

RÚBIA KÉCIA MARINS MAIA

PÓS-COLHEITA DE GÉRBERAS SOB APLICAÇÃO DE ETANOL

Serra Talhada-PE

2017

**M
A
I
A**

**P
Ó
S
-
C
O
L
H
E
I
T
A**

**D
E**

**G
É
R
B
E
R
A
S**

**·
·
·
2
0
1
7**

RÚBIA KÉCIA MARINS MAIA

PÓS-COLHEITA DE GÉRBERAS SOB APLICAÇÃO DE ETANOL

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Adriano do Nascimento Simões

Co-orientador: Marcos Ribeiro da Silva Vieira

Serra Talhada-PE

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca da UAST, Serra Talhada-PE, Brasil

M217p Maia, Rúbia Kécia Marins
Pós-colheita de gérbas sob aplicação de etanol/ Rúbia
Kécia Marins Maia.
91 f. : il.

Orientador: Adriano do Nascimento Simões.

Coorientador: Marcos Ribeiro da Silva Vieira.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Produção
Vegetal, Serra Talhada, PE, 2017.

Inclui referências e apêndices.

1. Etanol - aplicação. 2. Flor de corte. 3. Ácido cítrico - uso.
I. Simões, Adriano do Nascimento, orient. II. Vieira, Marcos
Ribeiro da Silva, coorient. III. Título.

CDD

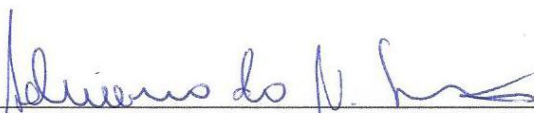
RÚBIA KÉCIA MARINS MAIA

PÓS-COLHEITA DE GÉRBERAS SOB APLICAÇÃO DE ETANOL

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

APROVADO em 22/02/2017.

Banca Examinadora



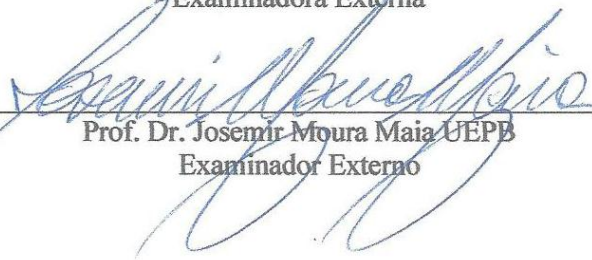
Prof. Dr. Adriano do Nascimento Simões UAST/UFRPE
Orientador



Profa. Dra. Ellen Karine Diniz Viégas UAST/UFRPE
Examinadora Externa



Profa. Dra. Luzia Ferreira da Silva UAST/UFRPE
Examinadora Externa



Prof. Dr. Josemir Moura Maia UEPB
Examinador Externo

A meu pai, motivo pelo qual tento ser uma pessoa melhor a cada dia.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela dádiva da vida e Ser onipresente em toda minha existência.

Aos meus pais Rubens Maia e Hildete Maia, por me incentivarem, desde sempre, a estudar, por toda a confiança, apoio, serem meu porto seguro, base e inspiração de vida. Meu irmão Renan Maia e cunhada Ayla Freitas, os quais me acompanharam mesmo distante durante mais esta etapa, sempre dispostos a ajudar. Ao meu marido Edivan Maia, por toda a paciência, auxílio intelectual, horas no laboratório e carinho.

Ao professor Dr. Adriano Simões, que me orientou (no sentido literal da palavra), desde a graduação, mesmo após 4 anos de trabalhos juntos fez do mestrado um dos meus maiores desafios, onde as cobranças foram multiplicadas, assim como o aprendizado, simplesmente obrigada por todos os ensinamentos.

Maria Aparecida (Cidinha) e Rafael Alves (Rafa) meus fiéis companheiros, este trabalho desenvolvido é nosso, obrigada por toda disponibilidade e paciência, Serra Talhada - PE me presenteou com a amizade de vocês. Raquel Simões, obrigada por compartilhar comigo os experimentos, experiências de vida e pela amizade/afinidade mais surpreendente que construí, você ocupa um lugar especial. Aurielle Medeiros e Bruna Tuane, obrigada pelos momentos de diversão vividos. Douglas Oliveira e Pedro Mouzinho, obrigada pela companhia praticamente diária, disponibilidade em ajudar e pelas gargalhadas que compartilhamos.

O problema do mundo é que tolos e fanáticos estão sempre cheios de convicção, enquanto os sábios estão sempre cheios de dúvidas.

(Bertrand Russell)

RESUMO GERAL

A partir de evidências que o etanol retarda os efeitos da senescência em flores de corte, foram realizados quatro experimentos utilizando *Gerbera jamesonii* L., com os objetivos: i) avaliar três métodos de aplicação de etanol, em diferentes concentrações, na pós-colheita das cultivares Latara e Mistique; ii) verificar o efeito de diferentes concentrações de etanol (Et) e/ou ácido cítrico (AC), sob *pulsing* 48 horas, na longevidade da cv. Mistique; iii) verificar o efeito de diferentes concentrações de etanol e/ou ácido cítrico, sob manutenção, na longevidade da cv. Mistique; iv) estudar as mudanças físico-químicas e bioquímicas que comprometem a longevidade da cv. Mistique, submetidas a *pulsing* com etanol e/ou ácido cítrico. Todos os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, e os dados obtidos submetidos ao teste de média Tukey à 5%. As hastes foram transportadas a 20 ± 2 °C, por aproximadamente 5 horas, selecionadas e padronizadas a 35 cm de comprimento, mantidas a 20 ± 2 °C e UR $65 \pm 2\%$, sob iluminação contínua. No primeiro experimento foram testadas as concentrações de 5, 10 e 15% de etanol, e água destilada (controle), sob os métodos de pulverização, *pulsing* e manutenção, em cinco dias de avaliação, no qual a cada dois dias foi feita a análise visual com auxílio de escala de notas descritiva e estimada sua longevidade, para as cvs. Latara e Mistique. Verificou-se que a máxima longevidade obtida foi de 6 dias para ambas as cultivares, e que as maiores concentrações de etanol reduziram a longevidade, exceto para cv. Latara pulverizada. Enquanto as menores concentrações, 5%, aplicados via *pulsing* ou manutenção, também foi obtida longevidade máxima de 6 dias. Com o intuito de aumentar a vida útil, foi adicionado em experimentos subsequentes, o biocida ácido cítrico (100 ou 200 mg L⁻¹) às soluções de etanol (4, 6 e 8%), ou de forma isolada, sob os métodos de *pulsing* e manutenção, na cv. Mistique. Foi observado que o AC isolado não incrementou a longevidade, mas na combinação de 4% Et + 100 mg L⁻¹ AC manteve as gérberas pelo tempo máximo de quatro dias, independente do método de aplicação, comparado a 2 dias de conservação nas hastes controle. No quarto e último experimento, utilizando aplicação via *pulsing* por ser uma forma mais econômica, foi possível verificar que o etanol (4%) combinado com ácido cítrico (100 mg L⁻¹) reduziu as alterações físico-químicas e fisiológicas relacionadas a perda de massa fresca, conteúdo relativo de água, extravasamento de eletrólitos, atividade da polifenoloxidase e peroxidase, proporcionando melhor aparência das inflorescências e retardo do tombamento das hastes de gérberas cv. Mistique. Isso resultou em um aumento na longevidade das gérberas em dois dias, comparado com as demais hastes no qual o etanol e ácido cítrico foram aplicados de forma isolados. Portanto, o ganho de dois dias na conservação, em nível de comercialização

a longa distância ainda não é satisfatório, mas diante das melhoras apresentadas a combinação de etanol e ácido cítrico apresenta potencial para incrementar a longevidade de gérberas de corte.

Palavras-chave: Longevidade, flor de corte, ácido cítrico e métodos de aplicação.

GENERAL ABSTRACT

From the evidence that ethanol slows the effects of senescence on cut flowers, four experiments were carried out using *Gerbera jamesonii* L., with the objectives: i) evaluate three ethanol application methods in different concentrations, postharvest and cultivars Latara Mistique; ii) to verify the effect of different concentrations of ethanol (Et) and/or citric acid (AC), under pulsing 48 hours, on the longevity of cv. Mistique; Iii) verify the effect of different concentrations of ethanol and/or citric acid, under maintenance, on the longevity of cv. Mistique; iv) study the physical, chemical and biochemical changes that compromise the longevity of the cv. Mistique, subjected to pulsing with ethanol and/or citric acid. All experiments were conducted in a completely randomized design, and the data obtained were submitted to the Tukey test at 5%. The stems were transported at 20 ± 2 °C for approximately 5 hours, selected and standardized at 35 cm in length, maintained at 20 ± 2 °C and RH $65 \pm 2\%$, under continuous lighting. In the first experiment the concentrations of 5, 10 and 15% of ethanol and distilled water (control) were tested under the methods of spraying, pulsing and maintenance, in five days of evaluation, in which the analysis was performed every two days Visual analysis with the aid of descriptive notes scale and estimated its longevity for cvs. Latara and Mistique. It was verified that the maximum longevity obtained was 6 days for both cultivars, and that the higher concentrations of ethanol reduced longevity, except for cv. Latara sprayed. While the lowest concentrations, 5%, applied via pulsing or maintenance, maximum longevity of 6 days was also obtained. In order to increase the useful life, was added in subsequent experimentsthe biocidal citric acid (100 or 200 mg L⁻¹) to the ethanol solutions (4, 6 and 8%), or in isolation, under the pulsing and maintenance methods, in cv. Mistique. It was observed that the isolated AC did not increase the longevity, but in the combination of 4% Et + 100 mg L⁻¹ AC it maintained the gerberas for the maximum time of four days, independent of the application method, compared to 2 days of conservation in the control stems . In the fourth and last experiment, using pulsing as a more economical form, it was possible to verify that ethanol (4%) combined with citric acid (100 mg L⁻¹) reduced physicochemical and physiological changes related to loss of fresh bulk, relative water content, electrolyte extravasation, polyphenoloxidase activity and peroxidase, providing better appearance of the inflorescences and retardation of the tipping of the gerbera stems cv. Mistique. This resulted in an increase in the longevity of the gerberas in two days, compared to the other stems in which ethanol and citric acid were applied in isolation. Therefore, the gain of two days in the conservation in the level of commercialization at long distance is still not satisfactory, but

before the improvements presented the combination of ethanol and citric acid presents potential to increase the longevity of cut gerberas.

