flores apresentou resultados positivos na manutenção dos teores de clorofilas das folhas (FERRANTE et al., 2006; ABADI et al., 2009; ASIL et al., 2013).

Os resultados obtidos neste trabalho se assemelham ao de Petridou et al. (2001), em que demonstrou que metanol e etanol, separadamente, em solução de manutenção de crisântemos de corte, resultou na manutenção do conteúdo de clorofilas nas folhas. Em trabalho com vapor de metanol em melões, Jin et al. (2013) demonstraram que a concentração de $0,5 \text{ mL kg}^{-1}$ de fruto foi eficiente em manter a coloração verde da epiderme dos frutos. Em experimento testando vapor de álcool em brócolis, Suzuki et al. (2004) observaram que o aumento da concentração de álcool inibiu a degradação de clorofilas, mantendo a coloração verde por um período mais longo após a colheita.

4.4 ÍNDICE SPAD DAS FOLHAS

O índice SPAD das folhas não apresentou diferença entre os álcoois e entre as concentrações na avaliação realizada na saída da câmara (dados não apresentados). Na avaliação realizada após cinco dias de exposição das flores em condições ambiente não foi observado diferenças entre os álcoois e entre as concentrações de etanol. Todavia, foi possível observar uma redução do valor do SPAD em função do aumento da concentração de metanol (figura 4).

Figura 4 - Índice Spad de folhas de hastes de *Rosa hybrida* cv. Vega em resposta a soluções de manutenção com diferentes concentrações (0; 0,5; 1,0 e 2%) de etanol e metanol após sete dias de armazenamento refrigerado ($1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e UR de $95\pm 4\%$) seguidos por mais cinco dias em condições ambiente ($21^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}/80\% \pm 5\%$ de UR).



Trabalhos avaliando métodos ópticos para estimar os teores de clorofilas demonstraram que ajustes de funções que relacionam o índice SPAD ao teor de clorofila em folhas apresentam R^2 maiores para a relação com clorofila a e totais, do que para os teores de clorofila b (RICHARDSON et al., 2002; NEVES et al., 2005; AMARANTE et al., 2008). Isto porque o pico de absorção da clorofila a além de ser superior ao da clorofila b, ocorre em comprimento de onda (663nm) de máxima absorção muito próximo ao comprimento de onda de operação do aparelho SPAD-502 (650nm) (NEVES et al.,

2005). Por estes motivos o índice SPAD não é considerado um bom indicador de teor de clorofilas em plantas sombreadas (TAIZ e ZEIGER, 2014). Outra deficiência da avaliação com o índice SPAD é a interferência ocasionada pela variação do estado hídrico das folhas (MARRENCO et al., 2009). Neste experimento as hastes permaneceram por sete dias no escuro durante o período de armazenamento em câmara fria e ficaram em ambiente com iluminação artificial durante todo o período de prateleira. Além disto, a segunda avaliação foi realizada próximo ao final do período de prateleira das hastes, momento em que a turgidez das folhas tende a diminuir. Segundo Amarante et al. (2008), funções relacionando o h^0 ao L e C e aos teores de clorofila de folhas de batata e brócolis apresentaram valores de R^2 maiores do que os relacionando clorofila ao índice SPAD. Portanto, os valores obtidos com colorímetro representariam de forma mais precisa a variação no teor de clorofila na folha.

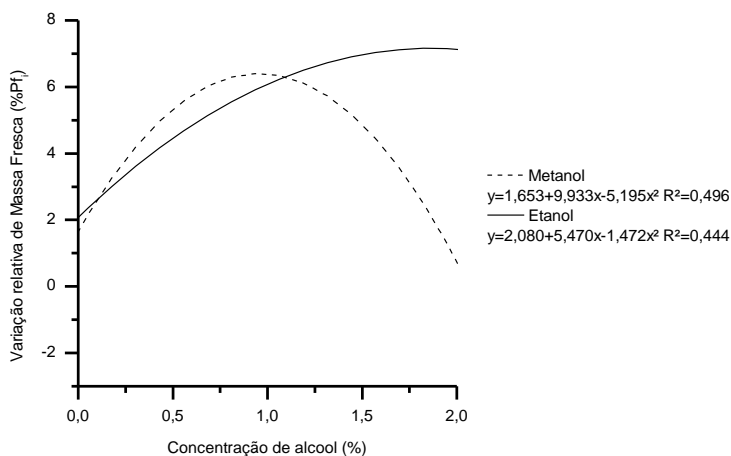
4.5 VARIAÇÃO RELATIVA DE MASSA FRESCA

A variável MFR (%Pf_i) não apresentou diferença entre os álcoois nas duas avaliações (dados não apresentados), porém apresentou diferença entre as concentrações para ambos os álcoois, tanto na avaliação após o período de armazenamento refrigerado (saída da câmara) (figura 5) quanto após mais cinco dias de exposição das flores em condições ambiente (Figura 6).

Foi possível observar que o uso do etanol resultou no aumento da MFR até o ponto de máxima MFR (7,1%) com a concentração de 1,85%. O aumento da concentração de metanol até 0,95% resultou em incremento na MFR, atingindo um peso fresco 6,4% superior ao das hastes no início do experimento. Em

concentrações superiores a 0,95% houve redução do ganho de MF, sendo que com 2% de metanol a MFR foi estimada em 0,7% superior ao Pf_i . Foi possível observar que todos os tratamentos resultaram no aumento da turgescência em comparação com o início do experimento, mas com 2,0% de metanol esse aumento foi inferior ao observado nas hastes do tratamento testemunha.

