**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Efeito de tratamentos pré e pós-colheita na qualidade de rosas de
corte**

Gabriela Maria Geerdink

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Fitotecnia

**Piracicaba
2012**

**Gabriela Maria Geerdink
Engenheiro Agrônomo**

Efeito de tratamentos pré e pós-colheta na qualidade de rosas de corte

Orientador:
Prof. Dr. **RICARDO ALFREDO KLUGE**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Fitotecnia

**Piracicaba
2012**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Geerdink, Gabriela Maria

Efeito de tratamentos pré e pós-colheita na qualidade de rosas de corte / Gabriela Maria Geerdink. - - Piracicaba, 2012.
75 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Fertirrigação 2. Peroxidase 3. Pós-colheita 4. Pré-colheita 5. Respiração 6. Rosa
7. Silício I. Título

CDD 635.933372
G298e

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Aos meus pais,
Carolina e Herman

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos meu pais, minhas irmãs e minha família, que sempre torceram por mim.

Ao professor Ricardo pela orientação, amizade, confiança, e pela compreensão e apoio em todas as oportunidades que surgiram.

Aos atuais e ex-membros do Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Pós-Colheita, em especial a: Fabiana (Baguiña), Jaqueline (K-ta), Silce (Mind's), Natália (Malók), Maria Luíza (Dí-Lúvio), Ivan, Mariana, Juan, Felipe (Zé-Prata), Liliane (Super), Mayla (Mingos), Lígia (Féxion), Adriano (Inka), Marcos (Req), Fábio (Suku), Gisele (Ping's), Gabriela (Gri), Caroline (Vend's), Samyra (Pará), Alan (Goust), Renata (Bem-bolado), Aline (Iglú), Nayara (Pastora), pelas amizades, conversas, almoços, viagens, churrascos e pela grande ajuda na realização desse trabalho.

À minha amiga e colega de mestrado Cléu, pela colaboração, companheirismo e conversas que me ajudaram tanto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de estudos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" pela oportunidade de realização do curso de mestrado, e a todos os professores e funcionários que contribuíram para esse trabalho.

Ao produtor Adriano van Rooijen e seus funcionários, por permitir a realização dos experimentos em sua propriedade e pela disponibilidade para ajudar.

À empresa AgroFresh™ pela disponibilização do EthylBloc™.

À Ana Christina Rossini Pinto pelo incentivo ainda na graduação, pelos conhecimentos transmitidos e consideração.

À Gláucia Moraes Dias, pelos ensinamentos, sugestões, amizade e constante apoio e confiança.

À República Forfé, pelas risadas e amizades.

Aos meus amigos Adelino (Sandi), Marcos (Buzina), Lucas (Grô) pelas boas conversas.

Ao meu marido Fernando (K-ju), por todo o carinho, companheirismo, incentivo, inspiração, oportunidades, e colaboração durante a realização desse trabalho.

**“Escolha um trabalho que ame,
e não terá que trabalhar nem um dia em sua vida”**

Confúcio

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	13
1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Revisão Bibliográfica.....	16
1.1.1 Cultura da rosa.....	16
1.1.2 Fisiologia e bioquímica pós-colheita.....	17
1.1.3 Tratamentos pré-colheita.....	19
1.1.4 Tratamentos pós-colheita.....	20
Referências.....	21
2 INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE SILÍCIO VIA SOLO E FOLIAR EM ROSAS DE CORTE.....	27
Resumo.....	27
Abstract.....	27
2.1 Introdução.....	28
2.2 Material e métodos.....	29
2.3 Resultados e discussão.....	33
2.4 Considerações finais.....	44
Referências.....	45
3 MANUTENÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE ROSAS COM APLICAÇÕES DE ÁCIDO SALICILICO, SALICILATO DE METILA E 1-METILCICLOPROPENO.....	49
Resumo.....	49
Abstract.....	49
3.1 Introdução.....	49
3.2 Material e métodos.....	51
3.3 Resultados e discussão.....	54
3.4 Considerações finais.....	68
Referências.....	68
APÊNDICES.....	71

RESUMO

Efeito de tratamentos pré e pós-colheita na qualidade de rosas de corte

O objetivo do trabalho foi o desenvolvimento de tecnologias para melhoria da qualidade e vida de vaso em rosas (*Rosa hybrida*.) 'Vega'. Os tratamentos pré-colheita foram realizados com aplicação de silício (0, 200, 400 e 800 mg L⁻¹) por meio de fertirrigação via solo e via foliar. Foram realizadas seis aplicações semanais de silicato de potássio (12% Si) em rosas 'Vega', distribuídas em blocos casualizados com quatro repetições, e seis avaliações pós-colheita (dias 0, 2, 4, 6, 8 e 10). Após a colheita, foram avaliados: comprimento de haste, diâmetro de haste e de pedúnculo, comprimento de botão e a massa das hastes. As flores foram armazenadas em vasos com água deionizada a 20±1°C e 65±5% UR, sendo avaliadas: variação da massa fresca, conteúdo relativo de água (CRA) de pétalas e folhas, atividade de peroxidase, abertura floral, curvatura do pedúnculo, turgescência e escurecimento de pétalas, e coloração de pétalas. A aplicação de 400 mg L⁻¹ de silício proporcionou maior comprimento de haste, maior CRA e cromaticidade das pétalas e menor atividade de peroxidase. A aplicação foliar também apresentou maior comprimento de botão, CRA de folhas, e luminosidade de pétalas, e a aplicação via solo também apresentou maior diâmetro de haste, maior massa inicial, menor variação de massa fresca e maior abertura floral, indicando que a aplicação de silício pode contribuir para melhorar a qualidade de rosas 'Vega'. Os tratamentos pós-colheita foram realizados com aplicações de 0,1 mM de salicilato de metila (MeSa), 1 µL L⁻¹ de 1-metilciclopropeno (1-MCP), e 1 mM de ácido salicílico (AS). Após a aplicação dos tratamentos por 12 horas, as flores foram mantidas em vasos com água deionizada, armazenadas a 25±1°C e 65±5% U.R. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento e seis avaliações (dias 0, 2, 4, 6, 8 e 10). Os tratamentos com AS e 1-MCP reduziram a atividade respiratória, produção de etileno, perda de massa e a curvatura do pedúnculo, tendo permitido maior manutenção do conteúdo relativo de água das pétalas, maior abertura floral, maior luminosidade das pétalas, e maior atividade de peroxidase. O AS também proporcionou melhor manutenção da turgescência, do conteúdo relativo de água das folhas, e menor escurecimento das pétalas.

Palavras-chave: *Rosa hybrida*; Silício; Compostos Salicilados; 1-MCP; Conteúdo relativo de água; Respiração; Etileno; Peroxidase

ABSTRACT

Effect of pre and postharvest treatments in quality of cut rose

The objective of this study was the development of technologies to increase the quality and vase life of cut roses (*Rosa hybrida*.) 'Vega'. The pre-harvest treatments were the application of silicon (0, 200, 400 and 800 mg L⁻¹) via foliar spray and root feeding, in quality of cut roses. Six weekly applications of potassium silicate (12% Si) were performed on roses 'Vega', distributed in a randomized block design with four replicates per treatment, and six evaluations (days 0, 2, 4, 6, 8 and 10). After harvest, the stem length, stem diameter, peduncle diameter, bud length and mass of the stems were evaluated. The flowers were kept in vases with deionized water, stored at 20±1°C and 65±5% RH, with evaluations of loss of fresh weight, leaf and petal relative water content (RWC), peroxidase activity, flower opening, bent neck, turgidity, petal darkening, and color of petals. The application of 400 mg L⁻¹ of silicon provided increase in stem length, in petal RWC, petal chromaticity and reduced peroxidase activity. The application via foliar spray also increased bud length, the leaf RWC and the petal luminosity. The root feeding also increased the stem diameter, the floral opening, the initial mass, and reduced the fresh weight loss, indicating that the application of silicon can improve the quality of roses 'Vega'. The postharvest treatments were the application of 0,1 mM of methyl salicylate (MeSa), 1 µL L⁻¹ of 1-methylcyclopropene (1-MCP), and 1 mM of salicylic acid (SA), in postharvest quality conservation of 'Vega' roses. After the application of treatments for 12 hours, the flowers were kept in vases with deionized water, stored at 25±1°C and 65±5% RH. The experimental design was completely randomized, with four replications and six evaluations (days 0, 2, 4, 6, 8 and 10). The treatments with SA and 1-MCP reduced respiratory activity, ethylene production, loss of fresh weight and bent neck; and enable better maintenance of petal relative water content, largest flower opening and higher petal luminosity. SA also provided better maintenance of turgidity and leaf relative water content and less petal darkening.

Keywords: *Rosa hybrida*; Silicon; Salicylate compounds; 1-MCP; Relative water content; Respiration; Ethylene; Peroxidase

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui perspectivas para ser um grande produtor e exportador de flores e plantas ornamentais, com vantagens para sua produção pela disponibilidade de áreas, microclimas, água, mão-de-obra, e tecnologia. Atualmente a floricultura tem se mostrado um importante setor da economia nacional, movimentando, em 2007, cerca de US\$ 1,3 bilhão por ano, agregando mais de 500 produtores em cerca de 8500 hectares de área cultivada, gerando mais de 50 mil empregos diretos e indiretos. A atividade também se destaca no mercado internacional, sendo que as principais flores de corte exportadas pelo Brasil são: rosas, crisântemos, lírios, gérberas, tango, gladiolo, áster, e gipsofila (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2003; JUNQUEIRA; PEETZ, 2008).

Contudo, tanto o mercado interno quanto o externo exigem flores de qualidade e com longevidade adequada. As flores em geral são caracterizadas como produtos altamente perecíveis, pela natureza efêmera dos tecidos que a formam, e pelos processos fisiológicos intensos, tendo sua qualidade fortemente dependente do manejo pós-colheita (NOWAK; RUDNICKI, 1990).

Devido a isso, alguns aspectos da cadeia produtiva precisam ser melhorados. A manutenção da qualidade de flores de corte é extremamente importante, pois a falta de cuidados pós-colheita torna inúteis os benefícios provenientes da adoção de práticas de cultivo cada vez mais modernas, que permitem o aumento da produção e da qualidade de flores. No Brasil, os níveis de perdas pós-colheita na cadeia são elevados, chegando a 40% da produção (DIAS-TAGLIACCOZZO; CASTRO, 2002), e o prolongamento da longevidade de flores melhora a qualidade do produto, aumentando seu valor comercial (CASTRO, 1998).

As rosas estão entre as flores mais importantes economicamente e com maior diversidade genética, sendo uma espécie ornamental tradicional e de grande aceitação (CAIRNS et al., 2000). Segundo dados dos principais centros de comercialização, a produção anual brasileira é estimada em 25 milhões de dúzias (TAKANE et al., 2007).

A qualidade e a vida pós-colheita das rosas de corte é decorrente de fatores pré e pós-colheita e de suas características genéticas, que conferem diferentes sintomas de senescência. No aspecto relativo à qualidade inicial das hastes, o manejo de nutrientes durante a produção exerce influência sobre diversos

parâmetros, como tamanho das hastes, flores e folhas, e nos estresses sofridos durante e após a produção (NOWAK; RUDNICKI, 1990).

Durante a cadeia de comercialização pós-colheita, as flores podem sofrer diferentes tipos de estresses, como temperaturas inadequadas, desidratação e danos mecânicos, que comprometem a qualidade estética e reduzem sua longevidade, podendo ser influenciados pela ação do etileno (WOLTERING; VAN DOORN, 1988; MACNISH et al., 2010).

Diante desses aspectos, o objetivo desse trabalho foi avaliar tratamentos pré e pós-colheita em rosas 'Vega', que possam colaborar na qualidade e sua melhor conservação, verificando seus efeitos sobre algumas características fisiológicas e bioquímicas.

1.1 Revisão bibliográfica

1.1.1 A cultura da rosa

As rosas pertencem à família Rosaceae e ao gênero *Rosa L.*, apresentando mais de 200 espécies e diversas variedades, híbridos e cultivares. Podem ser arbustivas ou trepadeiras, e geralmente apresentam acúleos (BARBIERI; STUMPF, 2005).

Os principais Estados produtores são: São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Alagoas, Pernambuco, Bahia, Ceará, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (TOMÉ, 2004). O Estado de São Paulo é o que apresenta maior volume de produção, onde se destacam os municípios de Atibaia e Holambra, sendo produzidas durante o ano todo.

No Brasil, o padrão de qualidade para a comercialização obedece à classificação baseada em características da haste floral desenvolvida pela Cooperativa Veiling Holambra e adotada pelo Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLOR). Vários parâmetros são utilizados na classificação de flores cortadas, de acordo com a variedade e sistema de produção, entre eles diâmetro de haste, comprimento de botão, e também o comprimento da haste floral que é um dos mais importantes no incremento do seu valor comercial (CASARINI, 2004).