Keywords: Longevity, cut flower, citric acid and methods of application.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 – SENESCÊNCIA E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE FLORES DE CORTE, SOB DIFERENTES, MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES CONSERVANTES: REVISÃO DE LITERATURA

Figura 1. Gérberas cv. Wageningen Rood sem dobramento da haste (1), comportamento após 6 dias (2). As flores foram mantidas em água deionizada à 23°C.22

Figura 2. Gérbera de corte cv. Good Timing no mesmo dia de armazenamento, água destilada (A) e 50 mg L⁻¹ de ácido giberélico.25

Figura 3. Aparência de rosas de corte cv. Black Magic, pulverizadas com água (esquerda) e solução com 50 µM de ácido salicílico (direita), aos 20 e 90 dias, respectivamente.....29

CAPÍTULO 2 – VIDA DE VASO DE GÉRBERAS DE CORTE CVS. LATARA E MISTIQUE SOB DIFERENTES MÉTODOS DE APLICAÇÃO COM ETANOL

Figura 1. Fotos representativas e notas subjetivas sobre a conservação de gérberas de corte cv. Latara (Branca) e Mistique (Laranja).43

Figura 2. Tombamento de gérbera de corte cv. Latara sob aplicação de etanol, conservadas a 20 ± 2°C, UR 65 ± 2%.....47

Figura 3. Efeito de diferentes concentrações de etanol e métodos de aplicação: pulverização (PV), pulsing (PS) e manutenção (M), na longevidade de gérberas cultivares Latara (A) e Mistique (B).....48

CAPÍTULO 3 – ETANOL E ÁCIDO CÍTRICO AUMENTAM A LONGEVIDADE DE GÉRBERA CV. MISTIQUE

Figura 1. Curva de ajuste do tempo de incubação de ligulas de gérberas de corte cv. Mistique.60

Figura 2. Notas de gérberas de corte cv. Mistique (cor laranja), sob manutenção utilizando: etanol 4, 6 e 8% (A), ácido cítrico 100 e 200 mg L⁻¹ (B), e a combinação entre os mesmos (C e D), ao longo dos dias de conservação, mantidas a 20 ± 2 °C e UR 65 ± 2%.62

Figura 3. Notas de gérberas de corte cv. Mistique (cor laranja), sob pulsing utilizando: etanol 4, 6 e 8% (A), ácido cítrico 100 e 200 mg L⁻¹ (B), e a combinação entre os mesmos (C e D), ao longo dos dias de conservação, mantidas a 20 ± 2 °C e UR 65 ± 2%. 63

Figura 4. Aspecto visual (A), conservação baseada em escala de notas (B) e tombamento (C) em gérberas de corte cv. Mistique. Submetidas à pulsing de água destilada (Controle); 4% de etanol; 100 mg L⁻¹ ácido cítrico (AC) e 4% de etanol + 100 mg L⁻¹ ácido cítrico (AC) e 4% de etanol + 100 mg L⁻¹ ácido cítrico (Et +AC), mantidas a 20 ± 2 °C e UR 65%. 65

Figura 5. Variação de massa fresca (A), conteúdo relativo de água (B) e extravasamento de Eletrólitos (C), em gérberas de corte cv. 'Mistique'. Submetidas à pulsing de água destilada (Controle); 4% de etanol; 100 mg L⁻¹ ácido cítrico (AC) e 4% de etanol + 100 mg L⁻¹ ácido cítrico (Et +AC), mantidas a 20 ± 2 °C e UR 65%. 638

Figura 6. Determinação da atividade enzimática da polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD) em lígulas de gérberas de corte cv. Mistique. Submetidas à pulsing de água destilada (Controle); 4% de etanol; 100 mg L⁻¹ ácido cítrico (AC) e 4% de etanol + 100 mg L⁻¹ ácido cítrico (Et +AC). As flores foram mantidas a 20 ± 2 °C e UR 65%.69

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 – SENESCÊNCIA E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE FLORES DE CORTE, SOB DIFERENTES, MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES CONSERVANTES: REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1. Longevidade de lisianthus de corte, à 25 °C em soluções contendo etanol e 2,5% de sacarose, exceto no tratamento com apenas água destilada (controle). Fonte: Farokhzad et al., 2005.24

Tabela 2. Efeito de soluções de manutenção com água destilada (controle), metanol e etanol, na longevidade de crisântemos de corte cv. Reagan White. Fonte: Petridou; Voyiatzi; Voyiatzis, 2011.26

Tabela 3. Efeito de soluções de pulsing com água destilada (controle), metanol e etanol, na longevidade de crisântemos de corte cv. Reagan White. Fonte: Petridou; Voyiatzi; Voyiatzis, 2011.28

CAPÍTULO 2 – VIDA DE VASO DE GÉRBERAS DE CORTE CVS. LATARA E MISTIQUE SOB DIFERENTES MÉTODOS DE APLICAÇÃO COM ETANOL

Tabela 1. Vida de vaso de gérberas de corte cv. Mistique submetidas a diferentes métodos de aplicação e concentração de etanol, mantidas a 20 ± 2 °C e UR $65 \pm 2\%$44

Tabela 2. Média de notas para aparência de gérberas de corte cvs. Latara e Mistique submetidas a diferentes métodos de aplicação e concentração de etanol, mantidas a 20 ± 2 °C e UR $65 \pm 2\%$45

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	14
CAPÍTULO 1 – SENESCÊNCIA E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE FLORES DE CORTE, SOB DIFERENTES, MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES CONSERVANTES: REVISÃO DE LITERATURA.....	16
1. ASPECTOS MERCADOLÓGICOS SOBRE A FLORICULTURA.....	16
1.1 MUNDIAL	16
1.2 BRASIL	17
1.3 NORDESTE BRASILEIRO	17
2. GÉRBERAS	18
3. FATORES QUE LIMITAM A LONGEVIDADE.....	19
3.1 Fatores que limitam a longevidade em gérberas de corte.....	21
4. ETANOL	23
5. MÉTODOS DE APLICAÇÃO.....	25
5.1 MANUTENÇÃO.....	25
5.2 <i>PULSING</i>	26
5.3 PULVERIZAÇÃO	28
6. CONCLUSÕES E POSSÍVEIS TRABALHOS.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
CAPÍTULO 2 – VIDA DE VASO DE GÉRBERAS DE CORTE CVS. LATARA E MISTIQUE SOB DIFERENTES MÉTODOS DE APLICAÇÃO COM ETANOL.....	37
RESUMO	37
ABSTRACT	38
1. INTRODUÇÃO.....	39
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	41
2.1 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL	41
2.2 MANUSEIO E IMPOSIÇÃO DOS TRATAMENTOS.....	41
2.3 CONSERVAÇÃO E AVALIAÇÃO.....	41
2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	42
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4. CONCLUSÕES.....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

CAPÍTULO 3 – ETANOL E ÁCIDO CÍTRICO AUMENTAM A LONGEVIDADE DE GÉRBERA CV. MISTIQUE.....	53
RESUMO	53
ABSTRACT	54
1. INTRODUÇÃO.....	55
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	58
2.1 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL	58
2.2 MANUSEIO E IMPOSIÇÃO DOS TRATAMENTOS.....	58
2.2.1 <i>Pulsing</i> e manutenção com etanol e ácido cítrico.....	58
2.2.2 <i>Pulsing</i> com etanol e ácido cítrico em gérberas	58
2.2.2.1 Avaliação visual, longevidade e tombamento	59
2.2.2.2 Variação da Massa fresca	59
2.2.2.3 Conteúdo relativo de água	59
2.2.2.4 Extravasamento de eletrólitos.....	60
2.2.2.5 Extração e Ensaio da Atividade da Peroxidase (POD, EC:1.11.1.7) e da Polifenoloxidase (PPO, EC:1.10.3.1).....	60
2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	61
3. RESULTADOS	62
3.1 O TEMPO DE IMERSÃO COM ETANOL E/OU ÁCIDO CÍTRICO NÃO DIFERENCIOU NA LONGEVIDADE DE GÉRBERA CV. MISTIQUE	62
3.2 <i>PULSING</i> COM ETANOL E ÁCIDO CÍTRICO MINIMIZOU MUDANÇAS FÍSICO-QUÍMICAS E FISIOLÓGICAS EM GÉRBERAS DE CORTE CV. MISTIQUE.....	64
4. DISCUSSÃO.....	69
5. CONCLUSÕES	73
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
APÊNDICE	82

APRESENTAÇÃO

As gérberras (*Gerbera jamesonii* L.) fazem parte da família Asteraceae, conhecidas devido sua aparência chamativa e diversidade de cores, inflorescências de coloração branca, amarela, laranja, cor-de-rosa, roxa e vermelha. Encontram-se entre as dez flores de corte mais comercializadas em todo o mundo. No entanto, a falta de cuidados durante a colheita, transporte e armazenamento, acarreta uma série de danos que prejudicam a qualidade das flores, proporcionando perdas significativas na pós-colheita.

O envelhecimento das flores é causado, basicamente, pelo esgotamento das reservas energéticas (açúcares e ácidos orgânicos), ação de fitohormônios, tais como etileno, ácido abscísico, também pela oclusão dos vasos xilemáticos, normalmente associada a proliferação de microorganismos, promovendo ruptura do fluxo de água, seguida de desidratação, além destes fatores endógenos, as condições exógenas de temperatura, umidade relativa e luminosidade, influenciam na senescência das flores de corte.

Em busca de promover a longevidade de flores de corte são utilizadas soluções a base de fitorreguladores, açúcares, biocidas, anti-etileno e até a combinação destes produtos, os quais podem ser aplicadas em diferentes momentos, antes mesmo do transporte, pré-armazenamento ou durante todo o armazenamento. Diante das pesquisas realizadas em torno da conservação de flores de corte, observou-se a eficiência do uso de produtos conservantes em incrementar a qualidade pós-colheita das flores, retardando os eventos típicos da senescência, como despigmentação, murcha e tombamento das hastes. Porém, as respostas variam de acordo com o método de aplicação, concentrações das substâncias e sensibilidade do material vegetal.

Estudos sobre os benefícios da aplicação de compostos químicos na pós-colheita de flores de corte, aumentando o tempo disponível para o transporte, são de suma importância, devido a representatividade econômica e aumento do comércio mundial de flores, nos últimos anos. O uso de ácido giberílico, benziladenina, etanol, 8-hidroxiquinolina, tiosulfato de prata, sacarose, ácido cítrico, entre outras substâncias, são comumente utilizadas na floricultura por incrementar a vida útil de várias flores de corte, dentre elas, rosas, gérberras, cravos, gladiólos e crisântemos.

Desde os primeiros estudos em flores de corte utilizando o etanol, é evidenciado, que baixas concentrações pode retardar a senescência, principalmente nas espécies

sensíveis ao etileno, como flores de cravo, rosa, orquídeas e lírios, por inibir a atividade das enzimas aminociclopropano (ACC) oxidase e sintase, precursoras da biossíntese do etileno, reduzindo a respiração. Entretanto, para flores insensíveis ou moderadamente sensíveis ao etileno, como gérberas, a ação do etanol não está esclarecida. Por outro lado, o etanol em alta concentração desencadeia fitotoxidez nas células, acelerando os eventos da senescência, devido o acúmulo de ésteres etílicos, responsáveis pela degradação da membrana plasmática.

Em gérberas de corte, substâncias conservantes como benziladenina, ácido cítrico, málico, salicílico e giberélico, incrementaram sua qualidade pós-colheita. O ácido cítrico é comum na composição de soluções pós-colheita de diversas flores, por acidificar o meio e assim inibir a proliferação de microorganismos, retardando a senescência por desidratação ou quebra de haste. Possivelmente, por serem consideradas pouco sensíveis ao etileno, estudos que retratem o efeito do etanol na longevidade de gérberas não são comuns. Porém, ensaios relataram que ao ser aplicado compondo solução preservativa com sacarose, após *pulsing* de benziladenina e ácido giberélico, proporcionou aumento na turgidez de tecidos, peso fresco, diâmetro da flor e teor de antocianinas, conseqüentemente melhorou a qualidade das flores e estendeu a vida de vaso. Estes resultados estão de acordo com indícios de que o etanol pode inibir o crescimento de microorganismos na base da haste cortada, contribuindo para manutenção do balanço hídrico e conseqüente retardo no dobramento da haste de gérbera, por ter reduzido obstruções. Logo, trabalhos que priorizem o efeito do etanol em gérberas são escassos, visto que é utilizado como substância coadjuvante, fazendo-se necessária pesquisas em que seja tido como produto principal.