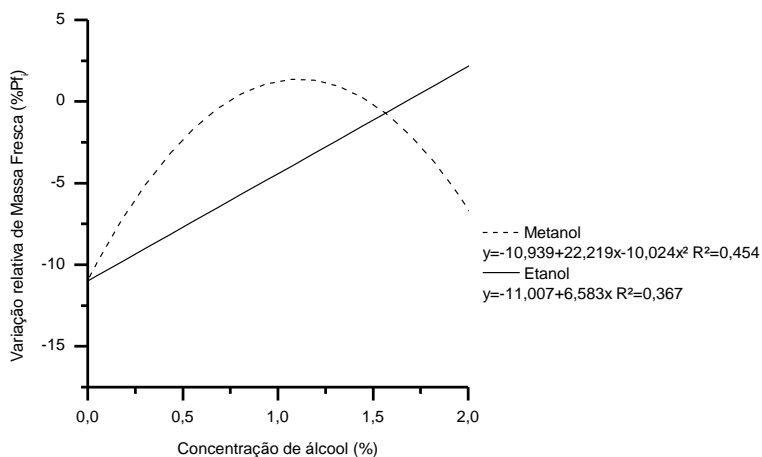
Figura 5 - Variação relativa de massa fresca (% Pf_i) de *Rosa hybrida* cv. Vega em resposta a soluções de manutenção com diferentes concentrações (0,0; 0,5; 1,0; e 2,0%) de etanol e metanol após sete dias de armazenamento refrigerado ($1\pm 0,5^\circ\text{C}$ e UR de $95\pm 4\%$).



Após cinco dias de exposição das flores em condições ambiente, o aumento da concentração de etanol resultou em redução da perda da MF das hastes. Foi observado que na testemunha houve uma perda próxima a 10% do Pf_i das hastes e que com o aumento da concentração de etanol essa perda foi reduzida a

zero na concentração de 1,67%, e houve aumento de PF em concentrações superiores a 1,67%, tendo atingindo 2,1% de incremento na concentração de 2% (Figura 6). Com o uso de metanol a redução da perda, chegando a atingir leve ganho na concentração de 1,11%, na qual o valor de MFR foi 1,37%. Foi observado que na testemunha houve uma perda maior que 10% do Pf_i das hastes e na concentração 1,11% houve um leve aumento no PF das hastes, entretanto na concentração de 2% a perda de Pf_i assemelhou-se ao tratamento testemunha (Figura 6). Foi observado que as respostas desta variável ao incremento na concentração de etanol e metanol tiveram comportamento semelhante nas duas avaliações.

Figura 6 - Variação relativa de massa fresca (%Pfi) de *Rosa hybrida* cv. Vega em resposta a soluções de manutenção com diferentes concentrações (0,0; 0,5; 1,0; e 2,0%) de etanol e metanol após sete dias de armazenamento refrigerado ($1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e UR de $95\pm 4\%$) seguido por mais cinco dias em condições ambiente ($21^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}/80\% \pm 5\%$ de UR).



A MFR é um parâmetro que possibilita estimar o estado hídrico das hastes (JOYCE e JONES, 1992). A manutenção da turgidez das flores é importante para o funcionamento normal do metabolismo celular (HASTEINREITER et al., 2006) e aumentar a longevidade pós-colheita das flores (SONEGO e BRACKMANN 1995; PETRIDOU et al., 2001). Os microrganismos são as principais causas de oclusão dos vasos condutores e murchamento em rosas (PUT e CLERKX, 2001; MEETERN et al., 2001; BLEEKSMAN e DOORN, 2003; Tanto o etanol quanto o metanol possuem efeito biocida (WANG et al., 2009) reduzindo o

entupimento dos vasos condutores por microrganismos (BALESTRA et al., 2005). Outro ponto importante é que álcoois com baixo peso molecular, como o metanol e o etanol, tem a capacidade de elevarem, rapidamente, a absorção de solução e manter a turgidez das pétalas (KAUR e MUKHERJEE, 2013). Associado a isso alguns trabalhos mencionam que a utilização de inibidores da ação do etileno reduz a perda de massa fresca de cravos (ASIL et al., 2009; ASODA et al., 2009; ABADI et al., 2009). E que o metanol tem efeito no aumento da resistência ao murchamento de rosas em cultivo (MCGIFFEN E MANTHEY, 1996). Flores cortadas de cravos tiveram a senescência induzida pelo estresse hídrico (BOROCHOV et al., 1982), o mesmo ocorreu em antúrios (PAULL e GOO, 1985). Resultados semelhantes ao deste trabalho foram obtidos em cravos, quando submetidos à solução de etanol e de metanol, ambos reduziram a perda de MF, mas o etanol foi mais eficiente em reduzir a perda de MF (FARIMAN E TEHRANIFAR, 2011).