1.1.2 Fisiologia e bioquímica pós-colheita

O curto período de vida pós-colheita das rosas de corte é decorrente de uma série de fatores pré e pós-colheita, como estágio de desenvolvimento, nutrição e quantidade de carboidratos de reserva, e a sua variabilidade genética confere diferentes sintomas de senescência. A senescência é considerada a fase final do desenvolvimento da planta, quando a degradação de estruturas celulares é mais rápida que a síntese, causando o envelhecimento e morte dos tecidos. É um processo irreversível que leva a uma série de mudanças, como a redução na massa fresca, aumento da atividade de enzimas hidrolíticas, degradação de amido e clorofila, modificações na permeabilidade das membranas celulares, perda de rigidez da parede celular, aumento da atividade respiratória e aumento da produção de etileno (MAYAK, 1987; CHITARRA; CHITARRA, 2006). Com a alteração do metabolismo, intensifica-se a formação de espécies reativas de oxigênio que agredem as membranas celulares e, como forma de proteção, ocorre o aumento na atividade de enzimas antioxidantes, como a peroxidase (MITTLER, 2002).

Para rosas, os principais sintomas da senescência são o murchamento e escurecimento de pétalas, curvatura do pedúnculo, abscisão e redução da coloração de pétalas, alta atividade respiratória e a falha na abertura floral. O mecanismo de abertura floral é variável para as diferentes espécies de flores, e é dependente de condições ambientais como temperatura, reservas de carboidratos e hidratação das hastes florais. Após a colheita o balanço hídrico das hastes é afetado, gerando perda gradual da turgescência das células, reduzindo a qualidade do produto. A turgescência é necessária para o desenvolvimento e abertura de botões florais, e a vida de vaso de flores de corte está associada a altos níveis de hidratação dos tecidos. (MUÑOZ; DAVIES; SHERMAN, 1982; KUMAR; SRIVASTAVA; DIXIT, 2008).

A abertura floral necessita de um aporte de água para realizar a expansão das células, e também da presença de carboidratos. É sugerido que o acúmulo de açúcares seja um mecanismo de redução do potencial hídrico das pétalas, promovendo influxo de água para expansão das células e abertura floral. Os carboidratos são importantes não apenas como fonte de energia e componentes estruturais, como também são moléculas reguladoras do metabolismo e desenvolvimento, sendo utilizados como substrato respiratório, prolongando a longevidade floral (VAN DOORN, 2001).

Segundo Halevy e Mayak (1981), a atividade respiratória de algumas flores de corte tem comportamento climatérico, e apresentam um pico durante sua abertura, coincidindo com um pico na produção de etileno e sinais de senescência de pétalas. A alta atividade respiratória durante a pós-colheita das flores resulta em aumento das atividades metabólicas, perda de água e grande consumo de carboidratos de reserva que são necessários para a manutenção e abertura floral (REID, 2002).

O etileno (C_2H_4) é um gás que pode ser produzido naturalmente pela própria flor para regular sua abertura, sendo o principal fitohormônio relacionado com a senescência. O manejo das hastes durante a pós-colheita é importante, e o etileno, mesmo presente em pequenas quantidades, tem influência na redução da vida de vaso das flores durante seu armazenamento e transporte. Ele está envolvido na regulação de diversos processos do desenvolvimento, e sua produção pode ser alterada durante senescência das flores ou em resposta a estresses. Os efeitos indesejáveis induzidos pelo etileno incluem o enrolamento, murchamento e abscisão de pétalas, senescência, epinastia, perda de clorofila nas folhas além de inibição de abertura floral (REID; EVANS; DODGE, 1989; TAIZ; ZEIGER, 2004; FINGER; BARBOSA, 2006).

A biossíntese do etileno ocorre nos tecidos vegetais pela conversão da metionina em etileno tendo como precursor o ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC), pela ação de duas enzimas chaves, a ACC sintase e a ACC oxidase, codificadas por uma família multi-gênica, reguladas por diversos fatores bióticos e abióticos. A ação do etileno se dá pela ligação a sítios receptores das plantas, que são reguladores negativos da resposta. Assim, quando ocorre a ligação, os receptores são desativados permitindo que a rota de sinalização prossiga e ocorra a resposta, que tem como um dos principais efeitos a alteração na expressão de vários genes relacionados com a senescência e com a síntese autocatalítica de etileno (TAIZ; ZEIGER, 2004; CHANG et al., 2008).

Ao contrário dos cravos, as rosas produzem etileno em pequenas quantidades, e embora não sejam classificadas como altamente sensíveis ao etileno, a resposta entre as cultivares é variável (WOLTERING; VAN DOORN, 1988; MACNISH et al., 2010).

Todos os fatores envolvidos em estresses e na senescência e levam a uma série mudanças fisiológicas e processos de desorganização celular, gerando aumento na quantidade de espécies reativas de oxigênio, que são subprodutos do

metabolismo de oxigênio. Elas causam danos oxidativos nos lipídios, proteínas, entre outros, formando produtos tóxicos e afetando as membranas celulares (SHIGEOKA et al., 2002).

A produção de enzimas antioxidativas pelas plantas quando sofrem algum tipo de estresse, como a peroxidase, diminuem os danos provocados pelo excesso de peróxidos, interagindo direta e indiretamente em vários processos fisiológicos catalizando a oxidação de substratos como fenóis, aminas e certos compostos heterocíclicos como ácido ascórbico na presença de H_2O_2 (SCANDALIOS, 1993; JIN et al., 2006).

Devido a isso, a peroxidase pode estar relacionada com adaptação à estresses, pela alteração do metabolismo e ativação de mecanismos de defesa. Sua presença em vegetais tem sido relacionada à cicatrização de ferimentos, oxidação de fenóis, defesa contra patógenos, controle respiratório, biogênese do etileno e integridade da membrana, portanto trata-se de um importante fator no controle da maturação e senescência (DILLEY, 1970; GASPAR et al., 1982; HSU; KAO, 2003).

1.1.3 Tratamentos pré-colheita

No aspecto relativo à qualidade comercial das hastes, o manejo de nutrientes durante a produção exerce significativa influência sobre diversos parâmetros, como incremento do tamanho das hastes e folhas e menores danos por estresse. O silício, embora não seja considerado um elemento essencial para a nutrição das plantas, tem demonstrado efeitos benéficos para o desenvolvimento de plantas, aumentando a produção de diversas culturas (EPSTEIN, 1994).

O silício tem um papel importante nas relações planta-ambiente, pois pode dar à cultura melhores condições para suportar adversidades climáticas, edáficas e biológicas, tendo como resultado final um aumento na qualidade e na produtividade. Estresses causados por temperaturas extremas, veranicos ou metais pesados podem ter seus efeitos reduzidos com seu uso (LIMA FILHO; TSAI, 2007). Outros fatores relacionados ao silício são a redução da transpiração, aumento na resistência mecânica dos tecidos, maior tolerância a patógenos, e favorecimento da absorção de nutrientes essenciais (EPSTEIN, 1999; MALAVOLTA, 2006; KAMENIDOU; CAVINS; MAREK, 2010).

Outro benefício está na melhor arquitetura das plantas, com formação de folhas mais eretas e também aumento no teor de clorofila em dicotiledôneas que resultam a uma maior capacidade fotossintética. Esses aspectos resultam em maior produtividade e também em um possível aumento do conteúdo de carboidratos (FIGUEIREDO et al., 2010), que em hastes florais pode apresentar efeito positivo na qualidade pós-colheita pela maior longevidade e maior abertura floral (REID, 2002).

O silício é translocado no xilema, preferencialmente para as folhas maduras, e acumula-se nas paredes celulares, retículo endoplasmático e espaços intercelulares, principalmente das áreas de maior transpiração, na forma de sílica amorfa hidratada ou fitólitos tridimensionais, sendo pouco móvel no floema, contribuindo para rigidez e elasticidade das paredes celulares, provavelmente devido ao reforço da parede celular de células epidérmicas pela formação de complexos com polifenóis (TAIZ; ZEIGER, 2004; MALAVOLTA, 2006).

A redução no balanço hídrico durante a pós-colheita reduz a resistência e a firmeza da haste floral, que passa a depender muito de sua firmeza mecânica para manter a capacidade de sustentar o peso da flor. Por se tratar de um componente estrutural e aumentar a tolerância ao estresse hídrico, o silício pode contribuir para a manutenção das hastes florais, como ferramenta no manejo da curvatura de pedúnculo (PARUPS; VOISEY, 1976; SAVVAS, 2002). Essa relação com mecanismos de resistência pela associação com os constituintes da parede celular, também forma uma barreira mecânica ao ataque de fungos. Além disso, o silício está ligado à ativação de genes envolvidos na produção de compostos secundários do metabolismo, relacionadas com os mecanismos de defesa das plantas. (DAYANANDAM; KAUFMAN; FRANKLIN, 1983; MARSCHNER, 1997).

Em espécies ornamentais, a aplicação de silício proporcionou aumento do diâmetro do capítulo, aumento da altura da haste e precocidade no ciclo em gérberas quando aplicados via foliar (KAMENIDOU; CAVINS; MAREK, 2010), e aumento na altura, matéria seca e diâmetro de inflorescências de girassol quando aplicados via fertirrigação (CARVALHO et al., 2009).

1.1.4 Tratamentos pós-colheita

Entre os compostos utilizados para redução dos danos do etileno destacam-se os inibidores da sua ação e inibidores da sua biossíntese.

O 1-metilciclopropeno (1-MCP) é um composto volátil não tóxico e eficiente bloqueador da ação do etileno, que possui afinidade pelo sítio receptor dez vezes maior que o etileno, e se liga de forma irreversível, resultando em inibição competitiva (SISLER; SEREK, 2003; BLANKENSHIP; DOLE, 2003).

Outros compostos que podem ser utilizados são o ácido salicílico (AS) e seu éster metil (MeSa), que são compostos fenólicos naturais e agem como moléculas sinalizadoras endógenas. Eles desempenham papel fundamental na regulação de respostas a estresses bióticos e abióticos e processos do desenvolvimento vegetal incluindo termogênese, fotossíntese, transpiração, absorção e transporte de íons, glicólise, respiração e condutância estomática (DEMPSEY; SHAH; KLESSIG, 1999; VLOT; DEMPSEY; KLESSIG, 2009). A resposta a estresses inclui a indução de resposta local e sistêmica, e o salicilato de metila (MeSa), que provém da via dos metabólitos secundários, pode agir como um sinal volátil, transmitido para partes distantes da planta e até para plantas adjacentes (SHULAEV; SILVERMAN; RASKIN; 1997). Além disso, os compostos salicilados podem diminuir a produção de etileno retardando os efeitos desse hormônio, pois estar relacionados com a redução da atividade da ACC oxidase, participante da rota metabólica de produção de etileno (ALTVORST; BOVY, 1995). Segundo Xu e Tian (2008), o AS também pode ativar sistemas antioxidantes que removem espécies reativas de oxigênio sob condições de estresse oxidativo, propiciando melhor manutenção dos processos celulares.

Referências

- ALTVORST, A.C.; BOVY, A.G. The role of ethylene in the senescence of carnation flowers, a review. **Plant Growth Regulation**, Amsterdam, v. 16, n. 1, p. 45-53, Jan. 1995.
- BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R.T. Origem, evolução e história das rosas cultivadas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n.3, p.267-271, Jul-Set 2005.
- BLANKENSHIP, S.M.; DOLE, J.M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 1-25, Apr. 2003.
- CAIRNS, T.; YOUNG, M.; ADAMS, J.; EDBERG, B. **Modern roses XI: the world encyclopedia of roses**. San Diego: Academic Press, 2000. 642 p.
- CARVALHO, M.P.; ZANÃO JUNIOR, L.A.; GROSSI, J.A.S.; BARBOSA, J.G. Silício melhora produção e qualidade do girassol ornamental em vaso. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2394-2399, nov. 2009.

CASARINI, E. **Doses de N e K aplicados via fertirrigação na cultura da roseira (*Rosa* sp.) em ambiente protegido**. 2004. 101 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

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

CHANG, S.; LU, L.; WANG, N.N.; CHARNG, Y. Negative feedback regulation of system-1 ethylene production by the tomato 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase 6 gene promoter. **Plant Science**, New York, v. 175, n. 1/2, p. 149-160, July/Aug. 2008.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: glossário**. Lavras: UFLA, 2006. 256 p.

DAYANANDAN, P.; KAUFMAN, P.B.; FRANKLIN, C.L. Detection of silica in plants. **American Journal of Botany**, New York, v. 70, n. 7, p. 1079-1084, 1983.

DEMPSEY, D.A.; SHAH, J.; KLESSIG, D.F. Salicylic acid and disease resistance in plants. **Critical Reviews in Plant Sciences**, London, v. 18, n. 4, p. 547-575, 1999.

DIAS-TAGLIACOZZO, G.M.; CASTRO, C.E.F. Fisiologia da pós-colheita de espécies ornamentais. In: WACHOWICZ, C.M.; CARVALHO, R.I.N. **Fisiologia vegetal: produção e pós-colheita**. Curitiba: Champagnat, 2002. v. 1, p. 359-382.

DILLEY, D.R. Enzymes. In: HULME, A.C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1970. v. 1, p. 179-207.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, Washington, v. 91, n. 1, p. 11-17, Jan. 1994.

_____. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 50, p. 661-664, 1999.

FIGUEIREDO, F.C.; BOTREL, P.P.; TEIXEIRA, C.P.; PETRAZZINI, L.L.; LOCARNO, M.; CARVALHO, J.G. Pulverização foliar e fertirrigação com silício nos atributos físico-químicos de qualidade e índices de coloração do morango. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1306-1311, set./out. 2010.