Portanto, acredita-se que o uso combinado de etanol com ácido cítrico, pode minimizar as alterações físico-químicas e fisiológicas, contribuindo para o aumento da longevidade em gérberas. Visto que o método de aplicação pode interferir nos resultados obtidos, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estudar a longevidade de gérberas de corte, após a adição de etanol e ácido cítrico, sob diferentes concentrações, métodos de aplicação (pulverização, *pulsing* e manutenção), compondo a mesma solução ou aplicados isoladamente, sobre as mudanças físico-químicas que comprometem a longevidade de gérberas de corte.

CAPÍTULO 1 – COMERCIALIZAÇÃO E PÓS-COLHEITA DE FLORES DE CORTE, SOB DIFERENTES, MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES CONSERVANTES: REVISÃO DE LITERATURA

1. ASPECTOS MERCADOLÓGICOS SOBRE A FLORICULTURA

1.1 MUNDIAL

A floricultura é o ramo da horticultura que cultiva flores e plantas ornamentais. Apesar de sua indicação como produto decorativo são utilizadas também como matéria-prima na produção de cosméticos e algumas espécies são famosas por seu uso medicinal no Sul da África (TRIVEDI et al., 2015; MISRA e GOSH, 2016).

Nos últimos anos, houve o incremento tanto no volume da floricultura, como também, na expansão geográfica dos setores produtivos. Foi possível notar o surgimento de novos polos na América Latina, África e Ásia, apesar de maior parte do investimento permanecer junto à países europeus tradicionalmente consumidores (Holanda, Alemanha e França). Para os próximos anos, espera-se que ocorra a descentralização destes centros a partir da expansão, possibilitando a comercialização de produtos mais frescos para as demais áreas de consumo (MARTSYNOVSKA, 2011).

A comercialização mundial apresenta aumento nas exportações de flores de corte, folhagens, plantas vivas e bulbos de flores. No ano de 2013 chegaram a movimentar 20,6 bilhões de dólares, enquanto em 2001 a movimentação foi cerca de 8,5 bilhões de dólares, com estimativa de 55 bilhões de dólares para 2016. Enquanto o comércio de flores de corte, folhagens de corte e bulbos florais são disseminados facilmente por todo o mundo, as plantas mais volumosas e envasadas são comercializadas regionalmente, visto a praticidade (WORLD FLORICULTURE MAP, 2015; 2016).

Com o intuito de abranger maior número de consumidores, recentemente tem-se observado o comércio online de flores, no Reino Unido, por exemplo, corresponde a 10% das flores de corte comercializadas (WORLD FLORICULTURE MAP, 2016). A partir disso, acredita-se que os próximos anos serão caracterizados pela inovação nas vendas, aproximando cada vez mais o produto do consumidor, além do incremento em termos financeiros.

1.2 BRASIL

Na década de 1950, imigrantes holandeses, japoneses, alemães e poloneses foram responsáveis por implementar a floricultura no Brasil. Atualmente cerca de 8.000 produtores de flores e plantas ornamentais, compõem uma área cultivada de 14.992 ha, com mais de 350 espécies produzidas e 3000 variedades, dentre elas rosas, gérberas, flores tropicais, folhagens e plantas de vaso, tendo faturado no ano de 2012 R\$ 4,8 bilhões no setor consumidor, aumentando para R\$ 5,7 bilhões em 2014, com previsão de incremento de 8% para o ano de 2015 (IBRAFLOR, 2015), em termos brutos de produção R\$ 1,61 bilhão foi destinado aos produtores (SEBRAE, 2015).

O comércio de flor e folhagens de corte cresceu 34,33% em 2014, enquanto o de plantas e flores envasadas apresentaram um incremento de 24,12%, no qual a região sudeste engloba cerca de 83% de todo o comércio, seguido do nordeste com 9,92% para flor e folhagem de corte e 6,87 para flor e planta envasada (SEBRAE, 2015). Diante da variedade de solos, condições climáticas e abundância de espécies nativas com características ornamentais, o Brasil apresenta atributos que viabilizam a floricultura à nível de comércio mundial.

1.3 NORDESTE BRASILEIRO

Na escala nacional de produção de flores o nordeste ocupa a terceira posição, representada por 11,8% dos produtores, distribuídos em 2.027 ha, sendo superada apenas pela região sudeste (4.018 produtores, 8.561 ha) e sul (2.232 produtores, 2.714 ha) do país (JUNQUEIRA; PEETZ, 2014; SEBRAE, 2015).

Responsável por 7,6% da área cultivada e 9,01% do valor bruto da produção, no qual o estado do Ceará atualmente ocupa o maior território, seguido por Pernambuco e Alagoas. O cultivo é realizado, predominantemente, sob telados, produzindo principalmente espécies tropicais, folhagens de vaso e corte, além da produção de espécies temperadas como rosas, gérberas e lisianthus, já estabelecidas no Ceará (SEBRAE, 2015).

O Estado de Pernambuco corresponde ao segundo polo produtivo do nordeste, havendo uma divisão geográfica, onde a Zona da Mata e Sertão cultivam, predominantemente, espécies tropicais, por necessitarem de temperaturas mais elevadas, facilitando assim o desenvolvimento de antúrios, helicônias e alpínias. Enquanto a região

Agreste é ideal para a implantação de espécies temperadas como o gladiolo, rosas, crisântemos e gérberas, devido ao clima ameno da região (SEBRAE, 2015).

2. GÉRBERAS

As gérberas pertencem a família *Asteraceae*, planta nativa da África do Sul, Ásia e Indonésia, atualmente é bastante cultivada em todo o mundo principalmente como flor de corte (DANAEE; MOSTOFI; MORADI, 2011). As quais apresentam porte herbáceo, capítulo floral formado por várias fileiras concêntricas de flores femininas de forma liguladas, cor e espessura variáveis, seguida normalmente por uma fileira de flores hermafroditas não funcionais e no centro encontram-se as flores masculinas (IBRAFLOR, 2016).

Devido a diversidade de cores variando desde branco, amarelo, laranja, vermelho, rosa e lilás (DANAEE; MOSTOFI; MORADI, 2011) as gérberas de corte são ideais para a produção de bouquet, estando entre as cinco flores mais comercializadas no Brasil e no mundo (PEREIRA, 2013).

Com o intuito de valorizar as gérberas de corte, são atribuídos critérios para sua classificação, os quais devem ser seguidos pelos produtores e comerciantes, tais como: separação de lotes de acordo com o comprimento da haste, a qual deve ser firme, sem desvios acentuados e hidratadas proporcionando sustentação à flor; baseada no comprimento, as hastes devem apresentar espessura uniforme (5 e 6 mm) e por fim os lotes devem ser uniformizados quanto ao tamanho do botão (grande ou pequeno) (VEILING HOLAMBRA, 2016).

As gérberas podem apresentar defeitos que irão definir sua qualidade comercial. Os lotes mais uniformes são classificados como A1, enquanto o lote A2 permite maior número de hastes com defeitos, podendo ser grave (evolui no decorrer da pós-colheita) ou leve (não evolui). Hastes com sintomas de desidratação, *botrytis*, míldio, oídio e injúrias mecânicas, devem ser evitadas durante a seleção, por serem defeitos graves, interferindo na sua qualidade (VEILING HOLAMBRA, 2016).

Flores caracterizadas por possuírem haste longa, inflorescência com estrutura atrativa e variedade de coloração, são atributos considerados para a seleção de flores de corte (LUDWING et al., 2010). Gérberas por atenderem à estes critérios, são comercializadas principalmente na forma de flor de corte, tendo sua procura comercial aumentada nos últimos anos (SOLGI et al., 2009). Entretanto, como todas as flores de corte, possuem vida pós-colheita limitada, pelo fato dos processos de senescência serem

desencadeados mais rapidamente a partir do momento do corte (RABIZA-SWIDER et al., 2016).

Assim, são desenvolvidos estudos com o intuito de prolongar a vida útil de gérberras de corte, mantendo-as viáveis por mais tempo. Pesquisas relatam que soluções conservantes utilizando sacarose, sulfato de alumínio, ácido cítrico e 8-hidroxiquinolina, incrementaram a abertura floral e longevidade em gérberras cv. Savana Red (MEMAN; DAHBI, 2006), o fitorregulador ácido giberélico manteve a turgidez e reduziu a incidência de dobramento da haste, prolongando a vida útil da cv. Ida Red por 14 dias, quando comparada às inflorescências que permaneceram em apenas água destilada (EMONGOR, 2004). Enquanto soluções com nanopartículas de prata e óleos essenciais mostraram-se eficientes, na manutenção da qualidade de gérberras, tais substâncias podem ser uma nova alternativa para soluções conservantes, por terem aumentado em média por 3 e 6 dias, respectivamente, a longevidade da cv. Dune (SOLGI et al., 2009).

Durigan et al. (2013) avaliando a conservação de gérberras cv. Suzanne, as quais permaneceram em soluções de manutenção, contendo 64 g L^{-1} de ácido cítrico, apresentaram comportamento semelhante às hastes mantidas em apenas água destilada, permanecendo viáveis por menos tempo, quando comparadas à mesma cultivar mantida em solução com diferentes concentrações de 8-Hidroxiquinolina e cloro. Enquanto o ácido cítrico à 0,3 M, aplicado sob *pulsing* de 24 horas, retardou significativamente o dobramento (flexão, tombamento) de gérberras cv. Tamara (PERIK et al., 2014).

Diante dos estudos acima citados, nota-se a variabilidade das respostas obtidas de acordo com os produtos utilizados, concentração, sensibilidade da cultivar e método de aplicação. Contudo, a crescente procura por gérberras de corte incentiva à pesquisa sobre o efeito de novas alternativas para maximizar sua longevidade.

3. FATORES QUE LIMITAM A LONGEVIDADE

Após colhidas, as plantas deixam de ter a disponibilidade em abundância de nutrientes na mesma proporção de quando plantadas, assim os processos de consumo das reservas energéticas são realizadas em maior intensidade para mantê-las vivas, conseqüentemente os processos de senescência são acelerados, ocasionando problemas para sua comercialização, devido o curto período pós-colheita (TSEGAW et al., 2011).

A senescência é regulada por mudanças na coloração (MIDDLETON; TERAMURA, 1993), desidratação (LOUBAUD; VAN DOORN, 2004), permeabilidade de membranas (SINGH; KUMAR; KUMAR, 2008), sendo a oclusão vascular (PERIK et

al., 2012) e o esgotamento das reservas de carboidratos, tidos como as principais causas da curta vida de vaso em flores de corte (ICHIMURA et al., 2003).

O declínio da fotossíntese via desintegração de cloroplastos (CHANDLEE, 2001), desencadeia a perda de clorofila (DONG et al., 2008). Como a despigmentação é um dos fatores determinantes na qualidade de flores, os produtores/comerciantes, fazem uso de fitorreguladores como citocininas (GHOLAMI; RAHEMI; RASTEGAR, 2011) e ácido giberélico (SKUTNIK et al., 2001). Os quais podem retardar os efeitos da senescência, por melhorar a captação de água e turgidez das pétalas (WAWRZYNCZAK; GOSZCZYNSKA, 2003), atuam também na estabilidade de membranas e hidrólise de açúcares, mantendo a disponibilidade de substratos necessários para a respiração (EMONGOR, 2004). Conseqüentemente a melhora destas características estende a vida útil de flores, tais como gérbas (DANAEE; MOSTOFI; MORADI, 2011), rosas (GHOLAMI; RAHEMI; RASTEGAR, 2011) e gladiólos (SAEED et al., 2013).