4.6 TAXA DIÁRIA DE ABERTURA FLORAL

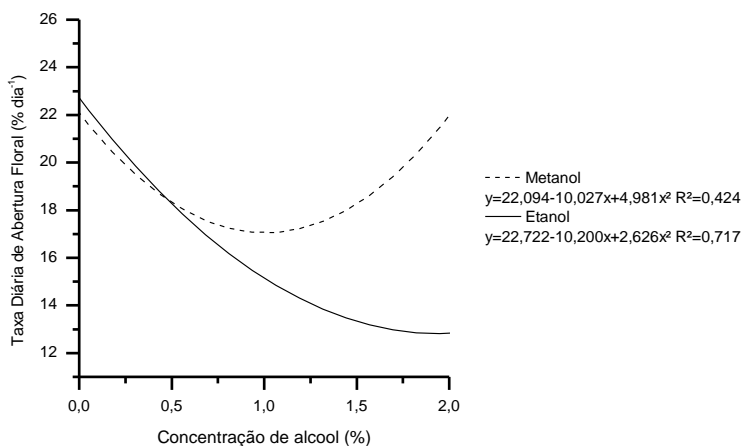
Na saída da câmara foi possível observar que a taxa diária de abertura floral foi influenciada tanto pelo metanol quanto pelo etanol. O etanol resultou em uma redução maior da taxa diária de abertura das flores, quando comparado ao metanol. O aumento da concentração de etanol na solução de manutenção reduziu a taxa diária de abertura floral, sendo estimada uma taxa de abertura de $12,8\% \text{ dia}^{-1}$ na concentração de $1,94\%$, enquanto no tratamento controle esse valor foi próximo a $22,7\% \text{ dia}^{-1}$ (Figura 7).

O aumento da concentração de metanol reduziu a taxa diária de abertura floral para $17,0\% \text{ dia}^{-1}$ na

concentração de 1,0%. Em concentrações superiores a 1,0% resultou em incremento da taxa diária de abertura das flores, atingindo 21,9 % dia⁻¹ na concentração de 2,0% (Figura 7).

Não foram observadas diferenças entre nenhum dos parâmetros na avaliação desta variável após os cinco dias em condições ambiente.

Figura 7 - Taxa diária de abertura da flor de hastes de *Rosa hybrida* cv. Vega em resposta a soluções de manutenção com diferentes concentrações (0,0; 0,5; 1,0; e 2,0%) de etanol e metanol após sete dias de armazenamento refrigerado (1±0,5°C e UR de 95±4%).



As diferentes cultivares de rosas respondem de forma diferenciada ao etileno, algumas são estimuladas a abrir a flor pela presença do fito-hormônio, enquanto outras são inibidas (REID et al., 1989). A abertura do botão floral da cv. Vega é estimulada pela presença de etileno (PIETRO et al., 2010). Além do etileno diversos trabalhos demonstraram que existe uma disputa das

pétalas pelos carboidratos dentro da mesma flor em rosas (DOORN e MEETEREN, 2003). O que pode explicar porque algumas espécies de rosas somente apresentam expansão das pétalas quando submetidas a tratamento com sacarose e parecem ser dependentes do fornecimento de carboidratos externos e da presença fito-hormônios (KUIPER et al., 1991). O metanol é mencionado como uma fonte de carbono prontamente disponível (DEVLIN et al., 1995) o que pode explicar o aumento da abertura floral em concentrações elevadas de metanol, efeito semelhante ao da adição de sacarose. Já o efeito de redução de abertura ocasionado pelo etanol pode ser resultado da inibição do etileno, já que este fito-hormônio pode estimular a abertura de algumas cultivares de rosas (MA et al., 2005).

4.7 LONGEVIDADE

A longevidade das flores não apresentou diferença entre as concentrações de etanol (dados não apresentados).

Em trabalho com cravos, Wu et al. (1992), apesar de terem observado uma redução tanto da síntese de etileno quanto da atividade respiratória em hastes submetidas a soluções conservantes com 2% de etanol, não observaram efeito do etanol no aumento da longevidade das flores. Contudo, a concentração de etanol de 8% duplicou a longevidade das flores de cravo. Diversos são os trabalhos que apresentam efeitos positivos do uso de etanol em flores, entre eles, Petridou et al. (2001) observaram um aumento de oito dias na longevidade das hastes de crisântemo com 3% de etanol em solução de manutenção. Em calêndula, concentrações de etanol de 2, 4 e 6% em solução de manutenção aumentou a longevidade das flores em 250,

150 e 100%, respectivamente (KAUR e MUKHERJEE, 2013). Fariman e Tehranifar (2011) observaram que o uso de etanol a 7% resultou em aumento da longevidade de cravos em sete dias.

O incremento da concentração de metanol na solução de manutenção resultou no aumento da longevidade, atingindo a longevidade máxima estimada de 19,7 dias na concentração 1,49%, o que significou um aumento de 47% em comparação ao tratamento controle (aproximadamente 13,4 dias) (Figura 8). É possível observar a diferença do aspecto visual das flores de alguns tratamentos no 18º dia após a colheita (figura 9) com destaque para os botões das hastes submetidas aos tratamentos com 1,0 e 2,0% de metanol, ainda turgidas, enquanto as hastes do tratamento testemunha e 1,0% de etanol já estavam desidratadas e atacadas por fungos.

Figura 8 - Longevidade (dias) de hastes de *Rosa hybrida* cv. Vega em resposta a soluções de manutenção com diferentes concentrações (0,0; 0,5; 1,0; e 2,0%) de etanol e metanol após sete dias de armazenamento refrigerado ($1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e UR de $95\pm 4\%$) seguidos por permanência em condições ambiente ($21^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}/80\% \pm 5\%$ de UR).