FINGER, F.L.; BARBOSA, J.G. Postharvest physiology of cut flowers. In: BENKEBLIA, N.; SHIOMI, N. (Ed.) **Advances in postharvest technologies for horticultural crops**. Kerala: Research Signpost, 2006. p. 373-393.

GASPAR, T.H.; PENEL, C.L.; THORPE, T.; GREPPIN, H. **Peroxidases: a survey of their biochemical and physiological roles in higher plants**. Genève: Université de Genève, 1982. 324 p.

HALEVY, A.H.; MAYAK, S. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. **Journal of Horticultural Reviews**, New York, v. 3, p. 59-143, 1981.

HSU, S.Y.; KAO, C.H. Differential effect of sorbitol and polyethylene glycol on antioxidant enzymes in rice leaves. **Plant Growth Regulation**, New York, v. 39, n. 1, p. 83-90, Jan. 2003.

JIN, J.; SHAN, N.; MA, N.; BAI, J.; GAO, J. Regulation of ascorbate peroxidase at the transcript level is involved in tolerance to postharvest water deficit stress in the cut rose (*Rosa hybrida* L.) cv. Samantha. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 40, n. 3, p. 236-243, June 2006.

JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S. Mercado interno para os produtos da floricultura brasileira: características, tendências e importância socioeconômica recente. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 37-52, 2008.

KAMENIDOU, S.; CAVINS, T., J.; MAREK, S. Silicon supplements affect floricultural quality traits and elemental nutrient concentrations of greenhouse produced gerbera. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 123, n. 3, p. 390-394, Jan. 2010.

KUMAR, N.; SRIVASTAVA, G.C.; DIXIT, K. Flower bud opening and senescence in roses (*Rosa hybrida* L.). **Plant Growth Regulation**, New York, v. 55, n. 2, p. 81-99, June 2008.

LIMA FILHO, O.F.; TSAI, S.M. **Crescimento e produção do trigo e aveia branca suplementados com silício**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. 34 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 41).

MACNISH, A.J.; LEONARD, R.T.; BORDA, A.M.; NELL, T.A. Genotypic variation in the postharvest performance and ethylene sensitivity of cut rose flowers. **Hortscience**, Alexandria, v. 45, n. 5, p. 790-796, May 2010.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. Piracicaba: Livroceres, 2006. 638 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1997. 889 p.

MAYAK, S. Senescence of cut flowers. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 5, p. 863-868, Oct. 1987.

MITTLER, R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **Trends in Plant Science**, London, v. 7, n. 9, p. 405-410, Sept. 2002.

MUÑOZ, C.E.; DAVIES, F.S.; SHERMAN, W.B. Hydraulic conductivity and ethylene production in detached flowering peach shoots. **HortScience**, Alexandria, v. 17, n. 2, p. 226-228, 1982.

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

PARUPS, E.V.; VOISEY, P.W. Lignin content and resistance to bending of pedicel in greenhouse grown roses. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 51, n. 2, p. 253-259, 1976.

REID, M.S. Postharvest handling systems: ornamental crops. In: KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 3rd ed. Davis: University of California, 2002. p. 315-325.

REID, M.S.; EVANS, R.Y.; DODGE, L.L. Ethylene and silver thiosulfate influence opening of cut roses flowers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 114, n. 3, p. 436-440, May 1989.

SAVVAS, D.; MANOS, G.; KOTSIRAS, A.; SOUVALIOTIS, S. Effects of silicon and nutrient-induced salinity on yield, flower quality and nutrient uptake of gerbera grown in a closed hydroponic system. **Journal of Applied Botany**, Berlin, v. 76, n. 5/6, p. 153-158, Dec. 2002.

SCANDALIOS, J.G. Oxygen stress and superoxide dismutase. **Plant Physiology**, Chicago, v. 101, n. 1, p. 7-12, Jan. 1993.

SHULAEV, V.; SILVERMAN, P.; RASKIN, L. Airborne signaling by methyl salicylate in plant pathogen resistance. **Nature**, London, v. 385, n. 6618, p. 718-721, Feb. 1997.

SHIGEOKA, S.; ISHIKAWA, T.; TAMOI, M.; MIYAGAWA, Y.; TAKEDA, T.; YABUTA, Y.; YOSHIMURA, K. Regulation and function of ascorbate peroxidase isoenzymes. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 53, n. 371, p. 1305-1319, May 2002.

SISLER, E.C.; SEREK, M. Compounds Interacting with the ethylene receptor in plants. **Plant Biology**, New York, v. 5, n. 5, p. 473-480, Sept. 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução de E.R. Santarém et al. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TAKANE, R.J.; SIQUEIRA, P.T.V.; CASARINI, E. **Cultivo de rosas**. Brasília: LK Editora, 2007. 172 p. (Coleção Tecnologia Fácil).

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

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequenas Empresas. **Diagnóstico da cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais no estado de alagoas**: sumário executivo. Viçosa, 2003. 28 p.

VAN DOORN, W.G. Role of soluble carbohydrates in flower senescence: a survey. **Acta Horticulturae**, Lauderdale, n. 543, p. 179-183, 2001. Apresentado no 7th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON POSTHARVEST PHYSIOLOGY OF ORNAMENTAL PLANTS, 2001, Lauderdale. **Proceedings...**

VLOT, A.C.; DEMPSEY, D.A. KLESSIG, D.F. Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 47, p. 177-206, 2009.

WOLTERING, E.J.; VAN DOORN, W.G. Role of ethylene in senescence of petals – Morphological and taxonomical relationships. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 39, n. 208, p. 1605-1616, Nov. 1988.

XU, X.; TIAN, S. Salicylic acid alleviated pathogen-induced oxidative stress in harvested sweet cherry fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 49, n. 3, p. 379-385, Sept. 2008.

2 INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE SILÍCIO VIA SOLO E FOLIAR EM ROSAS DE CORTE

Resumo

Esse estudo avaliou os efeitos das aplicações de doses de silício (0, 200, 400 e 800 mg L⁻¹) via foliar e via solo na qualidade de rosas de corte. Foram realizadas seis aplicações semanais de silicato de potássio (12% Si) em rosas 'Vega', distribuídas em blocos casualizados com quatro repetições, e seis avaliações pós-colheita (dias 0, 2, 4, 6, 8 e 10). Após a colheita, foram avaliados o comprimento de haste, diâmetro de haste e de pedúnculo, comprimento de botão e a massa das hastes. As flores foram armazenadas em vasos com água deionizada a 20±1°C e 65±5% UR, sendo avaliadas a variação da massa fresca, conteúdo relativo de água (CRA) de pétalas e folhas, atividade de peroxidase, abertura floral, curvatura do pedúnculo, turgescência e escurecimento de pétalas, e coloração de pétalas. A aplicação de 400 mg L⁻¹ de silício foliar e via solo proporcionaram maior comprimento de haste, maior CRA e cromaticidade das pétalas e menor atividade de peroxidase. A aplicação via foliar também apresentou maior comprimento de botão, CRA de folhas, e luminosidade de pétalas, e a aplicação via solo também apresentou maior diâmetro de haste, maior massa inicial, menor variação de massa fresca e maior abertura floral, indicando que a aplicação de silício pode contribuir para melhorar a qualidade de rosas 'Vega'.

Palavras-chave: *Rosa hybrida*; Pré-colheita; Silicato de potássio; Comprimento de haste; Conteúdo relativo de água; Peroxidase

Abstract

This study evaluated the effects of application of silicon (0, 200, 400 and 800 mg L⁻¹) via foliar spray and root feeding, in quality of cut roses. Six weekly applications of potassium silicate (12% Si) were performed on roses 'Vega', distributed in a randomized block design with four replicates per treatment, and six evaluations (days 0, 2, 4, 6, 8 and 10). After harvest, the stem length, stem diameter, peduncle diameter, bud length and mass of the stems were evaluated. The flowers were kept in vases with deionized water, stored at 20±1°C and 65±5% RH, with evaluations of loss of fresh weight, leaf and petal relative water content (RWC), peroxidase activity, flower opening, bent neck, turgidity, petal darkening, and color of petals. The application of 400 mg L⁻¹ of silicon via foliar spray and root feeding provided increase in stem length, in petal RWC, petal chromaticity and reduced peroxidase activity. The application via foliar spray also increased bud length, the leaf RWC and the petal luminosity. The root feeding also increased the stem diameter, the floral opening, the initial mass, and reduced the fresh weight loss, indicating that the application of silicon can improve the quality of roses 'Vega'.

Keywords: *Rosa hybrida*; Pre-harvest; Potassium silicate; Stem length; Relative water content; Peroxidase

2.1 Introdução

As rosas estão entre as flores mais importantes economicamente e com maior diversidade genética, sendo uma espécie ornamental tradicional e de grande aceitação (CAIRNS et al., 2000). Apenas na CEAGESP são comercializadas aproximadamente cinco milhões de dúzias de rosas por ano (BARBOSA, 2003), e por ser um dos mercados mais amplos, a competição nesse segmento tem se mostrado cada vez maior (UFV, 2003).

No Brasil, os níveis de perdas pós-colheita na cadeia de flores são elevados, e a manutenção da qualidade é importante, pois o prolongamento da longevidade aumenta seu valor comercial (CASTRO, 1998). As flores em geral são caracterizadas como produtos altamente perecíveis, pela natureza efêmera dos tecidos que a formam, e pelos processos fisiológicos intensos (NOWAK; RUDNICKI, 1990).

No Brasil, o padrão de qualidade para a comercialização obedece à classificação baseada em características da haste floral adotada pelo Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLOR) no qual o seu valor de mercado depende, entre outros, das dimensões de haste e de botão.

No aspecto relativo à qualidade inicial das hastes, o manejo de nutrientes durante a produção exerce grande influência sobre diversos parâmetros, como incremento do tamanho das hastes e folhas e menores danos por estresse. O silício, embora não seja considerado um elemento essencial para a nutrição das plantas, tem demonstrado efeitos benéficos para o desenvolvimento de plantas, aumentando a produção de diversas culturas (EPSTEIN, 1994).

O silício tem um papel importante nas relações planta-ambiente, pois pode dar à cultura melhores condições para suportar adversidades climáticas, edáficas e biológicas, tendo como resultado final um aumento e maior qualidade na produção. Estresses causados por temperaturas extremas, veranicos ou metais pesados podem ter seus efeitos reduzidos com o uso do silício (LIMA FILHO, 2007). Outros fatores relacionados ao silício são a redução da transpiração, aumento na resistência mecânica dos tecidos, maior tolerância a patógenos, e favorecimento da absorção de nutrientes essenciais (EPSTEIN, 1999; MALAVOLTA, 2006; KAMENIDOU; CAVINS; MAREK, 2010).

Outro benefício está na formação de folhas mais eretas, e no aumento no teor de clorofila em dicotiledôneas que resultam a uma maior capacidade fotossintética, e

consequentemente um possível aumento do conteúdo de carboidratos, como observado em morangos (FIGUEIREDO et al., 2010). A maior presença de carboidratos em hastes florais pode apresentar efeito positivo na qualidade pós-colheita pela maior longevidade e maior abertura floral (REID, 2002).

O silício acumula-se nas paredes celulares, retículo endoplasmático e espaços intercelulares, principalmente das áreas de maior transpiração, na forma de sílica amorfa hidratada, sendo pouco móvel no floema, contribuindo para rigidez e elasticidade das paredes celulares (TAIZ; ZEIGER, 2004). Como se trata de um componente estrutural, também pode contribuir para a manutenção da arquitetura das hastes florais. A sua aplicação pode ser uma ferramenta no manejo da curvatura da hastes, pois a presença desse elemento aumenta a tolerância ao estresse hídrico e proporciona hastes florais mais grossas, provavelmente devido ao reforço da parede celular de células epidérmicas pela formação de complexos com polifenóis (SAVVAS, 2002).

A adubação com Si tem mostrado relação com mecanismos de resistência decorrentes de sua associação com os constituintes da parede celular, formando uma barreira mecânica ao ataque de fungos. Além disso, ele pode ativar genes envolvidos na produção de compostos secundários do metabolismo, relacionadas com os mecanismos de defesa das plantas. (DAYANANDAM et al., 1983; MARSCHNER, 1997).

Em espécies ornamentais, a aplicação de silício proporcionou aumento do diâmetro do capítulo, aumento da altura da haste e precocidade no ciclo em gérberas quando aplicados via foliar (KAMENIDOU; CAVINS; MAREK, 2010), e aumento na altura, matéria seca e diâmetro de inflorescências de girassol quando aplicados via fertirrigação (CARVALHO et al., 2009).

Tendo em vista o potencial benéfico do silício, esse trabalho teve como objetivo verificar os efeitos das aplicações de silício via solo e via foliar na qualidade e na pós-colheita de hastes de rosas.

2.2 Material e métodos

O experimento foi realizado em campo de produção comercial no município de Holambra (SP) entre fevereiro e março de 2011, em rosas 'Vega' cultivadas em solo com adubação à base de esterco de galinha. Os tratamentos foram constituídos por quatro doses de silício (0, 200, 400 e 800 mg L⁻¹) aplicados via foliar e via solo

em blocos casualizados e em esquema fatorial, com quatro repetições de 20 plantas por parcela. Foram utilizadas 15 hastes por repetição para análises biométricas, e três hastes por repetição em cada avaliação (0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias).