Além da aplicação de fitorreguladores na pós-colheita de flores, açúcares como sacarose (NORIKOSHI et al., 2016), frutose e glicose (EMONGOR, 2004), são utilizados com intuito de fornecer carboidratos necessários para manter o metabolismo ativo, auxiliando na disponibilidade de substratos para a respiração, suporte estrutural e balanço hídrico (PUN; ICHIMURA, 2003), mesmo após o corte da haste (NETLAK; IMSABAI, 2016). Estudos sugerem que a sacarose pode induzir o fechamento de estômatos, conseqüentemente, retarda os sintomas de desidratação (BRAVDO; MAYAK; GRAVRIELI, 1974). Logo, a longevidade de flores de corte está relacionada com a concentração de carboidratos disponíveis (VAN DOORN, 2004). Entretanto, os açúcares podem estimular a proliferação bacteriana (WITTE et al., 2014), interferindo no balanço hídrico da flor, por ocasionar o bloqueio de vasos condutores.

Assim, substâncias biocidas, normalmente são utilizadas em soluções de vaso, devido sua propriedade de acidificar o meio, associadas com fitorreguladores (DANAEE; MOSTOFI; MORADI, 2011) e produtos conservantes como a sacarose (ICHIMURA, TAGUCHI, NORIKOSHI, 2006), prevenindo o crescimento bacteriano e obstrução dos vasos xilemáticos, mantendo a condutância hídrica e turgidez das hastes (VAN DOORN, 1998).

Apesar da obstrução dos vasos condutores, processos fisiológicos como a transpiração permanecem ativos, entretanto, por não haver o reabastecimento hídrico na mesma intensidade, a água utilizada é extraída da flor e haste (KNEE, 2000), desenvolvendo balanço hídrico negativo (DAMUNUPOLA et al., 2010), e murchamento

premature (RABIZA-SWIDER et al., 2016). Assim sendo, a turgidez dos tecidos é necessária para manter o desenvolvimento e metabolismo ativo das flores de corte (NIJSSE; VAN MEETEREN, 2000). Estudos relatam que o tombamento das hastes é precedido por redução do peso fresco e potencial hídrico das pétalas (VAN MEETEREN, 1978), o qual está relacionado à oclusão dos vasos condutores via proliferação bacteriana, dificultando a absorção de água, conseqüentemente, desencadeia o estresse hídrico e curta longevidade (VAN DOORN; VASLIER, 2002).

A atividade respiratória aumenta após o corte da haste, sendo necessário o suprimento energético para permitir o desenvolvimento da flor pós-colheita (GHOLAMI; RAHEMI; RASTEGAR, 2011). Estudos sugerem que componentes de membranas são metabolizados em tecidos senescentes, disponibilizando energia para necessária para manutenção da respiração (BUCHANAN-WOLLASTON, 1997). A partir do momento que as membranas perdem a estabilidade, tornando-se muito permeáveis à íons (VAN DOORN, 2004) e a senescência passa a ser irreversível, pois danos comprometem o funcionamento celular (SONG et al., 2014).

Assim, a utilização de soluções pós-colheita, associando biocidas com fitorreguladores e/ou substratos energéticos, contribui para minimizar os danos típicos da senescência, por proporcionar ação protetiva sobre as células, manter a estabilidade de membranas e fornecer substâncias essenciais ao metabolismo pós-colheita em flores de corte (SINGH; KUMAR; KUMAR, 2008).

3.1 Fatores que limitam a longevidade em gérberas de corte

Flores de corte são naturalmente sensíveis depois de colhidas, pois são expostas à condições adversas, principalmente quanto a redução de substratos necessários para manter seu desenvolvimento (NIJSSE; VAN MEETEREN, 2000). Gérberas possuem um agravante quando comparada às demais flores, pois não apresentam folhas na haste (VAN MEETEREN, 1978), assim a disponibilidade energética durante a pós-colheita é ainda menor (Figura 1).

A partir do corte da haste, observa-se o incremento do extravasamento de eletrólitos via pétalas, obtendo respostas distintas de acordo com a cultivar e redução do teor de água, o qual afeta na permeabilidade de membranas, antecipando as etapas da senescência (VAN MEETEREN, 1979).

O curvamento da haste nos primeiros estágios da vida de vaso é o maior problema em muitas cultivares de gérberas de corte, sugerindo como principal causa o bloqueio de

vasos condutores, associado à proliferação bacteriana (WITTE; HARKEMA; VAN DOORN., 2014).

Gérberas cultivares Liesbeth e Mickey apresentaram incremento na curvatura da haste, após o aumento de concentrações de bactérias adicionadas à soluções de vaso, em que estavam inseridas, van Doorn e Witte (1994) concluíram que este sintoma não foi devido apenas a população bacteriana interferindo no potencial hídrico, mas que as propriedades específicas de cada cultivar interferiu no curvamento da haste.

Estudos sugerem que a curvatura/tombamento pode está relacionado também ao mecanismo de suporte da flor, no qual o peso do capítulo floral poderá influenciar na força gravitacional exercida, contribuindo em antecipar o tombamento da haste. Além disso, alterações durante a pós-colheita, na cavidade existente no centro da haste, pode induzir o dobramento, mas apesar das pesquisas realizadas, é um assunto complexo e ainda não estabelecido (PERIK et al., 2012).

Todo o manuseio pós-colheita das gérberas de corte irá interferir na sua longevidade, assim como as características genéticas de cada cultivar também podem influenciar (NOWAK; RUDNICK; DUNCAN, 1990) então quanto mais rígida for a seleção e seguida as exigências características da cultura, como o acondicionamento refrigerado (SEREK; REID, 2000), associada à tratamentos com substâncias conservantes, os sinais de senescência poderão ser retardados e mantida a qualidade por mais tempo.



Figura 1. Gérberas cv. Wageningen Rood sem dobramento da haste (1) e comportamento após seis dias (2). As flores foram mantidas em água deionizada à 23°C. Fonte: van Meeteren, 1978.

4. ETANOL

Estudos sobre o efeito do etanol no metabolismo de plantas são relatados desde meados da década de 60. Cossins e Beevers, (1962) relataram que diferentes tecidos vegetais (raíz, brotos e folhas), submetidos a aplicação de etanol, foram capazes de convertê-lo em ácidos orgânicos, aminoácidos, lipídeos e açúcares, contribuindo assim para o suprimento energético necessário ao desenvolvimento.

O mercado responsável pela pós-colheita de flores de corte, está sempre em busca de substâncias que retardem as etapas da senescência. Assim, com o passar dos anos, o etanol tornou-se alvo de estudos sobre o efeito desencadeado no metabolismo de flores de corte.

Flores de cravo, espécie sensível a ação do etileno, apresentaram redução de 60% na respiração durante os primeiros 8 dias de conservação, após serem mantidas em solução composta por 2% de etanol + água destilada, as quais permaneceram com qualidade por 14 dias, apresentando ganho de nove dias com relação às flores mantidas em apenas água destilada (HEINS; BLAKELY, 1980).

O etanol atua minimizando a atividade do ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano oxidase (ACC oxidase), precursor da síntese do etileno (PODD; STADEN, 2004). Este fitohormônio participa como regulador de diversos processos fisiológicos, dentre eles, germinação, abertura floral, abscisão de folhas, flores e frutos (YOO et al., 2009). A biossíntese do etileno, depende do estágio de desenvolvimento dos tecidos (SEREK et al., 2006), e as respostas ocasionadas por seu acúmulo, dependem da sensibilidade das cultivares, as quais podem variar desde sensíveis à insensíveis (VAN DOORN, 2001). Enquanto flores de cravos (HEINS; BLAKELY, 1980; WU et al., 1992) e lisianthus (FAROKHZAD et al., 2005) obtiveram maior vida útil a partir da aplicação de etanol, flores de lírios mostraram-se indiferentes ao efeito do etanol, independente da concentração testada, 0 – 10% (HEINS; BLAKELY, 1980).

Estudos relatam que, em baixas concentrações, o etanol é transformado em acetaldeído, inibindo a produção de etileno, porém altas concentrações provocam toxidez (RANI; SINGH, 2014), como observado em flores de *Bougainvillea*, onde concentrações de 8 – 10% incrementaram sua longevidade (7 dias), mas a partir 20% a senescência foi ainda mais rápida do que nas flores mantidas em apenas água, máximo de 3 e 5 dias, respectivamente (HOSSAIN et al., 2007). Mesmo obtendo incremento na longevidade em lisianthus, com o aumento das concentrações de etanol, foi possível notar que, quanto

maior a concentração, menos dias as flores permanecem viáveis, Tabela 1 (FAROKHZAD et al., 2005).

Tabela 1. Longevidade de lisianthus de corte, à 25 °C em soluções contendo etanol e 2,5% de sacarose, exceto no tratamento com apenas água destilada (controle). Fonte: Farokhzad et al., 2005.

Tratamentos	Longevidade (dias)
Água destilada	9,33 d
Etanol 2%	15,00 a
Etanol 4%	13,66 b
Etanol 6%	12,33 c

* Médias seguidas de mesma letra, não apresentam diferença significativa entre si, sob o teste Duncan à 1%.

O uso do etanol em gérberas de corte ainda é tido como substância coadjuvante, auxiliando no efeito de fitorreguladores. Gérberas de corte cv. Good Timing foram tratadas com *pulsing* (48 horas), contendo diferentes concentrações de ácido giberélico (AG) e benziladenina (BA), em seguida foram mantidas em soluções conservantes com 2,5% etanol e 3% de sacarose, à 21 °C. Estas gérberas apresentaram maior longevidade sob 50 mg de AG (Figura 2) e BA, 9 e 10 dias, respectivamente, enquanto as hastes conservadas em apenas água destilada permaneceram por 5 dias (DANAEE; MOSTOFI; MORADI, 2011). Farokhzad et al. (2005) sugeriram que o etanol atua inibindo a proliferação bacteriana e possíveis obstruções dos vasos condutores, que são responsáveis pelo dobramento de hastes.

Diante dos resultados positivos apresentados com o uso de etanol em flores de corte, são escassos os trabalhos que utilizam em gérberas de corte, provavelmente, por serem consideradas pouco sensível ao etileno (NOWAK; RUDNICK; DUNCAN, 1990). Porém, o desenvolvimento de ensaios associando diferentes métodos de aplicação e concentrações de etanol podem elucidar melhor o papel do etanol na longevidade de gérberas de corte.

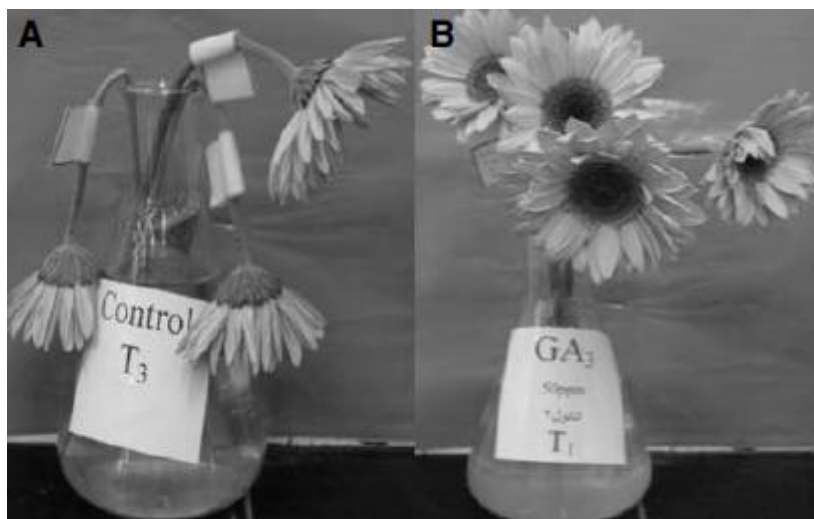


Figura 2. Gérbera de corte cv. Good Timing no mesmo dia de armazenamento, água destilada (A) e 50 mg L⁻¹ de ácido giberélico (B). Fonte: Danaee; Mostofi; Moradi, 2011.