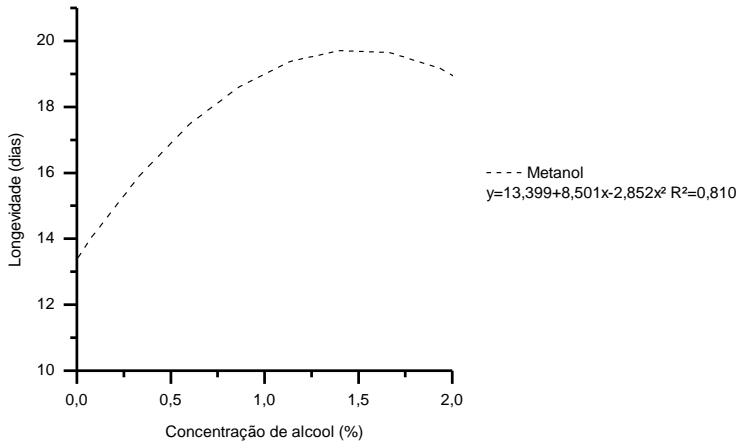


Figura 9 - Hastes de *Rosa hybrida* cv. Vega, no 18^a dia após o início do experimento, mantidas em soluções de manutenção com (da esquerda para direita) água destilada, etanol a 1,0%, metanol a 1,0% e metanol a 2,0%.



Em trabalho com flores de crisântemos, Petridou et al. (2001) observaram, em relação ao tratamento controle, um aumento da longevidade das hastes em cinco dias com aplicação de 4% de metanol em solução de manutenção. O uso de metanol nas concentrações de 2, 4 e 6% aumentou a longevidade de flores de calêndula, respectivamente, em 200, 100 e 50% em relação às flores mantidas em solução de manutenção contendo somente água destilada (KAUR e MUKHERJEE, 2013). Em trabalho com cravo de corte, Fariman e Tehranifar (2011) observaram que o uso de metanol a 7% na solução de manutenção resultou num aumento de

longevidade em cinco dias, em comparação ao tratamento controle.

O comportamento da atividade respiratória no período de prateleira foi inverso ao comportamento da longevidade. A respiração celular degrada carboidratos, lipídeos, proteínas e outros componentes celulares e pode ocasionar a redução da longevidade das flores (NOWAK et al., 1991). Como a taxa respiratória está envolvida com a deterioração das flores, por tanto, reduzir a atividade respiratória é importante para aumentar a longevidade (SONEGO e BRACKMANN, 1995).

O comportamento da resposta da longevidade ao aumento da concentração de metanol, no qual há uma elevação inicial e posterior redução, se assemelhou ao comportamento da variável MFR tanto no período de armazenamento quanto no período de prateleira. Segundo Rafi e Ramezani (2013), as rosas são sensíveis ao estresse hídrico que ocorre após a colheita, e, como mencionado anteriormente, manter a turgidez é fundamental para prolongar a longevidade das flores. Uma série de trabalhos mostram que a redução da longevidade está relacionada a redução na absorção de água e desidratação das hastes (ICHIMURA et al, 2002; TSEGAW et al., 2011). E mais, segundo, Nair et al. (2003) uma solução preservativa deve conter pelo menos um biocida e uma fonte de carboidrato, duas propriedades atribuídas a molécula de metanol (PETRIDOU et al, 2001). Além da importância da turgidez para o metabolismo, o estresse hídrico aumenta a síntese de etileno nos tecidos e, a presença de etileno acelera o processo de senescência (DOORN, 2012).

O comportamento da longevidade também foi semelhante ao observado na variável h^o das folhas, sendo mencionado em literatura que os teores de

clorofila demonstraram correlação positiva com a longevidade de flores e que a senescência das folhas está relacionada à redução da longevidade das hastes (PETRIDOU et al., 2001; ASIL et al., 2013).

E, por fim, como uma característica visual importante, a abertura da flor, representada pela TDAF, a concentração de metanol mais eficiente no aumento da longevidade pós-colheita (1,49%) também foi observado a TDAF de 19,7%, valor muito próximo ao valor de TDAF das hastes em solução sem álcool (21%), ou seja, foi mantido o visual da flor aberta, uma característica comercial importante.

5 CONCLUSÃO

A presença de etanol em soluções de manutenção resultou na manutenção da qualidade de hastes de flores de *Rosa hybrida*, pois aumentou a massa fresca das hastes, manteve a cor verde das folhas e reduziu a taxa diária de abertura floral durante o armazenamento refrigerado e reduziu a atividade respiratória e a perda de massa fresca das hastes no período de exposição das flores em condições ambiente. Os melhores resultados para a manutenção da qualidade das hastes de flores de *Rosa hybrida* cv. Vega foram observados nas concentrações entre 1,5 e 2,0%.

O uso do metanol em solução de manutenção resultou em melhora na conservação da qualidade de hastes de flores de *Rosa hybrida* cv. Vega, pois aumentou a massa fresca das hastes reduziu a atividade respiratória nas duas avaliações e manteve a cor verde das folhas com o aumento na concentração de metanol e retardou a taxa de abertura das flores até concentrações próximas a 1% durante o período de armazenamento refrigerado.