A fonte de silício utilizada foi o silicato de potássio, produto comercial Ferti-Silício® (12% K₂O - 168,0 g L⁻¹ e 12% Si - 165,6 g L⁻¹, solúveis em água). Foram realizadas seis aplicações semanais via solo e via foliar no período da manhã, com soluções apresentando pH entre 10,0 e 10,5. Os tratamentos via foliar foram adicionados de 0,01% de Tween 20 como espalhante, e aplicados com auxílio de pulverizador manual por toda a planta até a cobertura total das folhas, totalizando média de 2,5 L de solução por parcela. A aplicação via solo foram realizada manualmente, utilizando 10 L de solução por parcela.

Após as seis semanas, a colheita foi realizada deixando quatro folhas basais na haste da planta, e imediatamente colocadas em água. As hastes foram transportadas ao Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Pós-Colheita, no Departamento de Ciências Biológicas, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” em Piracicaba (SP).

Ao chegar ao laboratório, as hastes foram submetidas à análises biométricas e posteriormente padronizadas em 45 cm e armazenadas em vasos de acrílico com 0,5 L de água deionizada, sob condições de 20±1°C, 65±5% UR e 12 horas de luz por dia, com a água dos vasos sendo substituída a cada dois dias.

As seguintes variáveis foram determinadas:

Biometria: Foram feitas as medidas do comprimento da haste, comprimento de botão, diâmetro de haste e diâmetro de pedúnculo, com auxílio de fita métrica e paquímetro digital, utilizando 15 flores por repetição.

- a) Comprimento de haste: determinado desde a base da haste até a ponta do botão.
- b) Diâmetro de haste: determinad na metade do comprimento da haste.
- c) Comprimento de botão: determinado pela distância entre a base da pétala até a ponta do botão.
- d) Diâmetro de pedúnculo: determinada dois centímetros abaixo da base do botão.

As hastes foram então classificadas de acordo com o padrão criado pela Cooperativa Veiling de Holambra e adotado pelo IBRAFLORE (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificação do comprimento de haste, comprimento de botão e espessura de haste para rosas de corte 'Vega' produzidas em campo

Classe	Comprimento de haste	Comprimento de botão	Espessura de haste
30	25 a 30 cm	Mínimo de 35 mm	Mínimo de 3 mm
40	35 a 40 cm	Mínimo de 35 mm	Mínimo de 4 mm
50	45 a 50 cm	Mínimo de 45 mm	Mínimo de 5 mm
60	55 a 60 cm	Mínimo de 45 mm	Mínimo de 5 mm
70	65 a 70 cm	Mínimo de 45 mm	Mínimo de 5 mm
80	75 a 80 cm	Mínimo de 45 mm	Mínimo de 5 mm

Fonte: Critério de Classificação – Rosa de corte/ Veiling Holambra

Variação da massa fresca: As repetições com três hastes foram pesadas no dia da colheita sendo os valores expressos em gramas. Para análise da variação de massa foram pesadas a cada dois dias, sendo cortados 1,5 cm da base das hastes, com função de evitar a oclusão dos vasos condutores, e novamente pesadas. A variação na massa fresca foi expressa em porcentagem de massa inicial.

Conteúdo relativo de água: Foram coletados discos com 10 mm de diâmetro de seis pétalas e seis folhas de cada repetição, que foram imediatamente pesados para determinação de massa fresca, imersos em água deionizada por seis horas. Então foi removida a água da superfície e pesados para determinação da massa túrgida, levados para estufa de ar forçado a 65°C por 12 horas, e então determinada a massa seca. O cálculo do CRA foi feito utilizando-se a eq. (1), com os resultados expressos em porcentagem (WEATHERLEY, 1950).

$$\text{Conteúdo Relativo de Água (CRA)} = \frac{\text{Massa fresca} - \text{Massa seca}}{\text{Massa túrgida} - \text{Massa seca}} \times 100 \quad (1)$$

Análises visuais: As avaliações foram realizadas por meio de critério de notas de abertura floral (Tabela 2), e notas de curvatura do pedúnculo e turgescência de pétalas (Tabela 3).

Tabela 2 – Notas de abertura floral

Nota	Estádio de abertura floral
1	Pétalas externas iniciando abertura (ponto de colheita)
2	Pétalas externas abertas, intermediárias iniciando abertura
3	Pétalas intermediárias abertas, internas iniciando abertura
4	Todas as pétalas abertas

Tabela 3 – Notas de curvatura do pedúnculo, turgescência e escurecimento de pétalas

Nota	Curvatura do pedúnculo	Nota	Turgescência de pétalas	Nota	Escurecimento de pétalas
3	Haste reta	3	Túrgida	3	Sem escurecimento
2	Até 45°	2	Levemente murcha	2	Levemente escurecidas
1	Maior que 90°	1	Murcha	1	Escuras

Atividade de peroxidase: Foi determinada pelo método descrito em LIMA (1994). Amostras de 2g de pétalas de cada repetição foram congeladas em nitrogênio líquido e mantidas em freezer. Para a extração, cada amostra foi macerada com nitrogênio líquido em moinho, e retirado 0,3 g que foi homogeneizado com 5 mL de tampão fosfato de potássio 0,2M pH 6,7 e 1 mg de polivinilpirrolidona-10. Em seguida, o homogeneizado foi centrifugado a 10000xg a 4°C por 10 minutos, sendo o sobrenadante considerado extrato enzimático. Para a quantificação da atividade da enzima, foi adicionado a 1mL do extrato enzimático, 0,5mL de solução contendo 20mM de peróxido de hidrogênio e tampão fosfato (0,2M e pH 6,7) e 0,5mL de solução contendo 4mM de aminoantipirina e 10mM de piro-catecol. A solução foi incubada em banho-maria a 30°C durante 5 minutos, e a reação enzimática foi interrompida com 2 mL de álcool etílico. A leitura foi realizada em espectrofotômetro e a atividade enzimática foi expressa em unidades por miligrama de proteína ($U\ mg^{-1}$ proteína), sendo 1 U correspondente à degradação de peróxido de hidrogênio por minuto, determinada por alterações na absorbância a 505 nm.

Proteínas totais: A concentração de proteínas foi determinada em espectrofotômetro a 595 nm de acordo com o método de Bradford (1976) utilizando o mesmo extrato enzimático da peroxidase, e albumina bovina (BSA) como padrão.

Coloração de pétalas: As leituras foram feitas com colorímetro Minolta, modelo CR-400 utilizando seis pétalas por repetição. Procedeu-se duas leituras em cada pétala, uma na face externa e outra na face interna, e os resultados foram calculados baseados nos os parâmetros L, a^* e b^* , e expressos em Luminosidade (intervalo entre o claro e o escuro), ângulo Hue (ângulo de cor) e Cromaticidade (intensidade de cor).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias submetidas à análise de regressão ($P \leq 0,05$) utilizando o software SISVAR.

2.3 Resultados e Discussão

A análise de variância não apontou efeito significativo entre os tratamentos para diâmetro de pedúnculo, turgescência, curvatura de pedúnculo, e ângulo Hue.

Para o comprimento de haste foram obtidos incrementos até as doses estimadas de 474 mg L⁻¹ de silício via foliar, e de 800 mg L⁻¹ de silício via solo, com valores máximos de 51,0 e 52,6 cm respectivamente, enquanto o controle apresentou 46,3 cm (Figuras 1A e 1B). Também foi verificado maior comprimento de haste em gérberas com cinco aplicações foliares de 50 mg L⁻¹ (KAMENIDOU; CAVINS; MAREK, 2010), e em rosas, com aplicações via fertirrigação de 48 mg L⁻¹ de silício (EHRET; MENZIES; HELMER, 2005), e de 200 mg L⁻¹ de silicato de potássio (HWANG; PARK, JEONG, 2005).

Figura 1 - Comprimento de haste de rosas 'Vega' em função de aplicações de silício via foliar (A) e via solo (B). **= Significativo a $P < 0,01$

Segundo a classificação (Tabela 1), as médias de todos os tratamentos foram enquadrados na classe 50, porém a distribuição entre as classes foi diferente, sendo que os tratamentos com silício, principalmente os via solo, proporcionaram maior porcentagem de hastes na classe 60, que apresentam maior valor de mercado (Figuras 2A e 2B).

Figura 2 - Produtividade por classe de comprimento de haste de rosas 'Vega' em função de aplicações de silício via foliar (A) e via solo (B)

Foi obtido incremento para comprimento de botão até a aplicação estimada de 512 mg L⁻¹ de silício via foliar (Figura 3), com valor máximo de 45,3 mm, que atinge o mínimo exigido de 45 mm para classe 50, ao contrário do controle que apresentou comprimento de 43,8 mm. Esses resultados estão relacionados com o aumento no diâmetro dos capítulos de gérberas e zínias, com aplicações foliares de 50 e 100 mg L⁻¹ e 100 e 150 mg L⁻¹ de silício respectivamente (KAMENIDOU; CAVINS; MAREK, 2009, 2010). A aplicação semanal via fertirrigação de 100 mg L⁻¹ também proporcionou aumento no diâmetro de diversas espécies utilizadas na floricultura (MATTSON; LEATHERWOOD, 2010).

Figura 3 - Comprimento de botão de rosas 'Vega' em função da aplicação de silício via foliar. *= Significativo a P<0,05

Na aplicação via solo foi obtido incremento para o diâmetro de haste até a aplicação estimada de 523 mg L⁻¹ de silício, com valor máximo de 5,1 mm, que atinge o mínimo exigido para classe 50, ao contrário do controle que apresentou diâmetro 4,4 mm (Figura 4). A aplicação de silício via fertirrigação de 200 mg L⁻¹ em gérberas e 300 mg L⁻¹ em zínias, também proporcionou maiores valores de diâmetro de haste (KAMENIDOU; CAVINS; MAREK, 2009, 2010).

Figura 4 - Diâmetro de haste de rosas 'Vega' em função da aplicação de silício via solo. *= Significativo a P<0,05

Na análise da massa fresca inicial (D0), foi observada diferença significativa entre tratamentos, com incremento obtido até a aplicação estimada de 516 mg L⁻¹ de silício, com valor máximo de 61,3 g, enquanto o controle apresentou 49,2 g (Figura 5). Esse resultado demonstra um efeito positivo da aplicação, talvez por consequência de melhor absorção de nutrientes e/ou melhor balanço hídrico, que podem ser favoráveis à qualidade durante a pós-colheita. Também foi observada maior massa fresca em hastes de mini rosas tratadas com silício via foliar e fertirrigação (HWANG; PARK; JEONG, 2005), maior massa seca em girassol (GUNES et al., 2008; CARVALHO et al., 2009), e massa fresca e seca em rosas (EHRET; MENZIES; HELMER, 2005).

Figura 5 - Massa inicial de hastes de rosas 'Vega' em função da aplicação de silício via solo. *= Significativo a $P < 0,05$

Para variação de massa fresca (%) entre os dias avaliados, a aplicação de silício via solo apresentou interação significativa entre tratamentos e dias de análise, destacando-se o tratamento 400 mg L⁻¹ que proporcionou maior ganho de massa fresca, estimada em 4% aos quatro dias após a colheita (Figura 6).

Figura 6 - Variação na massa fresca de rosas 'Vega' em função da aplicação de silício via solo, armazenadas à 20°C e 65% UR

Quanto ao CRA inicial das pétalas, a aplicação via solo foi significativa, com aumento linear em função das doses (Figura 7). O CRA final das pétalas apresentou significância para aplicação via foliar com incremento até a dose estimada em 536 mg L⁻¹, com máximo em 83,5% (Figura 8A). Também foi significativo para aplicação via solo, com incremento até a dose estimada em 492 mg L⁻¹ com máximo em 81%, enquanto o do controle apresentou em 75,7% (Figura 8B).

Figura 7 - Conteúdo relativo de água (CRA) inicial de pétalas de rosas 'Vega' em função da aplicação de silício via solo. *= Significativo a $P < 0,05$.

Figura 8 - Conteúdo relativo de água (CRA) final de pétalas de rosas 'Vega' em função da aplicação de silício via foliar (A) e via solo (B). *= Significativo a $P < 0,05$.

Houve interação para CRA da pétalas entre tratamentos, com máximo no segundo dia com a aplicação de 800 mg L^{-1} , sendo que na aplicação via foliar conferiu CRA estimado em 94,4%, e no via solo 95,1%, enquanto o controle apresentou 92,4%. O maior CRA das pétalas mantido durante a vida de vaso é indicativo de flores mais túrgidas, e está relacionado com maior abertura floral.

Figura 9 - Conteúdo relativo de água (CRA) de pétalas de rosas 'Vega' em função da aplicação de silício via foliar, armazenadas a 20°C e 65% UR.

Figura 10 - Conteúdo relativo de água (CRA) de pétalas de rosas 'Vega' em função da aplicação de silício via solo, armazenadas a 20°C e 65% UR.