5. MÉTODOS DE APLICAÇÃO

Perdas durante a pós-colheita de flores podem superar 30% do volume total produzido, até chegar ao consumidor final (GURJÃO et al., 2006). Com o objetivo de maximizar a longevidade das flores de corte, mantendo suas características de vigor da haste e pétalas, assim como sua coloração uniforme, são utilizadas soluções com substâncias conservantes, os quais podem ser aplicados sob diferentes métodos, entre eles, manutenção (solução de vaso), *pulsing* e pulverização.

5.1 MANUTENÇÃO

Ao longo de toda a cadeia de distribuição podem ser aplicadas soluções conservantes sob manutenção (HANDERBUERG et al., 1990), com a finalidade de restaurar a turgescência da flor através da saturação por água (DURIGAN et al., 2013), no qual a base da haste permanece submersa em água/solução durante a conservação, sendo periodicamente substituída.

Diversos trabalhos confirmam a eficiência de soluções de manutenção na longevidade de flores de corte. Durigan et al. (2013) obtiveram em géberas de corte 12 dias de conservação após aplicação de 8-hidroxiquinolina, enquanto o controle, com apenas água destilada, chegou a 8,5 dias. Flores de lisianthus sob efeito de 4% de etanol + 2,5% de sacarose, permaneceram conservadas por 13 dias, já as flores mantidas em apenas água destilada se mantiveram em torno de 9 dias, Tabela 1 (FAROKHZAD et al., 2005).

A longevidade de crisântemos cv. Reagan White foi prolongada, quando mantidos em soluções com diferentes concentrações de metanol e etanol (Tabela 2), observou-se o incremento do teor de clorofila das folhas e possivelmente o etanol reduziu a respiração via inibição da biossíntese do etileno, contribuindo para retardar os estágios da senescência (PETRIDOU; VOYIATZI; VOYIATZIS, 2011).

Tabela 2. Efeito de soluções de manutenção com água destilada (controle), metanol e etanol, na longevidade de crisântemos de corte cv. Reagan White. Fonte: Petridou; Voyiatzi; Voyiatzis, 2011.

Tratamentos	Longevidade (dias)
Água destilada	7 d
Metanol 2%	12 c
Metanol 4%	12 c
Metanol 6%	Tóxico
Etanol 2%	12 c
Etanol 3%	15 bc
Etanol 4%	12 c

* Letras diferentes diferem significativamente sob o teste Duncan à 5%.

Lisianthus cv. Mariachi Blue apresentaram maior longevidade, ao serem conservados em soluções de manutenção com ácido ascórbico – AAs (16,81 dias) e/ou ácido cítrico - AC (15,77 dias), sendo que o máximo de tempo obtido (17,6 dias), foi a partir da combinação de 300 mg L⁻¹ AAs + 100 mg L⁻¹ AC, representando incremento de 94%, na longevidade, em relação ao tratamento controle. Observou-se, que as hastes com maior longevidade apresentaram maior absorção relativa de água, pétalas mais hidratadas e menor perda de massa fresca, enfatizando os efeitos positivos de substâncias biocidas ao compor soluções de armazenamento (SHEIKH et al., 2014).

Diante dos resultados acima citados, é possível perceber os benefícios de soluções de manutenção na pós-colheita de flores de corte, proporcionando o aumento do tempo disponível para sua comercialização, até chegar ao consumidor final com qualidade.

5.2 PULSING

Consiste na colocação das hastes em contato com soluções conservantes por um período de tempo variável, desde alguns minutos ou até mesmo algumas horas. Após este

período as flores são transferidas para recipientes contendo apenas água ou solução de manutenção, recomenda-se que seja realizado durante o pré-transporte ou início do período de armazenamento (SONEGO; BRACKMANN, 1995).

Folhas de *Zantedeschia aethiopica* (copo-de-leite), bastante procurada para compor arranjos decorativos, apresentaram menor perda no teor de clorofila e condutância elétrica, sob manutenção (1 mM), em solução com ácido giberélico (GA₃), quando comparada as folhas em *pulsing* (0,25 mM, 24 horas). Entretanto, ambos os métodos aumentaram a longevidade, 38,8 e 34,2 dias, respectivamente, comparado à 29 dias, quando mantidas em apenas água. Skutnik et al. (2001), associaram a maior eficiência da manutenção, devido o tecido foliar permanecer em contato com o produto contido na solução, porém a concentração utilizada foi distinta para cada método de aplicação, o qual pode ter interferido no resultado apresentado.

Flores de crisântemos cv. Reagan White foram avaliadas quanto o efeito de *pulsing* com metanol e etanol, em diferentes períodos de tempo (Tabela 3) e também sob o método de manutenção (Tabela 2). Observou-se que o *pulsing* de 24 horas manteve o turgor dos tecidos ao apresentar perda de massa mínima, além de proporcionar folhas mais verdes. Os dois métodos incrementaram a vida útil de crisântemos, entretanto, o *pulsing* foi responsável pela maior longevidade e devido a praticidade é o método mais utilizado por produtores/comerciantes de flores (PETRIDOU; VOYIATZI; VOYIATZIS, 2011).

O dobramento na haste de gérberas de corte cv. Tamara, foi retardado após *pulsing* de 24 horas com solução de cloreto de cálcio, sacarose, junto à ácido cítrico e fosfato de potássio, no qual as hastes permaneceram eretas por cerca de 10 dias, enquanto o tratamento controle, por 7 dias (PERIK et al., 2014).

A variedade de respostas e diversidade de produtos para compor a solução, mostram o quanto é abrangente os estudos sobre a pós-colheita de flores de corte.

Tabela 3. Efeito de soluções de pulsing com água destilada (controle), metanol e etanol, na longevidade de crisântemos de corte cv. Reagan White. Fonte: Petridou; Voyiatzi; Voyiatzis, 2011.

Tratamentos	Longevidade (dias)
Água destilada	7 d
Metanol 4% 12 h	21 ab
Metanol 4% 24 h	33 a
Metanol 4% 48 h	18 b
Etanol 4% 12 h	12 c
Etanol 4% 24 h	18 b
Etanol 4% 48 h	12 c

* Letras diferentes diferem significativamente sob o teste Duncan à 5%.

5.3 PULVERIZAÇÃO

Acredita-se que a menor distância percorrida pelos produtos pulverizados diretamente nas folhas e pétalas é responsável por desencadear uma resposta mais rápida nas células vegetais, já que o transporte via outros métodos de aplicação como manutenção e *pulsing*, se deparam com diversas resistências ao longo dos vasos xilemáticos retardando, portanto o efeito do mesmo (DINIZ, 2016).

Lírios de corte apresentaram redução significativa no amarelecimento pós-colheita das folhas, após serem pulverizados com benziladenina e giberelina, além disso, a base das hastes foram mantidas em solução contendo sacarose e hidroxiquinolina (HAN, 2001). É possível que a permanência da haste em soluções conservantes potencialize os resultados proporcionados pela pulverização. Visto a praticidade e o incremento na qualidade pós-colheita, a pulverização antes ou após o armazenamento a frio é recomendada (HAN, 2001).

A pulverização com ácido salicílico (AS) incrementou a longevidade de rosas de corte cv. Black Magic, regulando o balanço hídrico, além de induzir a atividade enzimática das células. No qual as flores pulverizadas com água permaneceram por 20 dias com qualidade, enquanto a pulverização com 50 μ M AS estendeu por 90 dias a longevidade das rosas, Figura 3 (ALAEY et al., 2011). Mori et al. (2001), atribuíram o retardo da senescência à possível propriedade germicida do AS, minimizando os bloqueios de vasos condutores e regulação do fechamento osmótico, o qual reduz a

transpiração e aumenta a capacidade das folhas e pétalas reterem água, permanecendo túrgidas, quando aplicado em contato com a haste (solução de vaso/manutenção). Apesar dos efeitos positivos obtidos através da pulverização são necessários estudos que esclareçam seu mecanismo de ação.



Figura 3. Aparência de rosas de corte cv. Black Magic, pulverizadas com água (A) e solução com 50 μ M de ácido salicílico (B), aos 20 e 90 dias, respectivamente. Fonte: Alaey et al., 2011.

6. CONCLUSÕES E POSSÍVEIS TRABALHOS

Com o passar dos anos, a floricultura tem apresentado crescente participação na economia mundial. Novos centros consumidores são responsáveis por estimular a descentralização da produção de flores, antes praticamente restrita ao continente europeu, reconhecido tradicionalmente tanto em volume de produção, como também de consumo. O principal entrave à comercialização de flores de corte é sua limitada longevidade pós-colheita, visto que os processos de senescência são acelerados em seguida ao corte da haste, dificultando o transporte principalmente em longas distâncias. Assim, o desenvolvimento de estudos relacionando a concentração adequada de fitorreguladores, substâncias conservantes e biocidas, para maximizar a vida útil, associada ao método de aplicação mais eficaz, são necessários, diante da variabilidade de respostas obtidas de acordo material vegetal, e sua sensibilidade ao manejo adotado. Logo, a floricultura é beneficiada com o aperfeiçoamento de técnicas e disponibilidade de produtos, preferencialmente de fácil acesso, que promovam maior longevidade, favorecendo assim sua comercialização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAEY, M.; BABALAR, M.; NADERI, R.; KAFI, M. Effect of pre- and postharvest salicylic acid treatment on physio-chemical attributes in relation to vase-life of rose cut flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v. 61, p. 91–94, 2011.
- BRAVDO, B.; MAYAK, S.; GRAVRIELI, Y. Sucrose and water uptake from concentrated sucrose solutions by *Gladiolus* shoots and the effect of these treatments on floret life. **Canadian Journal of Botany**, v. 52, p. 1271—1281, 1974.
- BUCHANAN-WOLLASTON, V. The molecular biology of leaf senescence.. **Journal of Experimental Botany**, v. 48, p. 181–199, 1997.
- CHANDLEE, J.M. Current molecular understanding of genetically programmed process of leaf senescence. **Physiologia Plantarum**, v. 113, p. 1399–3054, 2001.
- COSSINS, E. A.; BEEVERS, H. Ethanol Metabolism in Plant Tissues. **Plant Physiology**, p. 375-380, 1962.
- DAMUNUPOLA J.W.; QIAN, T.; MUUSERS, R.; JOYCE, D.C.; IRVING, D.E.; Van Meeteren, U. Effect of S-carvone on vase life parameters of selected cut flower and foliage species. **Postharvest Biology and Technology**, v. 55, p. 66–69, 2010.
- DANAEE, E; MOSTOFI, Y E MORADI, P. Effect of GA3 and BA on Postharvest Quality and Vase Life of Gerbera (*Gerbera jamesonii*. cv. Good Timing) Cut Flowers. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v. 52, n. 2, p. 140-144, 2011.
- DINIZ, N. B. **Ação de fitorreguladores na qualidade pós-colheita de flores de corte de antúrio (*Anthurium andraeanum* L.) cv. arizona**. 2016. 52 p. Dissertação em: Produção Vegetal – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada – PE.
- DONG, H.; NIU, Y.; LI, W.; ZHANG, D. Effects of cotton rootstock on endogenous cytokinins and abscisic acid in xylem sap and leaves in relation to leaf senescence. **Journal of Experimental Botany**, v. 59, n. 6, p. 1295–1304, 2008.
- DURIGAN, M.F.B.; MATTIUZ, B; RODRIGUES, T. de J.D.; MATTIUZ, C.F.M. Uso de soluções de manutenção contendo ácido cítrico, cloro ou 8-HQC na conservação pós-

colheita de flores cortadas de gérbera ‘Suzanne’. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 19, n. 2, p. 107-116, 2013.