O aumento da concentração de metanol na solução de manutenção resultou em aumento da longevidade das flores de *Rosa hybrida* cv. Vega atingindo a máxima longevidade com a concentração de 1,49%. O incremento na concentração de etanol nas soluções de manutenção não aumentou a longevidade de hastes de *Rosa hybrida* cv. Vega.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste trabalho são positivos e demonstram o grande potencial de uso destes dois álcoois como alternativas baratas e facilmente aplicáveis no aumento da longevidade e manutenção da qualidade pós-colheita de *Rosa hybrida* cv. Vega.

O efeito do metanol como biocida é conhecido e o seu efeito positivo no aumento da longevidade também já foi observado em outras flores. Apesar de nenhum trabalho ter avaliado o efeito do metanol na ação do etileno é importante que trabalhos sejam realizados para esclarecer a forma de atuação deste álcool no processo de senescência das flores de rosas.

Apesar de não ter sido observado resultado efetivo do etanol na longevidade das rosas. Foram observados efeitos positivos na maioria das variáveis avaliadas, todas elas são relatadas em outros trabalhos por terem correlação com a longevidade de flores e frutos. Além disso, diversos são os trabalhos que demonstram os resultados positivos do etanol e seu potencial de utilização em pós-colheita de outras flores.

Deve-se considerar que em experimentos envolvendo flores de corte existe uma grande variabilidade de material, diferenças no diâmetro de botão, diâmetro de caule, área foliar, massa fresca, entre outros, fatos que aumentam a variância do erro e podem mascarar diferenças entre os tratamentos testados. Adicionado a isso há uma limitação de quantidade de material para a realização de experimentos e a dificuldade operacional de realizar grandes experimentos.

Outro fator importante a ser considerado é que em outras flores a resposta ao uso de álcoois em soluções de manutenção varia em função da concentração

utilizada, por tanto, é possível que as concentrações de etanol testadas neste trabalho não tenham sido suficientes para resultar em aumentos na longevidade das flores. Sendo assim não se pode afirmar que os resultados deste trabalho são suficientes para que se descarte o potencial de uso do etanol em rosas. Pelo contrário, para a consolidação destas informações torna-se importante a realização de outros experimentos que visem confirmar estes dados e mais que isto, que avaliem mais variáveis, como, por exemplo, a síntese de etileno pelas flores e a atividade enzimática, a até mesmo o comportamento do tratamento nos diferentes tecidos da haste.

Espera-se que este trabalho encoraje o desenvolvimento de mais estudos relacionados a tecnologias pós-colheita para flores de corte, tendo em vista a importância deste setor no cenário nacional e mundial, a deficiência de conhecimento nesta área e o impacto em termos econômicos, ambientais (redução de uso de combustíveis fósseis para produção e transporte) e sociais que podem resultar, já que seriam perdidos menos produtos após todo o investimento no cultivo, colheita e transporte.

7 REFERÊNCIAS

ABADI, D.H; KAVIANI, B; SEDAGHAT, S; HOOR, A. MOHAMMADI, T.; ZAREI, R. Quality management of cut carnation 'Tempo' with 1-MCP. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v.8, p.5351-5357. 2009.

AMARANTE, C.V.T; BISOGNIN, D.A; STEFFENS, C.A; ZANARDI, O.Z; ALVES, E.O. Quantificação não destrutiva de clorofilas em folhas através de método colorimétrico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.26, p.471-475. 2008.

ASIL, M.H; KARIMI, M; ZAKIZADEH, H. 1-MCP improves the postharvest quality of cut spray Carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) 'Optima' Flowers. **Horticultural Environmental and Biotechnology**, [S.l.], v.54, p.58-62. 2013.

ASODA T., TERAJ, H.; KATO, M.; SUZUKI, Y. Effects of postharvest ethanol vapor treatment on ethylene responsiveness in broccoli. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.52, p.216-220, 2009.

BAI, Y-R; PING, Y; SU, Y-Y; HE, Z-L; TI, X-N. Effect of exogenous methanol on glycolate oxidase and photorespiratory intermediates in cotton. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v.64 n.18, p.5331-5338, 2014.

BALESTRA, G.M; AGOSTINI, R; BELLINCONTRO, A; MENCARELLI, F; VARVARO, L. Bacterial populations related to gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) stem break. **Phytopathologia Mediterranea**, Firenze v.44, p.291-299, 2005.

BLEEKSMAN, H.C.; van DOORN, W.G. Embolism in rose stems as a result of vascular occlusion by bacteria. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.29, p.334–340, 2003.

BUTT, S.J.A. Extending the Vase Life of Roses (*Rosa hybrida*) with Different Preservatives. **International Journal Of Agriculture & Biology**. Murree, v.7(1) p.97-99. 2005.

BRASIL, Secretaria de Comércio Exterior - SECEX 2013, Brasília. Disponível em: <<http://aliceweb2.mdic.gov.br/>> acessado em 20 jul. 2013.

BOROCHOV, A.; MAYAK, S.; BROUN, R. The involvement of water stress and ethylene in senescence of cut carnation flowers. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.33, n.137, p.1202-1209, 1982.

CHANG, C; STADLER, R. Ethylene hormone receptor action in *Arabidopsis*. **BioEssays**. New Jersey, v.23, p.619-627, 2001.

CHANG, Y-C.A; LIN, W-L; HOU, J-Y; YEN, W-Y; LEE, N. Concentration of 1-methylcyclopropene and the duration of its application affect anti-ethylene protection in *Phalaenopsis*. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.153, p.117-123, 2013.