Para o CRA inicial das folhas também houve significância para aplicação de silício via foliar. O maior CRA, de 85,1%, foi obtido com o tratamento 800 mg L⁻¹, enquanto o controle apresentou 78,9% (Figura 11).

Plantas com menor CRA indicam condições de estresse hídrico, que leva ao fechamento estomático e menor assimilação de CO₂, resultando em limitação da produtividade. Em girassóis mantidos em estresse hídrico, a aplicação de silício via solo proporcionou maior CRA, com algumas cultivares superando inclusive o CRA do controle que não foi estressado (GUNES et al., 2008), e também proporcionou maior CRA de folhas em trigo (GONG et al., 2005; MALI; AERY, 2008) e de tomate (ROMERO-ARANDA; CUARTERO, 2005).

Figura 11 - Conteúdo relativo de água (CRA) inicial de folhas de rosas 'Vega' em função da aplicação de silício via foliar. **= Significativo a $P < 0,01$.

No CRA das folhas, a aplicação via foliar apresentou interação entre tratamentos e dias de análise, sendo que as hastes tratadas com silício apresentaram o CRA maior que o controle até o oitavo dia. No sexto dia, a dose 200 mg L⁻¹ proporcionou CRA máximo estimado em 92,5%, enquanto o controle apresentou máximo em 90,3% (Figura 12).

Figura 12 - Conteúdo relativo de água (CRA) de folhas de rosas 'Vega' em função da aplicação de silício via foliar, armazenadas a 20°C e 65% UR. *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Para análise de atividade de peroxidase (POD), as hastes que receberam aplicação foliar apresentaram menor atividade em relação ao controle no primeiro e no décimo dia, sendo que o tratamento 200 mg L⁻¹ conferiu atividade mais estável entre os dias avaliados (Figura 13). As hastes que receberam tratamentos via solo também apresentaram menor atividade de POD, principalmente nos primeiros dias,

e o tratamento 800 mg L⁻¹ foi o qual apresentou menores valores em relação ao controle (Figura 14).

A POD tem sua atividade relacionada com o controle de estresses. Assim, a menor atividade inicial apresentada pelas hastes tratadas com silício pode ter sido devido à maior resistência ao estresse relacionado à colheita, perda do balanço hídrico e senescência. Em girassóis, a aplicação de silício também reduziu a atividade de POD em plantas quando cultivadas sob estresse hídrico (GUNES et al., 2008). Por outro lado, durante a vida de vaso, a atividade de forma mais constante promovida pelo silício pode ter sido favorável, pois A POD se trata de uma enzima de combate a radicais livres (SCANDALIOS, 1993), permitindo melhor manutenção das membranas e do metabolismo celular em longo prazo, e consequentemente beneficiando a qualidade das flores.

Figura 13 - Atividade específica da peroxidase em pétalas de rosas 'Vega' em função da aplicação de silício via foliar, durante o armazenamento à 20°C e 65% UR.

Figura 14 - Atividade específica de peroxidase em pétalas de rosas 'Vega' em função da aplicação de silício via solo, durante o armazenamento à 20°C e 65% UR.

Quanto à abertura floral, na aplicação via solo houve interação entre tratamentos e dias de avaliação, sendo que todos os tratamentos com silício apresentaram maior abertura em relação ao controle. O tratamento 200 mg L⁻¹ foi o qual apresentou maior abertura, com nota estimada em 3,8 no oitavo dia, enquanto o controle apresentou nota estimada em 3,0 (Figura 15). O favorecimento da abertura floral proporcionados pela aplicação de silício pode estar relacionada à maior assimilação de carboidratos ou ao maior CRA, que permitem maior expansão das células (VAN DOORN, 2001).

Figura 15 - Abertura floral de rosas 'Vega' em função da aplicação de silício via solo, armazenadas à 20°C e 65% UR

Quanto à análise da cor externa de pétalas, a cromaticidade máxima foi atingida no sexto dia, estimada em 62,2 para aplicação de 400 mg L⁻¹ via foliar, e em 61,3 para a aplicação de 200 mg L⁻¹ via solo (Figuras 16 e 17). Para cromaticidade interna, na aplicação via foliar apresentou máxima no quarto dia, estimada em 80,4 na dose 400 mg L⁻¹, e na aplicação via solo, todos os tratamentos foram inferiores ao controle (Figuras 18 e 19).

Figura 16 - Cromaticidade da face externa de pétalas de rosas 'Vega' em função da aplicação de silício via foliar, armazenadas a 20°C e 65% UR

Figura 17 - Cromaticidade da face externa de pétalas de rosas 'Vega' em função da aplicação de silício via solo, armazenadas a 20°C e 65% UR

Figura 18 - Cromaticidade da face interna de pétalas de rosas 'Vega' em função da aplicação de silício via foliar, armazenadas a 20°C e 65% UR

Figura 19 - Cromaticidade da face interna de pétalas de rosas 'Vega' em função da aplicação de silício via solo, armazenadas a 20°C e 65% UR

Quanto à luminosidade, as aplicações foliares promoveram máxima luminosidade externa, estimada em 36,8 no oitavo dia com a dose 800 mg L⁻¹, e maior luminosidade interna estimada em 40,9 no quarto dia, com a dose 400 mg L⁻¹ (Figuras 20 e 21).

Figura 20 - Luminosidade da face externa de pétalas de rosas 'Vega' em função da aplicação de silício via foliar, armazenadas a 20°C e 65% UR

Figura 21 - Luminosidade da face interna de pétalas de rosas 'Vega' em função da aplicação de silício via foliar, armazenadas a 20°C e 65% UR

2.4 Considerações finais

As aplicações de 400 mg L⁻¹ silício via foliar e via solo proporcionam melhores características de haste e melhor conservação pós-colheita de rosas 'Vega'. A aplicação via solo foi a que proporcionou maior número de atributos favorecidos, podendo apresentar aplicação comercial para qualidade de rosas.

Referências

BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, San Diego, v. 72, n. 1/2, p. 248-254, 1976.

CAIRNS, T.; YOUNG, M.; ADAMS, J.; EDBERG, B. **Modern roses XI: the world encyclopedia of roses**. San Diego: Academic Press, 2000. 642 p.

CARVALHO, M.P; ZANÃO JUNIOR, L.A.; GROSSI, J.A.S.; BARBOSA, J.G. Silício melhora produção e qualidade do girassol ornamental em vaso. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2394-2399, 2009.

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

DAYANANDAN, P.; KAUFMAN, P.B.; FRANKLIN, C.L. Detection of silica in plants. **American Journal of Botany**, New York, v. 70, n. 7, p. 1079-1084, 1983.

EHRET, D.L.; MENZIES, J.G.; HELMER, T. Production and quality of greenhouse roses in recirculating nutrient systems. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.106, n.1, p.103-113, Aug 2005.

EPSTEIN, E. the anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, Washington, v. 91, n. 1, p. 11-17, Jan. 1994.

_____. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 50, p. 661-664, 1999.

FIGUEIREDO, F.C.; BOTREL, P.P.; TEIXEIRA, C.P.; PETRAZZINI, L.L.; LOCARNO, M.; CARVALHO, J.G. Pulverização foliar e fertirrigação com silício nos atributos físico-químicos de qualidade e índices de coloração do morango. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1306-1311, 2010.

GONG, H. J.; ZHU, X.; CHEN, K.; WANG, S.; ZHANG, C. Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. **Plant Science**, New York, v. 169, n. 2, p. 313-321, Aug 2005.

GUNES, A.; PILBEAN, D.J.; INAL, A.; COBAN, S. Influence of silicon on sunflower cultivars under drought stress, I: Growth, antioxidant mechanisms, and lipid peroxidation. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.39, n.13-14, p.1885-1903, 2008.

HWANG, S.J.; PARK, H; JEONG, B.R. Effects of potassium silicate on the growth of miniature rose 'Pinocchio' grown on rockwool and its cut flower quality. **Journal of Japan Society of Horticultural Science**, Tokyo, v. 74, n. 3, p. 242-247, May 2005.

KAMENIDOU, S.; CAVINS, T. J.; MAREK, S. Evaluation of silicon as a nutritional supplement for greenhouse zinnia production. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 119, n. 3, p. 297-301, Feb 2009.

_____. Silicon supplements affect floricultural quality traits and elemental nutrient concentrations of greenhouse produced gerbera. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 123, n. 3, p. 390-394, Jan 2010.

LIMA, G.P.P. **Efeito do cálcio sobre o teor de poliaminas e atividade da peroxidase e redutase do nitrato em calos de arroz (*Oriza sativa* L. cv. IAA 4440)**. 1994. 85 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 1994.

LIMA FILHO, O.F.; TSAI, S.M. **Crescimento e produção do trigo e aveia branca suplementados com silício**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. 34 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 41).

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. Piracicaba: Livroceres, 2006. 638 p.

MALI, M.; AERY, N. C. Influence of Silicon on Growth, Relative Water Contents and Uptake of Silicon, Calcium and Potassium in Wheat Grown in Nutrient Solution. **Journal of Plant Nutrition**, London, v. 31, n. 11, p. 1867-1876, 2008.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1997. 889 p.

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

REID, M.S. Postharvest handling systems: ornamental crops. In: KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 3rd ed. Davis: University of California, 2002. p. 315-325.

ROMERO-ARANDA, M. R.; JURADO, O.; CUARTERO, J. Silicon alleviates the deleterious salt effect on tomato plant growth by improving plant water status. **Journal of Plant Physiology**, New York, v. 163, n. 8, p. 847-855, Jul 2006.

SAVVAS, D.; MANOS, G.; KOTSIRAS, A.; SOUVALIOTIS, S. Effects of silicon and nutrient-induced salinity on yield, flower quality and nutrient uptake of gerbera grown in a closed hydroponic system. **Journal of Applied Botany**, Berlin, v. 76, n. 5/6, p. 153-158, Dec. 2002.

SCANDALIOS, J.G. Oxygen stress and superoxide dismutase. **Plant Physiology**, Chicago, v. 101, n. 1, p. 7-12, Jan. 1993.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Tradução de E.R. Santarém et al. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequenas Empresas. **Diagnóstico da cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais no estado de alagoas**: sumário executivo. Viçosa, 2003. 28 p.

VAN DOORN, W.G. Role of soluble carbohydrates in flower senescence: a survey. **Acta Horticulturae**, Lauderdale, n. 543, p. 179-183, 2001. Apresentado no 7th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON POSTHARVEST PHYSIOLOGY OF ORNAMENTAL PLANTS, 2001, Lauderdale. **Proceedings...**

VEILING HOLAMBRA. Departamento de Qualidade. **Critério de classificação:** rosa de corte. Disponível em:
<<http://www.veiling.com.br/qualidade.swf?fileName=Rosa%20Corte.swf>>. Acesso em: 12 fev. 2010.

WEATHERLEY, P.E. Studies in the water relations of cotton plant. **New Phytology**, Philadelphia, v. 49, p. 81-97, 1950.

3 MANUTENÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE ROSAS COM APLICAÇÕES DE ÁCIDO SALICILICO, SALICILATO DE METILA E 1-METILCICLOPROPENO

Resumo

Esse estudo avaliou os efeitos das aplicações de 0,1 mM de salicilato de metila (MeSa), 1 $\mu\text{L L}^{-1}$ de 1-metilciclopropeno (1-MCP), e 1 mM de ácido salicílico (AS) na manutenção da qualidade pós-colheita de rosas 'Vega'. Após a aplicação dos tratamentos por 12 horas, as flores foram mantidas em vasos com água deionizada, armazenadas a $25\pm 1^\circ\text{C}$ e $65\pm 5\%$ UR. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento e seis avaliações (dias 0, 2, 4, 6, 8 e 10). Os tratamentos com AS e 1-MCP reduziram a atividade respiratória, produção de etileno, perda de massa, e a curvatura do pedúnculo; e permitiram melhor manutenção do conteúdo relativo de água das pétalas, maior abertura floral, maior luminosidade das pétalas, e maior atividade de peroxidase. Além disso, o AS também proporcionou melhor manutenção da turgescência, do conteúdo relativo de água das folhas, e menor escurecimento das pétalas.

Palavras-chave: *Rosa hybrida*; Flor de corte; Respiração; Etileno; Peroxidase

Abstract

This study evaluated the effects of application of 0,1 mM of methyl salicylate (MeSa), 1 $\mu\text{L L}^{-1}$ of 1-methylcyclopropene (1-MCP), and 1 mM of salicylic acid (SA), in postharvest quality conservation of 'Vega' roses. After the application of treatments for 12 hours, the flowers were kept in vases with deionized water, stored at $25\pm 1^\circ\text{C}$ and $65\pm 5\%$ RH. The experimental design was completely randomized, with four replications and six evaluations (days 0, 2, 4, 6, 8 and 10). The treatments with SA and 1-MCP reduced respiratory activity, ethylene production, loss of fresh weight and bent neck; and enable better maintenance of petal relative water content, largest flower opening and higher petal luminosity. SA also provided better maintenance of turgidity and leaf relative water content and less petal darkening.