EMONGOR, V.E. Effect of gibberellic acid on postharvest quality and vase life of gerbera cut flowers (*Gerbera jamesonii*). **Journal of Agronomy**, v. 3, p. 191-195, 2004.

FAROKHZAD, A., KHALIGHI, A., MOSTOFI, Y., NADERI, R. Role of ethanol in the vase life and ethylene production in cut Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Mariachii. cv. Blue) flowers. **J. Agri. Soc. Sci.** V.1:309-312, 2005.

GHOLAMI, M.; RAHEMI, M.; RASTEGAR, S. Effect of Pulse Treatment with Sucrose, Exogenous Benzyl Adenine and Gibberellic Acid on Vase Life of Cut Rose ‘Red One’. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v. 52, n. 5, p. 482-487, 2011.

GURJÃO, F.F.; BARBOSA, J.A.; DA SILVA, R.A.R.; GOMES, D.L.S.; BARBOSA, A.H.D.; SILVA, M.S.; PEREIRA, W.E. Qualidade, procedência e perdas pós-colheita de rosas de corte comercializadas em Campina Grande – PB. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.8, n.2, p.177-190, 2006.

HAN, S. S. Benzyladenine and Gibberellins Improve Postharvest Quality of Cut Asiatic and Oriental Lilies. **HortScience**, v. 36, n. 4, p. 741–745, 2001.

HARDENBURG, R.E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. The commercial storage of fruits, Vegetables and florist and nursery stocks. Washington: U.S.D.A, **Agricultural Research Service**. P. 130, 1990.

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

HOSSAIN, A. B. M. S.; BOYCE, A. N.; OSMAN, Normaniza. Postharvest quality, vase life and photosynthetic yield (chlorophyll fluorescence) of Bougainvillea flower by applying ethanol. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 1, n. 4, p. 733-740, 2007.

ICHIMURA K.; TAGUCHI, M.; NORIKOSHI, R. Extension of the Vase Life in Cut Roses by Treatment with Glucose, Isothiazolinonic Germicide, Citric Acid and

Aluminum Sulphate Solution. **Japan Agricultural Research Quarterly**, v. 40, n. 3, p. 263 – 269, 2006.

ICHIMURA, K.; KAWABATA, Y.; KISHIMOTO, M.; GOTO, R.; YAMADA, K. Shortage of soluble carbohydrates is largely responsible for short vase life of cut'Sonia'rose flowers. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 72, n. 4, p. 292-298, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA - IBRAFLOR. O mercado de flores no Brasil. <http://www.ibraflor.com>. Acesso em: agosto, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA - IBRAFLOR. Padrão Ibraflor de qualidade. Informativo, disponível em: <http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=258>. Acesso em: outubro, 2016.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M.S. O setor produtivo de flores e plantas ornamentais do Brasil, no período de 2008 a 2013: atualizações, balanços e perspectivas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. V. 20, Nº 2, 2014, p. 115-120.

KNEE, M. Selection of biocides for use in floral preservatives. **Postharvest Biology and Technology**, v. 18, p. 227–234, 2000.

LOUBAUD, M.; VAN DOORN W.G. Wound-induced and bacterial-induced xylem blockage in roses, *Astilbe* and *Viburnum*. **Postharvest Biology Technology**, v. 32, p. 281–288, 2004.

LUDWIG, F; FERNANDES, D.M.; MOTA, P.R.D.; VILLAS BOAS, R.L. Crescimento e produção de gérbera fertirrigada com solução nutritiva com solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 4, p. 424-429, out./dez. 2010.

MARTSYNOVSKA, O. Global floriculture industry value chain. Position of the ukrainian firms in the floriculture business. [s.l.] **Lund UNiversity**, 2011.

MEMAN, M.A.; DAHBI, K.M. Effect of different stalk lengths and certain chemical substances on vase life of gerbera (*Gerbera jamesonii* Hook.) cv. 'Savana Red'. **Journal of Applied Horticulture**, v. 8, n. 2, p. 147-150, 2006.

MIDDLETON, E. M.; TERAMURA, A. H. The Role of Flavonol Glycosides and Carotenoids in Protecting Soybean from Ultraviolet-B Damage. **Plant Physiol.** (1993) 103: 741 -752.

MISRA, D; GHOSH, S. Growth and export status of Indian floriculture: A review. **Agricultural Reviews**, v. 37, n. 1, p. 77-80, 2016.

MORI, I.C.; PINONTOAN, R.; KAWANO, T.; MUTO, S. Involvement of superoxide generation in salicylic acid-induced stomatal closure in *Vicia faba*. **Plant Cell Physiology**, v. 42, p. 1383–1388, 2001.

NETLAK, P.; IMSABAI, W. Role of carbohydrates in petal blackening and lack of flower opening in cut lotus (*Nelumbo nucifera*) flowers. **Agriculture and Natural Resources**, v. 50, p. 32-37, 2016.

NIJSSE, J.; VAN MEETEREN, U. Air in xylem vessels of cut flowers. **Acta Horticulturae**, v. 517. p. 479-486, 2000.

NORIKOSHI, R.; SHIBATA, T.; NIKI, T.; ICHIMURAA, K. Sucrose treatment enlarges petal cell size and increases vacuolar sugar concentrations in cut rose flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v. 116, p. 59–65, 2016.

NOWAK, J.; RUDNICKI, R. M.; DUNCAN, A. A. Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens, and potted plants. 1990.

PEREIRA, L. G. **Produção de hastes florais de gérbera submetidas a diferentes tensões de água no solo**. 2013. 70p. Dissertação em: Engenharia e Manejo de Irrigação e Drenagem, Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.

PERIK, R.R.J., RAZÉ, D., HARKEMA, H., ZHONG, Y., VAN DOORN, W.G. Bending in cut *Gerbera jamesonii* flowers relates to adverse water relations and lack of stem sclerenchyma development, not to expansion of the stem central cavity or stem elongation. **Postharvest Biology and Technology**, v. 74, p. 11–18, 2012.

PERIK, R.R.J.; RAZÉ, D.; FERRANTE, A.; VAN DOORN, W. G. Stem bending in cut *Gerbera jamesonii* flowers: Effects of a pulsetreatment with sucrose and calcium ions. **Postharvest Biology and Technology**, v. 98, p. 7–13, 2014.

PETRIDOU, M.; VOYIATZI, C.; VOYIATZIS, D. Methanol, ethanol and other compounds retard leafsenescence and improve the vase life and quality of cutchrysanthemum flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v. 23, p. 79–83, 2011.

PODD, L.A.; STADEN, J.V. The role of ethanol and acetaldehyde in flower senescence and fruit ripening. **Plant Growth Regulation**, v. 26, p. 183-189, 2004.

PUN UK.; ICHIMURA K. Role of sugars in senescence and biosynthesis of ethylene in cut flowers. **Japan Agricultural Research Quarterly**, v. 37, p. 219-224, 2003.

RABIZA-SWIDER, J.; ROCHALA, J.; JEDRZEJUK, A.; SKUTNIK, E.; ŁUKASZEWSKA, A. Symptoms of programmed cell death in intact and cut flowers of clematis and the effect of a standard preservative on petal senescence in two cultivars differing in flower longevity. **Postharvest Biology and Technology**, v. 118, p. 183–192, 2016.

RANI, P. E SINGH, N. Senescence and Postharvest Studies of Cut Flowers: A CriticalReview. **Pertanika J. Trop. Agric. Sci.** V. 37 (2): 159 – 201, 2014.

SAEED, T.; HASSAN, I.; ABBASI, N. A.; JILANI, G. Effect of gibberellic acid on the vase life and oxidative activities in senescing cut gladiolus flowers. **Plant Growth Regul**, DOI 10.1007/s10725-013-9839-y, 2013.

SEREK, M.; REID, M. S. Ethylene and postharvest performance of potted kalanchoe. **Postharvest Biology and Technology**, v. 18, p. 43-48, 2000.

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

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. Flores e plantas ornamentais do Brasil. **Sebrae**. Brasília, DF. v. 1, 2015.

SHEIKH, F.; NEAMATI, S. H.; VAHDATI, N.; DOLATKHAHI, A. Study on Effects of Ascorbic Acid and Citric Acid on Vase Life of Cut Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) ‘Mariachi Blue’. **Journal of Ornamental Plants**, v. 4, n. 4, p. 245-252, 2014.

SINGH, A.; KUMAR, J.; SINGH P. Effect of plant growth regulators and sucrose on post harvest physiology, membrane stability and vase life of cut spikes of gladiolus. **Plant Growth Regul**, v. 55, p. 221–229, 2008.

SKUTNIK, E.; LUKASZEWSKA, A.; SEREK, M.; RABIZA, J. Effect of growth regulators on postharvest characteristics of *Zantedeschia aethiopica*. **Postharvest Biology and Technology**. V. 21, p. 241–246, 2001.

SOLGI, M.; KAFI, M.; TAGHAVI, T.S.; NADERI, R. Essential oils and silver nanoparticles (SNP) as novel agents to extend vase life of gerbera (*Gerbera jamesonii* cv. 'Dune')flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v. 53, p. 155–158, 2009.

SONEGO, G.; BRACKMANN, A. Conservação pós-colheita de flores. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, n.3, p.473-479, maio/jun. 1995.

SONG, L.-L.; LIU, H.; YOU, Y.-L.; SUN, J.; YI, C.; LI, Y.-B.; JIANG, Y.-M.; WU, J.-S. Quality deterioration of cut carnation flowers involves in antioxidante systems and energy status. **Scientia Horticulturae**, v. 170, p. 45–52, 2014.

TRIVEDI, M. Physicochemical and spectroscopic characterization of biofield energy treated gerbera multiplication médium. **Plant**, v. 3, n. 6, p. 57-63, 2015.

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

VAN DOORN, W.G.; DE WITTE, Y. Effect of bacteria on scape bending in cut *Gerbera jamesonii* flowers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 119, n. 3, p. 568-571, 1994.

VAN DOORN, W. G. Categories of Petal Senescence and Abscission: A Re-evaluation. **Annals of Botany**, v. 87, p. 447-456, 2001.

VAN DOORN, W. G. Effects of daffodil flowers on the water relations and vase life of roses and tulips. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 123, n. 1, p. 146-149, 1998.

VAN DOORN, W. G.; VASLIER, N. Wounding-induced xylem occlusion in stems of cut chrysanthemum flowers: roles of peroxidase and catechol oxidase. **Postharvest Biology and Technology**, v. 26, p. 275-284, 2002.

VAN DOORN. Is Petal Senescence Due to Sugar Starvation. **Plant Physiology**, v. 134, p. 35-42, 2004.

VAN MEETEREN, U. Water relations and keeping quality of cut gerbera flowers. III. Water content, permeability and dry weight of aging petals. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 10, 1979.