CORDEIRO D.C; FINGER F.L; SANTOS J.S. DOS; KARSTEN J; BARBOSA J.G. Sensibilidade da rosa 'Osiana' ao etileno. **Bragantia**, Campinas, v.70, p.677-681, 2011.

DEVLIN, R.M.; KARCZMARCZYK, S.J.; LOPES, P.R. The effect of methanol on the growth and pigment content of Bachelor's-Button (*Centaurea cyanus*) and geranium (*Pelargonium hortorum*). **Plant Growth Regulation Society of America**. Alexandria, v.23, p.127–136, 1995.

DOORN, W.G.V.; MEETEREN, U.V. Flower opening and closure: a review – Review article. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v.54, p.1801-1812, 2003.

DOORN, W.G.V.; WOLTERING, E.J. Physiology and molecular biology of flower senescence. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v.59, p.453-480, 2008.

DOORN, W.G.V. Water Relations of Cut Flowers: An Update. In: JANICK, J. **Horticultural Reviews**, 1^a ed. v. 40, Davis, Wiley Blackwell, 2012.

FANOURAKIS, D; PIERUSCHKA, R; SAVVIDES, Q; MACNISH, A.J; SARLIKIOTI, V; WOLTERING, E J. Sources of vase life variation in cut rose: A review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.78, p.1-15, 2013.

FARIMAN Z.K; TEHRANIFAR, A. Effect of essential oils, ethanol and methanol to extend the vase-life of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) flowers. **Journal of Biology and Environmental Science**, Bursa, v.5, p.91-94, 2011.

FERRANTE, A; MENSUALI-SODI A.; SERRA, G; TOGNONI, F. Evaluation of postproduction performance of *Salvia splendens* potted plants for interiors use. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.723, p.415-419, 2006.

FINGER, F.L., CARNEIRO, T.F., BARBOSA, J.G. Senescência pós-colheita de inflorescências de esporinha (*Consolida ajacis*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, p.533-537, 2004.

GUO, H; ECKER, J.R. The ethylene signaling pathway: new insights. **Current Opinion in Plant Biology**, [S.l.], v.7, p.40-49, 2004.

HALEVY, A.H., MAYAK, S. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. **Horticultural Review**, [S.l.], v.3, p.59-143, 1981.

HASSAN, F; SCHMIDT, G; HAFEZ, Y.M; POGANY, M; ANKUSH, J. 1-MCP and STS as ethylene inhibitors for prolonging the vase life of carnation and rose cut flowers. **International Journal Horticultural Science**, Praha, v.10, p.101–107, 2004.

HASSAN, F; ALI, E.F. Longevity and postharvest quality of *Rosa hybrida* L. cv ‘Happy Hour’ cut flowers as affected by silver thiosulphate (STS) treatment. **Scientia Agriculturae**, New Lahore, v.1, p.85–91.2014.

HASTENREITER, F.A; VIEIRA, J.G.Z; FARIA. Longevidade pós-colheita de flores de *Oncidium varicosum* (Orchidaceae). **Semina**, Londrina, v.27, p.27-34. jan./mar., 2006.

HE, S.G., JOYCE, D.C., IRVING, D.E., FARAGHER, J.D. Stem-end blockage in cut *Grevillea* ‘Crimson Yul-lo’ inflorescences. **Postharvest Biology Technology**, Amsterdam, v.41, p.78-84. 2006.

HEINS R.D; BLAKELY, N. Influence of ethanol on ethylene biosynthesis and flower senescence of cut carnation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.13, p.361–369, 1980.

ICHIMURA, K; KAWABATA, Y; KISHIMITO, M; GOTO, R; YAMADA K. Variation with the cultivar in the vase life of cut rose flowers. **Bulletin of National Institute of Floriculture Science**, [S.l.], v.2, p.9-20, 2002.

Instituto Brasileiro De Floricultura (IBRAFLOR). Disponível em: <<http://www.ibraflor.com.br>>Acessado em 2013.

JEDRZEJUK, A.; ROCHALA, J.; DOLEGA, M.; LUKASZEWSKA, A. Comparison of petal senescence in forced and unforced common lilac flowers during their postharvest life. **Acta Physiologiae Plantarum**, Warszawa, v.35, p.1785-1796, 2013.

JIN, Y.Z; LV, D.Q; LIU, W.W; QI, H.Y; BAI, X.H. Ethanol vapor treatment maintains postharvest storage quality and inhibits internal ethylene biosynthesis during storage of oriental sweet melons – Review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.86, p.372–380, 2013.

JOYCE, D.C; DAMUNUPOLA, J.W. When is a vase solution biocide not, or not only antimicrobial? **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**. Nagoya. v. 77, p. 211–228. 2008.

JOYCE D.C; JONES P.N. Water balance of the foliage of cut Geraldton wax flower. **J. Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.2 p.31-39, 1992.

JOWKAR, M.M; KHALIGHI, A; KAFI, M; HASSANZADEH, N. Nano silver application impact as vase solution biocide on postharvest microbial and physiological properties of 'Cherry Brandy' rose. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, Helsinki, v.11, p.1045–1050, 2013.

KAUR, P; MUKHERJEE, D. Senescence regulation by alcohols in cut flowers of *Calendula officinalis* L. **Acta Physiologiae Plantarum**, Warszawa, v.35, p.1853-1861, 2013.