Keywords: *Rosa hybrida*; Cut flower; Respiration; Ethylene; Peroxidase

3.1 Introdução

As rosas estão entre as flores mais importantes economicamente e com maior diversidade genética, sendo uma espécie ornamental tradicional e de grande aceitação (CAIRNS et al., 2000). Apenas na CEAGESP são comercializadas aproximadamente cinco milhões de dúzias de rosas por ano (BARBOSA, 2003), e por ser um dos mercados mais amplos, a competição nesse segmento tem se mostrado cada vez maior (UFV, 2003).

No Brasil, os níveis de perdas pós-colheita na cadeia de flores são elevados, e a manutenção da qualidade é importante, considerando que o prolongamento da longevidade aumenta seu valor comercial (CASTRO, 1998). As flores em geral são caracterizadas como produtos altamente perecíveis, pela natureza efêmera dos tecidos que a formam, e pelos processos fisiológicos intensos, tendo sua qualidade fortemente dependente do manejo pós-colheita (NOWAK; RUDNICKI, 1990).

O curto período de vida pós-colheita das rosas de corte é decorrente de uma série de fatores, e a variabilidade genética confere diferentes sintomas de senescência. A senescência é considerada a fase final do desenvolvimento da planta, quando a degradação de estruturas celulares é mais rápida que a síntese, causando o envelhecimento e morte dos tecidos. É um processo irreversível que leva a uma série de mudanças, como a redução na massa fresca, aumento da atividade de enzimas hidrolíticas, degradação de amido e clorofila, modificações na permeabilidade das membranas celulares, perda de rigidez da parede celular, aumento da atividade respiratória e aumento da produção de etileno (MAYAK, 1987; CHITARRA; CHITARRA, 2006). Com a alteração do metabolismo, intensifica-se a formação de espécies reativas de oxigênio que agredem as membranas celulares, e como forma de proteção, ocorre o aumento na atividade de enzimas antioxidantes, como a peroxidase (MITTLER, 2002).

Para rosas, os principais sintomas da senescência são o murchamento e escurecimento de pétalas, curvatura do pedúnculo, abscisão e redução da coloração de pétalas, e alta atividade respiratória. Também pode ocorrer a falha na abertura floral, que pode ser promovida ou detida pela ação do etileno. As rosas, embora não sejam classificadas como altamente sensíveis ao etileno, a resposta entre as cultivares é variável (WOLTERING; VAN DOORN, 1988; MACNISH et al., 2010).

O etileno (C_2H_4) é um gás que pode ser produzido naturalmente pela própria flor para regular sua abertura, sendo o principal fitohormônio relacionado com a senescência. Segundo Halevy e Mayak (1981), a atividade respiratória em muitas flores de corte chega a seu pico durante sua abertura, coincidindo com um pico na produção de etileno, que indica um comportamento climatérico.

Quando o etileno liga-se nos receptores das plantas, ele os desativa permitindo o envio da resposta, que tem como um dos principais efeitos uma alteração na expressão de vários genes relacionados com a senescência e com a síntese autocatalítica de etileno (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Entre os compostos utilizados para redução dos danos do etileno destacam-se os inibidores da sua ação e da sua biossíntese. O 1-metilciclopropeno (1-MCP) é um composto volátil não tóxico e eficiente bloqueador da ação do etileno, que possui afinidade pelo sítio receptor dez vezes maior que o etileno, e se liga de forma irreversível, resultando em inibição competitiva (SISLER; SEREK, 2003; BLANKENSHIP; DOLE, 2003).

O ácido salicílico (AS) é um composto fenólico natural que também pode diminuir a produção de etileno retardando os efeitos desse hormônio, pois está relacionado com a redução da atividade da ACC oxidase, participante da rota metabólica de produção de etileno (ALTVORST; BOVY, 1995). Segundo Xu e Tian (2008), o AS também pode ativar sistemas antioxidantes que removem espécies reativas de oxigênio sob condições de estresse oxidativo.

Estudos demonstram sua influencia em alguns processos nas plantas, como respiração, fechamento de estômatos e resposta a estresses bióticos e abióticos, incluindo a indução de resposta local e sistêmica (DEMPSEY; SHAH; KLESSIG; 1999; VLOT; DEMPSEY; KLESSIG; 2009). Seu éster metil, salicilato de metila (MeSa), que provém da via dos metabólitos secundários, pode agir como um sinal volátil, transmitido para partes distantes da planta e até para plantas adjacentes (SHULAEV; SILVERMAN; RASKIN; 1997).

Com isso, esse trabalho teve como objetivo verificar os efeitos das aplicações de 1-MCP, MeSa, e AS na manutenção da qualidade pós-colheita de rosas 'Vega'.

3.2 Material e métodos

Hastes de rosas cv. Vega provenientes de produção comercial do município de Holambra (SP) foram colhidas no início da manhã, selecionadas, embaladas e transportadas ao Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Pós-Colheita, no Departamento de Ciências Biológicas, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" em Piracicaba (SP).

As hastes foram padronizadas em 50 cm e acondicionadas em vasos de acrílico com 0,5 L de água deionizada, e submetidas aos tratamentos com 1-MCP ($1\mu\text{L.L}^{-1}$), MeSa (0,1 mM) e AS (1 mM). Os tratamentos com 1-MCP e MeSa foram realizados em câmaras herméticas, fechadas durante 12 horas a 25°C. Para a aplicação de 1-MCP utilizou-se o produto comercial EthylBloc™ (0,14% de 1-MCP na formulação pó molhável), e o AS foi aplicado por meio de solução de *pulsing* de

12 horas. Posteriormente aos tratamentos, as hastes foram armazenadas em condições de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $65\pm 5\%$ UR e 12 horas de luz por dia, com a água dos vasos substituída a cada dois dias. As seguintes variáveis foram determinadas:

Atividade respiratória: Foram utilizados recipientes com capacidade de 5L. Em cada um foram colocadas três hastes florais em um béquer com água, e mantidos fechados hermeticamente por 1 hora. Foi injetada uma alíquota de 0,5 mL de cada recipiente em um cromatógrafo a gás marca Thermofinigan, modelo Trace GC Ultra, equipado com um detector de ionização por chama (FID) e uma coluna de aço inox de 1/8" e 4,0 m de comprimento, preparada com Porapak N 50/80. As temperaturas da coluna, injetor e detector foram de 110, 140 e 200°C , respectivamente, com hidrogênio como gás de arraste a um fluxo de 25 mL min^{-1} . Os resultados da atividade respiratória foram expressos em mg de CO_2 por kg de massa fresca por hora ($\text{mg CO}_2\text{ kg}^{-1}\text{ h}^{-1}$), calculados em função da concentração de CO_2 no interior do recipiente, da massa das hastes florais, do volume livre do recipiente e do tempo de fechamento do recipiente.

Produção de etileno: Dos mesmos recipientes usados para mensuração da atividade respiratória retirou-se uma alíquota de 0,5 mL de cada recipiente, que foram injetadas em um cromatógrafo a gás marca Thermofinigan, modelo Trace GC Ultra, equipado com um detector de ionização por chama (FID) e uma coluna de aço inox de 1/8" e 1,8 m de comprimento, preparada com Porapak N 50/80. As temperaturas da coluna, injetor e detector foram de 110, 140 e 200°C , respectivamente, com hidrogênio como gás de arraste a um fluxo de 25 mL min^{-1} . Os resultados da atividade respiratória foram expressos em nanolitros de etileno por grama de massa fresca por hora ($\text{nL C}_2\text{H}_4\text{ g}^{-1}\text{ h}^{-1}$), calculados em função da concentração de C_2H_4 no interior do recipiente, da massa das hastes florais, do volume livre do recipiente e do tempo de fechamento do recipiente.

Atividade de peroxidase: Foi determinada pelo método descrito em LIMA (1994). Amostras de 2g de pétalas de cada repetição foram congeladas em nitrogênio líquido e mantidas em freezer. Para a extração, cada amostra foi macerada com nitrogênio líquido em moinho, e retirado 0,3 g que foi homogeneizado com 5 mL de tampão fosfato de potássio 0,2 M pH 6,7 e 1 mg de polivinilpirrolidona-10. Em seguida, o homogeneizado foi centrifugado a $10000\times g$ por 10 minutos a 4°C , sendo o sobrenadante considerado extrato enzimático. Para a quantificação da atividade da enzima, foi adicionado a 1mL do extrato enzimático, 0,5mL de solução contendo

20mM de peróxido de hidrogênio e tampão fosfato (0,2M e pH 6,7) e 0,5mL de solução contendo 4mM de aminoantipirina e 10mM de piro-catecol. A solução foi incubada em banho-maria a 30°C durante 5 min, e a reação enzimática foi interrompida com 2 mL de álcool etílico. A leitura foi realizada em espectrofotômetro e a atividade da enzima foi expressa em unidades por miligrama de proteína ($U\ mg^{-1}$ proteína), sendo 1 U correspondente à degradação de peróxido de hidrogênio por minuto, determinada por alterações na absorbância a 505 nm.

Proteínas totais: A concentração de proteínas foi determinada em espectrofotômetro a 595 nm de acordo com o método de Bradford (1976) utilizando o mesmo extrato enzimático da peroxidase, e albumina bovina (BSA) como padrão.

Variação de massa fresca: As repetições foram pesadas, sendo cortados 1,5 cm da base das hastes, com função de evitar oclusão dos vasos condutores, e novamente pesadas. A variação na massa fresca foi expressa em porcentagem da massa inicial.

Conteúdo relativo de água: Foram coletados discos com 10 mm de diâmetro de 6 pétalas e 6 folhas de cada repetição, que foram imediatamente pesados para determinação de massa fresca, imersos em água deionizada por seis horas. Então foi removida a água da superfície e pesados para determinação da massa túrgida, levados para estufa de ar forçado a 65°C por 12 horas, e determinada a massa seca. O cálculo do CRA foi feito utilizando-se a eq. (1), com os resultados expressos em porcentagem (WEATHERLEY, 1950).

$$\text{Conteúdo Relativo de Água (CRA)} = \frac{\text{Massa fresca} - \text{Massa seca}}{\text{Massa túrgida} - \text{Massa seca}} \times 100 \quad (1)$$

Análises visuais: As avaliações foram realizadas por meio de critério de notas de abertura floral (Tabela 4), e notas de curvatura do pedúnculo e turgescência de pétalas (Tabela 5).

Tabela 4 – Notas de abertura floral

Nota	Estádio de abertura floral
1	Pétalas externas iniciando abertura (ponto de colheita)
2	Pétalas externas abertas, intermediárias iniciando abertura
3	Pétalas intermediárias abertas, internas iniciando abertura
4	Todas as pétalas abertas

Tabela 5 – Notas de curvatura do pedúnculo, turgescência e escurecimento de pétalas

Nota	Curvatura do pedúnculo	Nota	Turgescência de pétalas	Nota	Escurecimento de pétalas
3	Haste reta	3	Túrgida	3	Sem escurecimento
2	Até 45°	2	Levemente murcha	2	Levemente escurecida s
1	Maior que 90°	1	Murcha	1	Escuras

Coloração de pétalas: As leituras foram feitas com colorímetro Minolta, modelo CR-400 utilizando seis pétalas por repetição. Procedeu-se duas leituras em cada pétala, uma na face externa e outra na face interna, e os resultados foram calculados baseados nos os parâmetros L, a* e b*, e expressos em Luminosidade (intervalo entre o claro e o escuro), ângulo Hue (ângulo de cor) e Cromaticidade (intensidade de cor).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com esquema fatorial 4x6: quatro tratamentos e seis datas de avaliação (0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias) Cada tratamento foi composto de quatro repetições com três hastes florais. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a $P \leq 0,05$, utilizando o software SISVAR.

3.3 Resultados e Discussão

As rosas apresentaram maior atividade respiratória no primeiro dia de avaliação, com valores próximos a $640 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, seguido de um declínio. Todos os tratamentos apresentaram decréscimo na atividade respiratória até o sexto dia, e no oitavo dia os tratamentos controle e MeSa sofreram um pico, enquanto que o 1-MCP e AS sofreram aumento gradual até o décimo dia (Figura 1). Os tratamentos com 1-MCP e com AS foram significativamente menores em relação ao controle a partir do quarto dia.

Similarmente, Coorts (1973) observou que a atividade respiratória em rosas foi de $600 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ no dia da colheita, e depois de dois dias passou para $300 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$. A colheita e manuseio das hastes são condições que estimulam a síntese de etileno de estresse, que está relacionada com o aumento da atividade respiratória e aceleração da senescência (YAKIMOVA; WOLTERING; 1997; TAIZ; ZEIGER, 2004).

Pietro et al. (2010) também encontraram menor atividade respiratória em rosas 'Vega' tratadas com 1-MCP em relação à rosas não tratadas, e também apresentaram aumento intenso na atividade respiratória no oitavo dia de vida de

vaso. A redução da atividade respiratória durante a pós-colheita das flores reduz a utilização de grande parte das reservas de carboidratos que são necessários para a manutenção e abertura floral (REID, 2002).