VAN MEETEREN, U. Water relations and keeping-quality of cut Gerbera flowers. I. The cause of stem break. **Scientia Horticulturae**, v. 8, n. 1, p. 65-74, 1978.

VEILING HOLAMBRA. **Critério de Classificação: Gérbera de Corte. 2016.** Disponível em: <http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=83> Acesso em 21/11/2016.

VEILING HOLAMBRA. **Gérbera de Vaso.** Disponível em: http://veiling.com.br/uploads/padrao_qualidade/criterios/gerbera-vaso-pote-14.pdf Acesso em 21/11/2016.

WAWRZYNCZAK, A.; GOSZCZYNSKA, D.M. Effect of pulse treatment with exogenous cytokinins on longevity and ethylene production in cut carnations (*Dianthus caryophyllus* L.). **Journal of Fruit Ornamental Plant Research**, v. 11, p. 77-88, 2003.

WITTE, Y.; HARKEMA, H.; VAN DOORN, W. G. Effect of antimicrobial compounds on cut Gerbera flowers: Poor relation between stem bending and numbers of bacteria in the vase water. **Postharvest Biology and Technology**, v. 91, p. 78–83, 2014.

WORLD FLORICULTURE MAP, 2015; 2016. https://research.rabobank.com/far/en/sectors/regional-foodagri/word_map_2016.html Acesso em 08/11/16.

WU M.J., ZACARIAS L., SALTVEIT M.E., REID M.S. Alcohols and carnation senescence. **HortScience**, v. 27, p. 136-138, 1992.

YOO, S-D.; CHO, Y.; SHEEN, J. Emerging connections in the ethylene signaling network. **Trends in plant science**, v. 14, n. 5, p. 270-279, 2009.

CAPÍTULO 2 – VIDA DE VASO DE GÉRBERAS DE CORTE CVS. LATARA E MISTIQUE SOB DIFERENTES MÉTODOS DE APLICAÇÃO COM ETANOL

RESUMO

Há evidências que a aplicação de etanol proporciona aumento na conservação de flores de corte. Porém, a forma de aplicação, concentração, assim como, a cultivar podem interferir nos potenciais resultados. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar três formas de aplicação de etanol, em diferentes concentrações, na pós-colheita de gérberas de corte cultivares Mistique e Latara. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial, com três métodos de aplicação (pulverização, *pulsing* e manutenção), três concentrações de etanol (5, 10 e 15%) e cinco dias de avaliação (0, 2, 4, 6 e 7 dias). Todas as hastes permaneceram a 20 ± 2 °C e 65% de UR. A cada dois dias foram realizadas análise visual das hastes com auxílio de escala de notas descritiva. Verificou-se que as maiores concentrações de etanol (10 e 15%), aplicados via *pulsing* ou manutenção reduziram a longevidade de gérberas cvs. Latara e Mistique, apresentando como principal sintoma o tombamento de hastes. Enquanto a pulverização, mostrou-se eficiente mesmo em alta concentração para a cv. Latara, conservada por mais tempo sob o efeito de 15% de etanol, diferentemente da cv. Mistique, que não apresentou aumento significativo quando pulverizada, independente da concentração, assemelhando-se a longevidade obtida das gérberas mantidas em apenas água destilada. Assim, seis dias foi a longevidade máxima obtida em gérberas cvs. Latara e Mistique.

Palavras-chave: flores; pós-colheita e conservação.

CHAPTER 2 - VASE LIFE OF CUT FLOWERS CV. LATARA AND MISTIQUE UNDER DIFFERENT FORMS OF ETHANOL APPLICATION

ABSTRACT

There is evidence that the application of ethanol provides an increase in the conservation of cut flowers. However, the form of application, concentration, as well as the cultivar may interfere with potential results. Thus, the present work had as objective to evaluate three forms of application of ethanol, in different concentrations, in the postharvest of cut gerberas of cultivars Mistique and Latara. The experiment was conducted in a completely full factorial design with three application methods (spraying, Pulsing and maintenance), three ethanol concentrations (5, 10 and 15%) and five days of evaluation (0, 2, 4, 6 And 7 days). All stems remained at 20 ± 2 ° C and 65% RH. Every two days were performed visual analysis of the stems with help of scale descriptive notes. It was verified that the higher concentrations of ethanol (10 and 15%), applied by pulsing or maintenance reduced the longevity of gerberas cvs. Latara and Mistique, presenting as main symptom the tipping of stems. While spraying, it was efficient even in high concentration for cv. Latara, conserved for the longest time under the effect of 15% ethanol, differently from cv. Mistique, which showed no significant increase when sprayed, independent of concentration, resembling the longevity obtained from the gerberas maintained in distilled water only. Thus, six days was the maximum longevity obtained in cvs gerberas. Latara and Mistique.

Keywords: flowers; post-harvest and conservation.

1. INTRODUÇÃO

Gérberas (*Gerbera jamesonii* L.) fazem parte da Família Asteraceae (INFOAGRO, 2016), estão entre as dez mais populares flores de corte comerciais em todo mundo (SOLGI et al., 2009). Seus híbridos são conhecidos pela forma e diversidade de cores: branca, rosa, amarelo, laranja, vermelha e roxa (BASHANDY et al., 2015). No entanto, a falta de cuidados, durante a colheita, transporte e armazenamento, acarreta uma série de danos, prejudicando a qualidade das flores e proporcionando aumento das perdas pós-colheita (KUMAR et al., 2014).

O envelhecimento e perda de qualidade das flores é causado, basicamente, pelo esgotamento das reservas energéticas (açúcares, ácidos orgânicos e outros), ação de etileno e/ou ácido abscísico e também pela oclusão dos vasos xilemáticos, normalmente causada pela proliferação de microorganismos (LOUBAUD; VAN DOORN, 2004; PELLEGRINI; BELLÉ, 2008), a qual promove ruptura do fluxo de água (NIJSSE et al., 1998) e posterior desidratação. Por isso, o uso de fitorreguladores (EMONGOR, 2004), açúcares (DURIGAN et al., 2013), etanol (PUN et al., 2014; FAROKHZAD et al., 2005; PETRIDOU et al., 2001) e a combinação destes produtos (DANAEE; MOSTOFI; MORADI, 2011), dentre outros agentes conservantes, tem sido alvo de estudo para aumentar a longevidade de flores de corte.

Há evidências que a aplicação de etanol na concentração de 6% prolongou a longevidade de rosas híbridas e minimizou a produção de etileno (IMANI et al., 2013). Na cultivar 'White Sim' 8% de etanol sob *pulsing*, aumentou a vida de vaso em relação ao controle (WU et al., 1992). Por outro lado, etanol via manutenção a 2, 3 e 4% melhorou a qualidade e retardou a senescência em crisântemos (PETRIDOU et al., 2001). O mecanismo de ação do etanol ainda é controverso, pois depende da forma de aplicação e sensibilidade da flor. Mas, há indícios que o etanol iniba crescimento de microorganismos na base da haste cortada, reduzindo obstruções (FAROKHZAD et al., 2005), conhecidas como oclusão vascular (VAN DOORN, 1998). Além disso, pode está envolvido na inibição da síntese de etileno, por inibir a atividade da aminociclopropano oxidase - ACC oxidase (WU et al., 1992). Por outro lado, o etanol em concentrações elevadas na célula vegetal pode causar fitotoxidez, levando ao mal funcionamento das membranas (HEINS; BLAKELY, 1980), antecipando assim, eventos típicos da senescência, tais como murcha e queda de pétalas (KAZEMI; HADAVI; HEKMATI, 2012).

Diante das pesquisas realizadas em torno da conservação de flores de corte, observou-se que a eficiência dos compostos utilizados, dependem do modo de aplicação e concentrações utilizadas dos conservantes (BOOSE; VAN STADEN, 1989). A vida de vaso foi estendida em rosas cv. Red One (GHOLAMI; RAHEMI; RASTEGAR, 2011), e íris cv. Discovery (MACNISH; JIANG; REID, 2010), sob *pulsing* com sacarose associada à reguladores de crescimento. Sob o método de manutenção o citrato de 8 – hidroxiquinolina e ácido giberélico, incrementaram a longevidade de rosas cv. Sonia (ICHIMURA et al., 2003) e gladiolos cv. White Prosperity (SAEED et al., 2013), respectivamente, e em alpinias pulverizadas com citocininas, a vida útil também foi prolongada (DIAS-TAGLIACOZZO; ZULLO; CASTRO, 2003). Assim, sugere-se que desde que seja manipulada a concentração adequada, associada ao método de aplicação, substâncias conservantes incrementam a longevidade de flores de corte, sendo necessários estudos que possam auxiliar na manutenção da qualidade por mais tempo, favorecendo a comercialização.

Os estudos desenvolvidos em gérberas de corte, utilizam substâncias conservantes como o ácido cítrico (XIE et al., 2008), málico, salicílico (JAMSHIDI; HADAVI; NADERI, 2012), fitorreguladores como ácido giberélico e benziladenina (EMONGOR, 2004; DANAEI; MOSTOFI; MORADI, 2011), sendo que a utilização de etanol isolado, ainda é escassa.

Assim, acredita-se que o uso de etanol aplicado isoladamente e/ou associado ao método de aplicação, pode proporcionar efeitos benéficos na conservação de gérberas de corte. Logo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar três formas de aplicação de etanol em diferentes concentrações, na pós-colheita de duas cultivares de gérbera de corte.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL

Gérberas (*Gerbera jamesonii* L.) da variedade Latara (flor branca) e Mistique (flor laranja), proveniente do município de Gravatá – PE foram colhidas, transportadas, sob refrigeração à $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, por aproximadamente cinco horas, para os laboratórios da Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

2.2 MANUSEIO E IMPOSIÇÃO DOS TRATAMENTOS

Ao serem recepcionadas, as hastes foram cortadas em recipientes contendo água, padronizadas em 35 cm de comprimento. Vinte hastes de cada variedade foram separadas em três grupos. No primeiro grupo, foram pulverizadas com auxílio de um borrifador contendo 0 (controle), 5, 10 e 15% de etanol, até o ponto de escorrimento e mantidas suas bases em 500 mL de água destilada. No segundo grupo, as bases das hastes foram imersas nas mesmas concentrações de etanol, por 48 horas, denominado *pulsing*. Tanto as hastes pulverizadas quanto as do *pulsing*, a cada dois dias foi renovada a água destilada, como também, foram cortados pequenos segmentos da base das hastes. No terceiro grupo (manutenção), as hastes foram mantidas nas mesmas concentrações de etanol, a cada dois dias as soluções foram repostas, e também cortada a base das hastes.

Em todos os casos, os recipientes no qual as bases foram submersas estavam cobertos com filme de policloreto de polivinila (PVC).

2.3 CONSERVAÇÃO E AVALIAÇÃO

Todas as hastes permaneceram por sete dias a temperatura $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$. A cada dois dias foi realizada análise visual das hastes, com base em uma escala de notas escala tipo Likert de cinco pontos (Figura 1).

Com base na análise visual foram descritas características que determinaram o limite comercial das flores, denominado longevidade. Ao atingirem este limite, nota 3, foi considerado como a máxima longevidade.

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial triplo, 3 x 3 x 5, para cada cultivar, composto por três métodos de aplicação (pulverização, *pulsing* e manutenção), três concentrações de etanol (5, 10 e 15%) e 5 dias de avaliação (0, 2, 4, 6 e 7 dias).

Assim, os dados obtidos foram submetidos à teste de normalidade, homocedasticidade, análise de variância e as médias comparadas mediante o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico Sisvar 5.6 e os gráficos foram plotados no SigmaPlot 10.0.