KERBAUY, G. B. Fisiologia Vegetal, 2.ed. Rio de Janeiro, **Guanabara Koogan**, 2012.

KUIPER D.; VAN REENEN, H.S.; RIBOT, S.A. Effect of gibberellic acid on sugar transport into petals of 'Madelon' rose flowers during bud opening. **Acta Horticulturae**, Nice. v.298, p.93-98, 1991.

LIAO, L., LIN, Y., HUANG, K., CHEN, W., CHENG, Y. Postharvest life of cut rose flowers as affected by silver thiosulfate and sucrose. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, Taipei, v.41, p.299–303, 2000.

LIU, J; RATNAYAKE, K; JOYCE, D.C., HE, S, ZHANG, Z. Effects of three different nanosilver formulations on cut *Acacia holosericea* vase life. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.66, p.8-15, 2012.

LIU, J; ZHANG, Z; HE, S.; CAO, J.; LU, P.; JOYCE, D.C. Effects of postharvest nanosilver treatments on cut-flowers. **Acta Horticulturae**, Odense, v.847, p.245-250, 2009.

LU, P.; CAO, J.; HE, S.; LIU, J.; LI, H.; CHENG, G.; DING, Y.; JOYCE, D.C; Nano-silver pulse treatments improve water relations of cut rose cv. Movie Star flowers. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.57, p.196–202, 2010.

LUTTS, S.; KINET, J.M.; BOUHARMONT, J. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. **Annals of Botany**, Exeter, v.78, p.389-398, 1996.

MA, N; CAI, L; LU, W; TAN, H; GAO, J. Exogenous ethylene influences flower opening of cut roses (*Rosa hybrida*) by regulating the genes encoding ethylene biosynthesis enzymes. **Science China. Life Sciences**, Beijing, v.48, p.434-444, 2005.

MATILE, P.; HORTENSTEINER, S.; THOMAS, H.; KRAUTLER, B. Chlorophyll breakdown in senescent leaves. **Plant Physiology**, Rockville, v.112, p.1403-1409, 1997.

MARENCO R.A; ANTEZANA-VERA S; NASCIMENTO, H.C.S. Relationship between specific leaf area, leaf thickness, leaf water content and SPAD-502 readings in six Amazonian tree species. **Photosynthetica**, Dordrecht, v.47, p.184-190, 2009.

MCGIFFEN Jr., M.E.; MANTHEY, J.A. The role of methanol in promoting plant growth: A current evaluation. **Horticultural Science**, Praha, v.31, p.1092–1096, 1996.

MEETERN, U.V; IBEREN, W.V; NIJSSE, J.; KEIJZER, K. Processes and xylem antimicrobial properties involved in

dehydration dynamics of cut flowers. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.543, p.207–211, 2001.

MÜLLER, R.; ANDERSEN, A.S.; SEREK, M. Differences in display life of miniature potted rose (*Rosa hybrida* L.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.76, p.59-71, 1998

MÜLLER, R; SISLER, E.C; SEREK, M. Stress induced ethylene production, ethylene binding, and the response to the ethylene action inhibitor 1-MCP in miniature roses. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.83, p.51-59. 2000.

NAIR, S.A; SINGH, V; SHARMA, T.V. Effect of chemical preservatives on enhancing vase-life of gerbera flowers. **Journal of Tropical Agriculture**, Kerala, v.41, p.56-58, 2003.

NEVES, O.S.C; CARVALHO, J.G; MARTINS, F.A.D; PÁDUA, T.R.P; PINHO, P.J. Uso do SPAD-502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, p.517-521, 2005.

NEMATI, S.H; TEHRANIFAR, A; ESFANDIARI, B; REZAEI, A. Improvement of vase life and postharvest factors of *Lilium orientalis* 'Bouquet' by silver nano particles. **Notulae Scientia Biologicae**, Cluj-Napoca, v.5, p.490-493, 2013.

NOWAK, J.; GOSZCZYNSKA, M.D.; RUDNICKI, R.M. Storage of cut flowers and ornamental plants: present status and future prospects. **Postharvest News and Information**, [S.l.], v.2, p.255-260, 1991

PAULL, R.E.; GOO, T.T.C. Ethylene and water stress in the senescence of cut anthurium flowers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.110, p.84-88, 1985.

PETRIDOU, M.; VOYIATZI, C.; VOYIATZIS, D. Methanol, ethanol and other compounds retard leaf senescence and improve the vase life and quality of cut chrysanthemum flowers. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.23, p.79–83. 2001.

PETRIDOU, M.; VOYIATZI, C.; VOYIATZIS, D. Aspirin, methanol and some antibacterial compounds prolong the vase life of cut carnations. **Advances in Horticultural Science**, Firenze, v.13, p.161–164, 1999.

PIETRO, J.De; MATTIUZ, B.-H; MATTIUZ, C.F.M. Influência do 1-MCP na Conservação pós-colheita de rosas cv. Veja. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.34, n.5, p.1176-1183, set./out., 2010.

PUN, U.K.; YAMADA, T.; TANASE, K.; SHIMIZU-YUMOTO, H.; SATOH, S.; ICHIMURA, K. Effect of ethanol on ethylene biosynthesis and sensitivity in cut carnation flowers. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.98 p.30-33, 2014.