Figura 1 - Atividade respiratória de hastes de rosas 'Vega' tratadas com salicilato de metila (MeSa), 1-metilciclopropeno (1-MCP) e ácido salicílico (AS), armazenadas à 25°C e 65% UR. As barras verticais representam o desvio padrão da média (n=4)

A produção de etileno apresentou comportamento semelhante com o da atividade respiratória, com alta taxa no dia da colheita seguida de declínio, e aumento no oitavo dia (Figura 2). No segundo dia os tratamentos 1-MCP e AS apresentaram redução significativa na produção de etileno em relação aos demais tratamentos. Do quarto ao oitavo dias houve um aumento em todos os tratamentos, seguido de queda no décimo dia para os tratamentos controle e MeSa, enquanto o 1-MCP e AS mantiveram a produção. Segundo Chamani et al. (2005) o aumento na produção de etileno também foi encontrado em rosas não tratadas no sexto dia de avaliação. A produção de etileno influencia o aumento na atividade respiratória, pois os produtos climatéricos apresentam um pico no etileno imediatamente antes do aumento da atividade respiratória (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A redução na produção de etileno logo após a aplicação dos tratamentos com 1-MCP e AS é devido, provavelmente, ao fato de o 1-MCP bloquear a ação do etileno e sua via de transdução de sinal, o que causa a inibição da produção autocatalítica (SCHOTSMANS; PRANGE; BINDER; 2009). Também se deve ao fato

de o AS diminuir a atividade das enzimas ACC sintase e ACC oxidase, e assim causar a redução da biossíntese de etileno (ZHANG et al., 2003).

Figura 2 - Taxa de produção de etileno de hastes de rosas 'Vega' tratadas com salicilato de metila (MeSa), 1-metilciclopropeno (1-MCP) e ácido salicílico (AS), armazenadas à 25°C e 65% UR. As barras verticais representam o desvio padrão da média (n=4)

O tratamento AS proporcionou valores mais elevados da atividade da enzima POD a partir do sexto dia. O tratamento com 1-MCP apresentou valores mais elevados somente no segundo dia, enquanto que os tratamentos controle e MeSa tiveram as menores atividades de POD até o oitavo dia.

A POD, por combater as espécies reativas de oxigênio, ajuda na manutenção das membranas e do metabolismo celular, e assim, a sua maior atividade pode estar relacionada com o controle do estresse. Segundo Chitarra e Chitarra (2006), a baixa atividade de enzimas desintoxicantes pode ser um indicativo de envelhecimento de tecidos.

O 1-MCP, por causar o bloqueio da ação do etileno, mantém a rota de sinalização inibida, fazendo com que o metabolismo celular continue suas funções e a proteção das membranas celulares, o que provavelmente levou ao aumento da atividade de enzimas de combate a danos oxidativos, como a POD.

O AS, além de também ter influência na redução de produção de etileno, pode agir como uma molécula sinalizadora de estresses, estimulando a atividade de enzimas antioxidativas com a POD para defesa da planta, relacionada com sistema

de resistência adquirida (BOWLER et al., 1994). Com a aplicação de AS também foi observada maior atividade de POD em cerejas (YAO; TIAN, 2005), de CAT em rosas (ALAEY et al., 2011), e de CAT e SOD em antúrios (PROMYOU et al., 2012).

Figura 3 - Atividade específica de peroxidase em pétalas de rosas 'Vega' tratadas com salicilato de metila (MeSa), 1-metilciclopropeno (1-MCP) e ácido salicílico (AS), armazenadas à 25°C e 65% UR. As barras verticais representam o desvio padrão da média (n=4)

Na análise de variância (Tabela 6) os resultados para conteúdo relativo de água (CRA) de pétalas e o CRA folhas apresentaram diferenças significativas na interação entre tratamentos e dias de vida de vaso. A massa fresca apresentou significância para tratamentos e para dias de vida de vaso que podem ser verificados também na Tabela 7.

Tabela 6 - Resumo da análise de variância (teste F) dos resultados de variação de massa fresca, conteúdo relativo de água (CRA) de pétalas e CRA de folhas de hastes de rosas 'Vega' armazenadas com MeSa, 1-MCP e AS, mantidas a 25°C e 65%UR

Fator de variação	Variação de Massa Fresca	CRA Pétalas	CRA Folhas
Tratamento (T)	59,377**	12,942*	4,070 ^{ns}
Dias de vida de vaso (D)	234,729**	501,345**	55,347**
T x D	1,716 ^{ns}	3,428**	3,317**
CV (%)	1,20	1,29	1,47

^{ns} = não significativo, * = significativo a P entre 0,05 e 0,01, ** = significativo a P < 0,01

Tabela 7 – Médias de massa fresca (em porcentagem de massa inicial) de hastes de rosas 'Vega' tratadas com MeSa, 1-MCP e AS, armazenadas a 25°C e 65%UR

Tratamentos	Varição de Massa Fresca
Controle	95,0 a
MeSa	92,7 b
1-MCP	96,4 a
AS	96,5 a
Dias de vida de vaso	
0	100,0 b
2	102,4 a
4	98,4 b
6	94,9 c
8	90,2 d
10	84,9 e

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de pelo menos uma letra comum não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$)

Na variação de massa fresca, o tratamento MeSa apresentou maior redução em relação aos outros tratamentos a partir do quarto dia, provavelmente devido a danos causados pela alta dose aplicada. O tratamento com AS diferiu do MeSa no segundo dia com maior acúmulo de massa, e no décimo dia os tratamentos 1-MCP e AS possibilitaram melhor manutenção da massa fresca, diferindo do controle e MeSa no décimo dia (Figura 4).

Menores variações de massa fresca também foram observadas em rosas submetidas à aplicação de 1-MCP (CHAMANI et al., 2005; PIETRO et al., 2010); em rosas, antúrios e gladiólos submetidos a aplicação de AS (ALAEY et al., 2011; PROMYOU et al., 2012; MARANDI et al., 2011).

Figura 4 - Variação na massa fresca acumulada de hastes de rosas 'Vega' tratadas com salicilato de metila (MeSa), 1-metilciclopropeno (1-MCP) e ácido salicílico (AS), armazenadas à 25°C e 65% UR. As barras verticais representam o desvio padrão da média (n=4)

O conteúdo relativo de água (CRA) nas pétalas não apresentou diferença entre os tratamentos até o sexto dia (Figura 5). No oitavo e décimo dias, as pétalas dos tratamentos 1-MCP e AS tiveram maior CRA em relação aos tratamentos controle e MeSa. O maior CRA das pétalas permite que as células das pétalas tenham maior expansão, resultando em maior turgescência e abertura das flores, que pode ser observado nas análises de características qualitativas (Figura 8), confirmando a importância do balanço hídrico na manutenção da qualidade das flores.

Figura 5 - Conteúdo relativo de água de pétalas de rosas 'Vega' tratadas com salicilato de metila (MeSa), 1-metilciclopropeno (1-MCP) e ácido salicílico (AS), armazenadas à 25°C e 65% UR. As barras verticais representam o desvio padrão da média (n=4)

Nas folhas, a aplicação de AS resultou em melhor manutenção do CRA em relação ao controle no oitavo dia, e em relação a todos os outros tratamentos no décimo dia (Figura 6), demonstrando maior favorecimento desse tratamento na turgidez da haste floral.

Figura 6 - Conteúdo relativo de água de folhas de rosas 'Vega' tratadas com salicilato de metila (MeSa), 1-metilciclopropeno (1-MCP) e ácido salicílico (AS), armazenadas à 25°C e 65% UR. As barras verticais representam o desvio padrão da média (n=4)

Para os parâmetros de abertura floral, curvatura do pedúnculo, turgescência de pétalas e escurecimento de pétalas, ocorreu interação entre tratamentos e dias de vida de vaso pela análise de variância (Tabela 8).

Tabela 8 – Resumo da análise de variância (teste F) dos resultados de variação de abertura floral, curvatura de pedúnculo, turgescência de pétalas e escurecimento de pétalas de hastes de rosas ‘Vega’ tratadas com MeSa, 1-MCP e AS, armazenadas a 25°C e 65%UR

Fator de variação	Abertura floral	Curvatura	Turgescência	Escurecimento
Tratamento (T)	4,101 ^{ns}	1,424 ^{ns}	6,338 ^{ns}	6,189 ^{ns}
Dias de vida de vaso (D)	129,285 ^{**}	74,070 ^{**}	215,210 ^{**}	127,686 ^{**}
T x D	2,749 ^{**}	2,819 ^{**}	11,224 ^{**}	9,938 ^{**}
CV (%)	12,23	17,42	5,19	10,98

^{ns} = não significativo, ^{**} = significativo a $P \leq 0,01$

A abertura floral das hastes tratadas com AS e 1-MCP apresentou aumento até o quarto e o oitavo dias respectivamente, e então permaneceram constantes. Os tratamentos controle e MeSa apresentaram aumento na abertura floral até o sexto dia, a partir desse período sofreram redução da abertura, causada pela diminuição da turgescência das pétalas, resultando em alteração no formato das flores. O tratamento com 1-MCP teve menor abertura floral em relação ao tratamento com AS no quarto e oitavo dias, mas ambos mantiveram a abertura significativamente maior em relação aos outros tratamentos no oitavo e décimo dias (Figura 7).

A menor velocidade de abertura causada pelo 1-MCP pode ser explicada pela ausência do estímulo produzido pela ação do etileno nas flores. Segundo Halevy e Mayak (1981) o etileno ajuda na regulação da abertura floral, podendo ser favorável ou não dependendo da concentração e da sensibilidade dos tecidos. Por outro lado, o fato de os tratamentos com AS e 1-MCP reduzirem a produção de etileno e a atividade respiratória, as reservas energéticas foram poupadas, propiciando a manutenção do balanço hídrico e das funções metabólicas, e consequentemente teriam favorecido a abertura floral.

Figura 7 - Abertura floral de rosas 'Vega' tratadas com salicilato de metila (MeSa), 1-metilciclopropeno (1-MCP) e ácido salicílico (AS), armazenadas à 25°C e 65% UR. As barras verticais representam o desvio padrão da média (n=4)

Na figura 8, verifica-se que a curvatura do pedúnculo, turgescência e escurecimento de pétalas das hastes tratadas com AS mantiveram-se sem diferença significativa entre os dias até o oitavo dia, enquanto os outros tratamentos apresentaram alterações a partir do sexto dia. As hastes do controle e do MeSa tiveram as notas significativamente inferiores no décimo dia para as três variáveis.

Essas características qualitativas estão ligadas ao balanço hídrico das hastes florais, pois ele é parte importante na manutenção das suas estruturas celulares e consequentemente de sua aparência visual, uma vez que pétalas túrgidas ficam com maior luminosidade, e portanto mais atrativas. A curvatura na região do pedúnculo também é causada pelo menor aporte de água, que reduz a sustentação das células.

Figura 8 - Características qualitativas de curvatura de pedúnculo, turgescência e escurecimento de pétalas de rosas 'Vega' tratadas com salicilato de metila (MeSA), 1-metilciclopropeno (1-MCP) e ácido salicílico (AS), armazenadas à 25°C e 65% UR. As barras verticais representam o desvio padrão da média (n=4)

Quanto aos parâmetros de coloração avaliadas na face externa e interna das pétalas, os resultados da análise de variância são verificados na Tabela 9. Para a face externa houve significância entre os dias de vaso para luminosidade e ângulo Hue, e interação entre tratamentos e dias de vida de vaso para cromaticidade. Na face interna houve interação para os três parâmetros.

Tabela 9 - Resumo da análise de variância (teste F) dos resultados de parâmetros de coloração luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo Hue (H), das faces externa e interna de pétalas de rosas 'Vega' tratadas com MeSa, 1-MCP e AS, armazenadas a 25°C e 65%UR

Fator de variação	Face externa			Face interna		
	L	H	C	L	H	C
Tratamento (T)	0,594 ^{ns}	2,548 ^{ns}	5,518 ^{ns}	11,867*	4,009 ^{ns}	1,244 ^{ns}
Dias de vida de vaso (D)	58,531**	6,366**	32,491**	67,420**	130,467**	173,116**
T x D	1,982*	1,682 ^{ns}	1,487 ^{ns}	5,088**	2,127*	2,504**
CV (%)	2,05	3,11	0,88	1,25	1,63	0,85

^{ns} = não significativo, * = significativo a P entre 0,05 e 0,01, ** = significativo a P < 0,01

Na face externa das pétalas os tratamentos AS e 1-MCP apresentaram maior luminosidade em relação ao controle no décimo dia. A cromaticidade apresentou um aumento no oitavo dia nos tratamentos com 1-MCP e AS, diferindo do tratamento MeSa, o qual mostrou redução desse parâmetro (Figura 9).

Para a face interna, o MeSa apresentou redução na luminosidade no segundo dia. O tratamento AS teve o valor significativamente maior que os demais tratamentos no segundo dia, e que o controle e MeSa no quarto dia. No oitavo e décimo dias os tratamentos 1-MCP e AS promoveram maior luminosidade em comparação aos demais (Figura 10). Esses resultados confirmam os resultados obtidos nas avaliações visuais (Figura 8).

Para o controle e MeSa, a máxima luminosidade da face interna ocorreu no sexto dia, enquanto que para o 1-MCP e AS a máxima luminosidade ocorreu no oitavo dia. O ângulo Hue sofreu diminuição durante as avaliações, indicando aumento da cor vermelha. A cromaticidade da face interna provocada pelo tratamento com MeSa foi menor em relação aos demais tratamentos no segundo dia, menor que o 1-MCP no oitavo, e menor em relação aos demais tratamentos no décimo dia. Esses resultados são consequência, provavelmente, da redução na massa fresca sofrida por esse tratamento (Figura 7), que afetou o balanço hídrico das pétalas.