PUT, H.M.C; CLERKX, A.C.M. Anatomy of cut rose xylem observed by scanningelectron microscope. **Acta Horticulturae**, Herzliya, n.547, p.331–339, 2001.

RAFI, Z.N; RAMEZANIAN, A. Vase life of cut rose cultivars ‘Avalanche’ and ‘Fiesta’ as affected by nano-

silver and S-carvone treatments. **South Africa Journal of Botany**, Pretoria, v.86, p.68–72, 2013

REID, M.S.; EVANS, R.Y.; DODGE, L.L.; MOR, Y. Ethylene and silver thiosulphate influence opening of cut rose flowers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Bursa, v.114, p.436-440, 1989.

RICHARDSON, A.D.; DUGAN, S.P.; BERLYN, G.P. An evaluation of noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content. **New Phytologist**, Lancaster, v.153, p.185-194, 2002.

SALTVEIT, M.E. Effect of alcohols and their interaction with ethylene on the ripening of epidermal pericarp discs of tomato fruit. **Plant Physiology**, Rockville, v.90, p.167-174, 1989.

SALTVEIT, M.E.; SHARAF, A.R. Ethanol inhibits ripening of tomato fruit harvested at various degrees of ripeness without affecting subsequent quality. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Bursa, v.117, p.793–798, 1992.

SAS Institute. The SAS system for windows. Cary, The SAS Institute, 2009.

SEREK, M.; WOLTERING, E.J.; SISLER, E.C; FRELLO, S.; SRISKANDARAJAH, S. Controlling ethylene responses in flowers at the receptor level - Review paper. **Biotechnology Advances**, Oxford, v.24, p.368–381, 2006.

SEREK, M., SISLER, E. C. Efficacy of inhibitors of ethylene binding in improvement of the postharvest

characteristics of potted flowering plants. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.23, p.161-166, 2001.

SISLER, E.C; DUPILLE, E; SEREK, M. Effect of 1-methylcyclopropene and methylene cyclopropane on ethylene binding and ethylene action on cut carnations. In: SMITH, A.R., BERRY, A.W., HARPHAM, N.V.J., MOSHKOV, I.E., NOVIKOVA, G.V., KULAEVA, O.N., HALL, M.A. **Plant Hormone Signal Perception and Transduction**. Houten, Springer, 1996.

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

SISLER, E.C; ALTWAN, T.; GOREN, R.; SEREK, M.; APELBAUM, A. 1-substituted cyclopropenes: effective blocking agents for the ethylene action in plants. **Plant Growth Regulation**, Amsterdam, v.40, p.223-228, 2003.

SONEGO, G; BRACKMANN, A. Conservação pós-colheita de flores. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, p.473-479, 1995.

SPRICIGO, P.C.; MATTIUZ, B; PIETRO, J.; MATTIUZ, C.F.M.; OLIVEIRA, M.E.M. Inibidor da ação do etileno na conservação pós-colheita de *Chrysanthemum morifolium* Ramat cv. Dragon. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.34, p.1184-1190, 2010.

SOLGI, M.; KAFI, M.T.; TAGHAVI, S.; NADERI, R. Essential oils and silver nanoparticles (SNP) as novel agents to extend vase-life of gerbera (*Gerbera jamesonii*

cv. 'Dune') flowers. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.53, p.155–158, 2009.

SUZUKI, Y.; UJI, T.; TERAJ, H. Inhibition of senescence in broccoli florets with ethanol vapor from alcohol powder. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.31, p.177–182, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4^a. ed. Sunderland. Sinauer Associates. 2014. 690 p.

TORRE, S.; FJELD, T. Water loss and postharvest characteristics of cut roses grown at high or moderate relative air humidity. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.89. p.217-226, 2001.

TSEGAW, T; TILAHUN, S; HUMPHRIES, G. Influence of pulsing biocides and preservative solution treatment on the vase life of cut rose (*Rosa hybrida* L.) varieties. **Journal of Applied Science Technology**, v.2, p.1-18, 2011.

VIEIRA, M.R.S.; MEDEIROS, D.C.; COSTA, P.N.; SANTOS, C.M.G.; PAES, R.A.; FERNANDEZ, L.M.S.; OLIVEIRA, N.G.; ALLAN, A.; SILVA, F. Effect of refrigeration on post-harvest flowers. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v.11, p.13065-13068, 2012.

XUE, J.Q.; LI, Y.H.; TAN, H.; YANG, F.; MA, N.; GAO, J.P. Expression of ethylene biosynthetic and receptor genes in rose floral tissues during ethylene-enhanced flower opening. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v.59, p.2161–2169, 2008.

WANG, K.; JIN, P.; SHANG, H.; ZHENG, Y. Effect of methyl jasmonate in combination with ethanol treatment on postharvest decay and antioxidant capacity in chinese bayberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.58, p.9597-9604, 2010.

WU, M-J.; ZACARIAS, L.; SALTVEIT, M.E.; REID, M.S. Alcohols and carnation senescence. **Horticultural Science**, Praha, v.27(2), p. 136-138. Feb. 1992.

YOO, S.D.; CHO, Y.; SHEEN, J. Emerging connections in the ethylene signaling network. **Trends Plant Science**, London, v.14, p.270–279, 2009.

ZBIEC, I.; KARCZMARCZYK, S. Effect of methanol on some plants. **Romanian Agricultural Research**, Călărași County, n.7-8, p. 45-49, 1997.