O efeito conservador do 1-MCP na coloração de flores também foi relatado por Mattiuz (2003), ao estudar inflorescências de alpinia. De acordo com Chitarra (1994), os parâmetros que definem a coloração podem ser indicativos da perda de qualidade, pois à medida que um produto escurece ou adquire outra tonalidade, há o comprometimento da sua aparência e sua aceitabilidade pelo mercado consumidor.

Figura 9 - Parâmetros de luminosidade, ângulo Hue e cromaticidade da face externa de pétalas de rosas 'Vega' tratadas com salicilato de metila (MeSa), 1-metilciclopropeno (1-MCP) e ácido salicílico (AS), armazenadas à 25°C e 65% UR. As barras verticais representam o desvio padrão da média (n=4)

Figura 10 - Parâmetros de luminosidade, ângulo Hue e cromaticidade da face interna de pétalas de rosas 'Vega' tratadas com salicilato de metila (MeSa), 1-metilciclopropeno (1-MCP) e ácido salicílico (AS), armazenadas à 25°C e 65% UR. As barras verticais representam o desvio padrão da média (n=4)

3.4 Considerações finais

As aplicações de ácido salicílico (1mM) e 1-metilciclopreno (1 μ L L⁻¹) conferiram melhor manutenção da qualidade pós-colheita de rosas 'Vega', principalmente por reduzir a atividade respiratória e favorecer o balanço hídrico das hastes. O MeSa apresentou maior perda de massa fresca e menor turgescência de pétalas provavelmente devido à dose ser alta, sendo necessários mais estudos.

Referências

ALAEY, M.; BABALAR, M.; NADERI, R.; KAFI, M. Effect of pre- and postharvest salicylic acid treatment on physiochemical attributes in relation to vase-life of rose cut flowers. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 61, n. 1, p. 91-94, July 2011.

ALTVORST, A.C.; BOVY, A.G. The role of ethylene in the senescence of carnation flowers: a review. **Plant Growth Regulation**, New York, v. 16, p. 45-53, Jan. 1995.

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

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

BOWLER, C.; VAN CAMP, W.; VAN MONTAGÚ, M.; INZÉ, D. Superoxide dismutase in plants. **Critical Reviews in Plant Science**, Boca Raton, v. 13, n. 3, p. 199-218, 1994.

BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, San Diego, v. 72, n. 1/2, p. 248-254, 1976.

CAIRNS, T.; YOUNG, M.; ADAMS, J.; EDBERG, B. **Modern roses XI: the world encyclopedia of roses**. San Diego: Academic Press, 2000. 642 p.

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

CHAMANI, E.; KHALIGHI, A.; JOYCE, D.C.; IRVING, D.E.; ZAMANI, Z.A.; MOSTOFI, Y.; KAFI, M. Ethylene and anti-ethylene treatment effects on cut 'First Red' rose. **Journal of Applied Horticulture**, Lucknow, v. 7, n. 1 p. 3-7, 2005.

CHITARRA, M.I.F. Colheita e qualidade pós-colheita de frutos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p. 8-18, 1994.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: glossário**. Lavras: UFLA, 2006. 256 p.

COORTS, G.D. Internal metabolic changes in cut flowers. **HortScience**, Alexandria, v. 8, n. 3, p. 195-198, 1973.

DEMPSEY, D.A.; SHAH, J.; KLESSIG, D.F. Salicylic acid and disease resistance in plants. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v. 18, n. 4, p. 547-575, 1999.

HALEVY, A.H.; MAYAK, S. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. **Journal of Horticultural Reviews**, New York, v. 3, p. 59-143, 1981.

LIMA, G.P.P. **Efeito do cálcio sobre o teor de poliaminas e atividade da peroxidase e redutase do nitrato em calos de arroz (*Oriza sativa* L. cv. IAA 4440)**. 1994. 85 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 1994.

MACNISH, A.J.; LEONARD, R.T.; BORDA, A.M.; NELL, T.A. Genotypic variation in the postharvest performance and ethylene sensitivity of cut rose flowers. **Hortscience**, Alexandria, v. 45, n. 5, p. 790-796, May 2010.

MARANDI, R.J.; HASSANI, A.; ABDOLLAHI, A.; HANAFI, S. Improvement of the vase life of cut gladiolus flowers by essential oils, salicylic acid and silver thiosulfate. **Journal of Medicinal Plants Research**, Lagos, v. 5, n. 20, p. 5039-5043, Sept. 2011.

MATTIUZ, C.F.M. **Fisiologia pós-colheita de inflorescências de *Alpinia purpurata* (VIEILL) K. Schum.** 2003. 124 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2003.

MAYAK, S. Senescence of cut flowers. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 5, p. 863-868, Oct. 1987.

MITTLER, R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **Trends in Plant Science**, London, v. 7, n. 9, p. 405-410, Sept. 2002.

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

PIETRO, J.; MATTIUZ, B.; MATTIUZ, C.F.M. Influência do 1-MCP na conservação pós-colheita de rosas cv. Vega. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1176-1183, 2010.

PROMYOU, S.; KETSA, S.; VAN DOORN, W. Salicylic acid alleviates chilling injury in anthurium (*Anthurium andraeanum* L.) flowers. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 64, n. 1, p. 104-110, Feb. 2012.

- REID, M.S. Postharvest handling systems: ornamental crops. In: KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 3rd ed. Davis: University of California, 2002. chap. 25, p. 315-325.
- SCHOTSMANS, W.C.; PRANGE, R.K.; BINDER, B.M. 1-Methycyclopropene: Mode of action and relevance in postharvest horticulture research. **Horticultural Reviews**, Hoboken, v. 35, p. 263-313, 2009.
- SHULAEV, V.; SILVERMAN, P.; RASKIN, L. Airborne signaling by methyl salicylate in plant pathogen resistance. **Nature**, London, v. 385, n. 6618, p. 718-721, Feb. 1997.
- SISLER, E.C.; SEREK, M. Compounds interacting with the ethylene receptor in plants. **Plant Biology**, New York, v. 5, n. 5, p. 473-480, Sept. 2003.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução de E.R. Santarém et al. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequenas Empresas. **Diagnóstico da cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais no estado de alagoas**: sumário executivo. Viçosa, 2003. 28 p.
- VLOT, A.C.; DEMPSEY, D.A.; KLESSIG, D.F. Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 47, p. 177-206, 2009.
- WEATHERLEY, P.E. Studies in the water relations of cotton plant. **New Phytology**, Philadelphia, v. 49, p. 81-97, 1950.
- WOLTERING, E.J.; VAN DOORN, W.G. Role of ethylene in senescence of petals – Morphological and taxonomical relationships. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 39, n. 208, p. 1605-1616, Nov. 1988.
- XU, X.; TIAN, S. Salicylic acid alleviated pathogen-induced oxidative stress in harvested sweet cherry fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 49, p. 379-385, 2008.
- YAKIMOVA, E.; WOLTERING, E. Stress-induced ethylene production in flower parts of cut carnation flowers cv. Light Pink Tasman. **Bulgarian Journal of Plant Physiology**, Sofia, v. 23, n. 3/4, p. 43-56, Nov. 1997.
- YAO, H.; TIAN, S. Effects of pre- and post-harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 35, n. 3, p. 253-262, Mar. 2005.
- ZHANG, Y.; CHEN, K.; ZHANG, S.; FERGUSON, I. The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 67-74, Apr. 2003.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Tabela 10 – Resumo da análise de variância dos resultados por meio do teste F de característica avaliadas em rosas ‘Vega’ submetidas à aplicação de silício via foliar

Características	Teste F	Média geral	CV (%)
	Silício		
Comprimento de haste (cm)	7,512**	48,98	2,81
Comprimento de botão (mm)	5,120*	44,70	1,22
Diâmetro de haste (cm)	3,264 ^{ns}	4,71	4,33
Diâmetro de pedúnculo (mm)	2,891 ^{ns}	4,03	3,41
Massa inicial (g)	1,271 ^{ns}	55,71	14,33
CRA pétalas inicial (%)	1,009 ^{ns}	91,79	2,73
CRA pétalas final (%)	5,288*	80,17	3,38
CRA folhas inicial (%)	11,189**	82,33	2,06
CRA folhas final (%)	7,636 ^{ns}	92,26	1,08

^{ns}= não significativo, *= significativo a P entre 0,05 e 0,01, **= significativo a P < 0,01

Tabela 11 – Resumo da análise de variância dos resultados por meio do teste F de características avaliadas em rosas ‘Vega’ submetidas à aplicação de silício via solo

Características	Teste F	Média geral	CV (%)
	Silício		
Comprimento de haste (cm)	10,667**	49,85	3,29
Comprimento de botão (mm)	1,987 ^{ns}	44,62	2,14
Diâmetro de haste (cm)	5,376*	4,82	4,55
Diâmetro de pedúnculo (mm)	1,864 ^{ns}	4,55	5,38
Massa inicial (g)	4,699*	56,49	7,92
CRA pétalas inicial (%)	6,082*	91,98	1,35
CRA pétalas final (%)	4,229*	78,69	2,78
CRA folhas inicial (%)	2,774 ^{ns}	81,78	3,40
CRA folhas final (%)	1,164 ^{ns}	90,42	1,61

^{ns}= não significativo, *= significativo a P entre 0,05 e 0,01, **= significativo a P < 0,01

Tabela 12 - Resumo da análise de variância dos resultados por meio do teste F de características avaliadas em rosas 'Vega' tratadas com silício via foliar, armazenadas a 20°C e 65% UR

Características	Teste F			Média geral	CV (%)
	Silício (S)	Dias (D)	S x D		
Variação de massa (%)	1,649 ^{ns}	146,134**	1,645 ^{ns}	95,38	2,65
CRA pétalas (%)	17,365**	50,528**	1,206 ^{ns}	89,01	1,69
CRA folhas (%)	5,312*	120,883**	2,301*	88,33	1,74
POD (U mg ⁻¹ proteína)	0,227 ^{ns}	22,856**	2,778**	2,52	8,94
Abertura floral	1,181 ^{ns}	109,102**	0,621 ^{ns}	2,66	13,49
Turgescência	1,719 ^{ns}	97,845**	0,825 ^{ns}	2,78	3,94
Curvatura	0,085 ^{ns}	23,633**	0,075 ^{ns}	2,91	11,52
Escurecimento	0,758 ^{ns}	21,844**	1,936 ^{ns}	2,73	7,88
Cromaticidade externa	1,507 ^{ns}	610,906**	1,911*	56,48	2,15
Ângulo Hue externo	1,339 ^{ns}	12,334**	1,264 ^{ns}	32,26	2,70
Luminosidade externa	8,666**	89,670**	1,247 ^{ns}	34,40	1,66
Cromaticidade interna	0,573 ^{ns}	20,479**	2,350*	78,69	1,42
Ângulo Hue interno	0,992 ^{ns}	25,806**	1,297 ^{ns}	44,29	1,92
Luminosidade interna	0114 ^{ns}	4,223*	2,327*	40,09	2,28

^{ns}= não significativo, *= significativo a P entre 0,05 e 0,01, **= significativo a P < 0,01

Tabela 13 - Resumo da análise de variância dos resultados por meio do teste F de características avaliadas em rosas 'Vega' tratadas com silício via solo, armazenadas a 20°C e 65% UR.

Características	Teste F			Média geral	CV (%)
	Silício (S)	Dias (D)	S x D		
Variação de massa (%)	2,621 ^{ns}	106,246**	2,406*	96,09	2,38
CRA pétalas (%)	15,040**	369,158**	0,934 ^{ns}	89,34	1,85
CRA folhas (%)	0,746 ^{ns}	42,818**	1,406 ^{ns}	87,48	2,67
POD (U mg ⁻¹ proteína)	17,805**	50,215**	1,373 ^{ns}	2,26	9,86
Abertura floral	5,168*	189,505**	1,429 ^{ns}	2,70	17,59
Turgescência	0,712 ^{ns}	15,259**	0,291 ^{ns}	2,74	12,13
Curvatura	0,094 ^{ns}	7,878**	0,190 ^{ns}	2,90	21,78
Escurecimento	0,378 ^{ns}	24,288**	1,409 ^{ns}	2,83	12,52
Cromaticidade externa	1,816 ^{ns}	763,881**	1,996*	56,52	2,03
Ângulo Hue externo	1,943 ^{ns}	28,755**	0,974 ^{ns}	32,30	1,96
Luminosidade externa	2,064 ^{ns}	50,713**	1,243 ^{ns}	34,32	4,00
Cromaticidade interna	0,835 ^{ns}	34,347**	0,987 ^{ns}	78,43	1,46
Ângulo Hue interno	1,390 ^{ns}	29,602**	1,601 ^{ns}	44,30	1,90
Luminosidade interna	0,566 ^{ns}	9,414**	0,950 ^{ns}	39,79	2,67

^{ns}= não significativo, *= significativo a P entre 0,05 e 0,01, **= significativo a P < 0,01

APÊNDICE B

Figura 11 - Notas de classificação de estágio de abertura floral