5- EXCELENTE: lígulas com coloração uniforme, túrgidas, curvadas para o centro do botão, haste ereta e túrgida, excelente para comercialização.

4- BOM: lígulas com coloração uniforme, túrgidas, pouco curvadas para o centro do botão, hastes eretas e túrgidas, boas para comercialização.

3- INTERMEDIÁRIA: lígulas aplainadas, pequena mudança na coloração, haste ligeiramente curvada, limite de comercialização.

2- REGULAR: lígulas com sintomas de murcha e queda, amarelamento acentuado, ligeiramente curva para trás, inadequada para a comercialização.

1- RUIM: murchamento avançado das lígulas, curvadas para trás e/ou ruptura da haste.

Figura 1. Escala tipo Likert de cinco pontos sobre a conservação de géberas de corte cv. Latara (Branca) e Mistique (Laranja).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pulverização com etanol nas concentrações de 5, 10 e 15% incrementou a vida de vaso em gérberras de corte cv. Latara, na qual a concentração de 15% manteve por seis dias, com qualidade comercial, representada pela nota 3 (Tabelas 1 e 2). Enquanto a longevidade das hastes mantidas em apenas água destilada (controle), foi aproximadamente três dias (Tabelas 1 e 2). Por outro lado, a pulverização com etanol não incrementou a vida de vaso em gérberras de corte cv. Mistique, com relação ao controle (Tabelas 1 e 2). A pulverização, mesmo sendo um método em que a aplicação do produto se dá diretamente no tecido-alvo, nem sempre é eficiente, como também observado por Finger et al., (2004), utilizando ácido aminooxiacético e acetilsalicílico em diferentes concentrações. No presente trabalho, para a cv. Mistique, a pulverização nas concentrações estudadas não foi uma alternativa recomendável, diferentemente da cv. Latara.

Tabela 1. Vida de vaso de gérberras de corte cv. Mistique submetidas a diferentes métodos de aplicação e concentração de etanol, mantidas a 20 ± 2 °C e UR $65 \pm 2\%$.

Etanol (%)	Longevidade cv. Latara (Dias)		
	Pulverização	<i>Pulsing</i>	Manutenção
0	2,66 cA	2,66 cA	2,66 aA
5	4,00 Bb	5,66 aA	1,66 bC
10	4,00 bA	4,00 bA	0,00 cB
15	6,00 aA	0,00 dB	0,00 cB

Etanol (%)	Longevidade cv. Mistique (Dias)		
	Pulverização	<i>Pulsing</i>	Manutenção
0	3,66 aA	3,66 bA	3,66 bA
5	4,00 aB	6,00 aA	6,00 aA
10	4,00 aA	1,66 cB	2,00 cB
15	0,00 bA	0,00 dA	0,00 dA

*Médias seguidas por letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). As letras em **negrito** destacam o tempo máximo de conservação para cada método de aplicação.

Tabela 2. Média de notas para aparência de gérbemas de corte cvs. Latara e Mistique submetidas a diferentes métodos de aplicação e concentração de etanol, mantidas a 20 ± 2 °C e UR $65 \pm 2\%$.

Etanol (%)	Dias de avaliação cv. Latara														
	0	2	4	6	7	0	2	4	6	7	0	2	4	6	7
	Pulverização					<i>Pulsing</i>					Manutenção				
0	5,00 aA	2,66 bA	1,00 bA	1,00 bA	1,00 aA	5,00aA	2,66 bcA	1,00 bA	1,00 bA	1,00 aA	5,00 aA	2,66 aA	1,00 aA	1,00 aA	1,00 aA
5	5,00 aA	5,00 aA	3,33 aA	1,66abAB	1,00 aA	5,00 aA	5,00 aA	4,00 aA	3,33aA	1,00 aA	5,00 aA	1,66 aB	1,00 aB	1,00 aB	1,00 aA
10	5,00 aA	5,00 aA	3,66 aA	2,00 abA	1,00 aA	5,00 aA	3,33 abB	3,00 aA	1,33bA	1,00 aA	5,00 aA	1,00 aC	1,00 aB	1,00 aA	1,00 aA
15	5,00 aA	5,00 aA	4,66 aA	3,33 aA	1,33 aA	5,00 aA	1,00 cB	1,00 bB	1,00bB	1,00 aA	5,00 aA	1,00 aB	1,00 aB	1,00 aB	1,00 aA
Etanol (%)	Dias de avaliação cv. Mistique														
	0	2	4	6	7	0	2	4	6	7	0	2	4	6	7
	Pulverização					<i>Pulsing</i>					Manutenção				
0	5,00 aA	3,66 aA	3,00 aA	1,66 aA	1,00 aA	5,00 aA	3,66 aA	3,00 aA	1,66 bA	1,00 aA	5,00 aA	3,66 aA	3,00 aA	1,66 bA	1,00 aA
5	5,00 aA	4,00 aA	3,66 aA	1,00 aB	1,00 aA	5,00 aA	3,66 aA	3,33 aA	3,33 aA	1,00 aA	5,00 aA	4,33 aA	3,33 aA	3,33 aA	1,00 aA
10	5,00 aA	3,66 aA	3,66 aA	1,66 aA	1,33 aA	5,00 aA	1,66 bB	1,00 bB	1,00 bA	1,00 aA	5,00 aA	3,66 aA	1,33 bB	1,00 bA	1,00 aA
15	5,00 aA	1,00 bA	1,00 bA	1,00 aA	1,00 aA	5,00 aA	1,00 bA	1,00 bA	1,00 bA	1,00 aA	5,00 aA	1,00 bA	1,00 bA	1,00 bA	1,00 aA

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna (diferentes concentrações de etanol) e maiúscula na linha (Métodos de Aplicação: pulverização, *pulsing* e manutenção. OBS: associando dia com método de aplicação), não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). As letras em **negrito** destacam o tempo máximo de conservação para cada método de aplicação.

A aplicação de 5% de etanol, na forma de *pulsing*, tanto nas gérberas cv. Latara como Mistique promoveu maior longevidade, seis dias para ambas (Tabelas 1 e 2), comparadas com 2,66 e 3,66 dias, respectivamente, nas hastes controle (Tabela 1). Além disso, notou-se que gérberas da cv. Latara não toleraram o etanol aplicado por manutenção, em qualquer concentração estudada no presente trabalho, visto que a longevidade foi, em todos os casos, inferior ao controle (Tabelas 1 e 2). Diferente da gérbera cv. Mistique, no qual apenas a concentração de 5% de etanol aplicado por manutenção incrementou a longevidade desta variedade em 6 dias, com qualidade comercial (Tabelas 1 e 2).

Foi evidenciado que as maiores concentrações de etanol estudadas (10 e 15%), aplicados via *pulsing* ou manutenção reduziram a longevidade das gérberas Latara e Mistique, em relação às flores controle ou submetidas a menor concentração de etanol, 5% (Tabela 1). Por outro lado, a concentração 15% aplicada via pulverização nas lígulas, incrementou a conservação das gérberas Latara em três dias, em relação ao controle (Tabela 1).

A menor concentração, aplicada na forma de *pulsing* ou manutenção, aumentou a longevidade em dois dias para gérberas da cv. Mistique, e para a cv. Latara apenas sob *pulsing*, em relação ao controle (Tabela 1). O mesmo comportamento não foi obtido sob aplicação de 10 e 15 % de etanol, o qual pode ser devido a intolerância da haste a alta concentração de etanol, causando toxicidade ou obstrução das células condutoras, possivelmente afetando a integridade de membranas e consequente desidratação da parte aérea, mais rapidamente (HEINS; BLAKELY, 1980; SONG et al., 2014). Visto que, na solução de manutenção o etanol permanece continuamente até o final de 7 dias, diferentemente do *pulsing*, no qual o contato das hastes com o etanol foi estabelecido em 48 horas, provavelmente estimulou a toxidez, mais rapidamente, nas hastes submetidas à manutenção, associadas à alta concentração aplicada.

O deslocamento do etanol via *pulsing* ou manutenção, ocorre através dos vasos xilemáticos até as células das lígulas, observou-se que em ambos os casos as células condutoras foram mais sensíveis às concentrações de 10 e 15%, no qual foi verificado tombamento (Figura 2), como também observado em cravos (WU et al., 1992). Normalmente a pulverização é utilizada na aplicação de produtos pouco móveis, tais como nitrato de prata, o qual promoveu o retardo na senescência de cravos (VAN DOORN; HAN, 2011), mostrando-se pouco eficiente ao ser aplicado na base da haste

(VEEN, 1979), tal efeito positivo não foi obtido em nenhuma das concentrações testadas no presente trabalho para a cv. Mistique, apenas para a cv. Latara à 15%, evidenciando a suscetibilidade diferencial das células parenquimáticas que compõem as lígulas.



Figura 2. Tombamento de gérbera de corte cv. Latara sob aplicação de etanol, conservadas a $20 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $65 \pm 2\%$.

Em geral, foi verificado que gérberas da cv. Latara apresentaram longevidade de seis dias, pulverizadas com 15% de etanol ou 5% em *pulsing*. Quanto à cv. Mistique, a mesma longevidade foi obtida sob o efeito de 5% de etanol para os métodos de *pulsing* ou manutenção (Tabelas 1 e 2). O uso do etanol em baixas concentrações, estimulou efeitos positivos na pós-colheita de flores de corte, principalmente nas sensíveis ao etileno tais como, *lisianthus* com 2% de etanol (FAROKHZAD et al., 2005), cravo cv. White Sim à 2% (WU et al., 1992) e cv. Yellow Candy à 4% (PUN et al., 2001). Porém, em concentrações acima de 10%, como no presente estudo, crisântemos (BAZAZ; TEHRANIFAR; KARIKAZI, 2015) e *bougainvillea* (HOSSAIN et al., 2007) apresentaram longevidade semelhante às flores mantidas em apenas água destilada, desenvolvendo sintomas de senescência precocemente. Isso sugere que a imposição de altas concentrações para pulverização são recomendadas, de acordo com a cultivar e método de aplicação, enquanto as baixas concentrações proporcionam melhores respostas sob métodos de imersão, seja *pulsing* ou manutenção.

Sabe-se que os mecanismos decorrentes do uso de etanol nas células são muito complexos e ainda não estão completamente compreendidos. Além disso, a curta longevidade obtida em gérberas cv. Latara e Mistique sob efeito de altas concentrações de etanol (10 e 15%), independente do método de aplicação, exceto para a cv. Latara

pulverizada, indica que concentrações acima de 5% de etanol, não são recomendadas, assim como a combinação com agentes biocidas, podem minimizar o tombamento de hastes e auxiliar no retardo dos sintomas de senescência.

4. CONCLUSÕES

Gérberas da cultivar Latara apresentaram maior longevidade, 6 dias, pulverizadas com etanol à 15% ou sob *pulsing* à 5%. A mesma longevidade foi alcançada em gérberas da cultivar Mistique com 5% de etanol via *pulsing* e manutenção. Assim, verificou-se que o uso de etanol contribui para a manutenção da qualidade de gérberas, aumentando a vida útil, com a eficiência dependente da cultivar utilizada e sensibilidade às concentrações e métodos de aplicação.

Portanto, de acordo com os resultados obtidos, os tratamentos foram agrupados comparando-se a longevidade alcançada das hastes mantidas em apenas água destilada, com relação as gérberas sob efeito dos tratamentos, apresentando graficamente se houve incremento ou retardo na senescência (Figura 3).

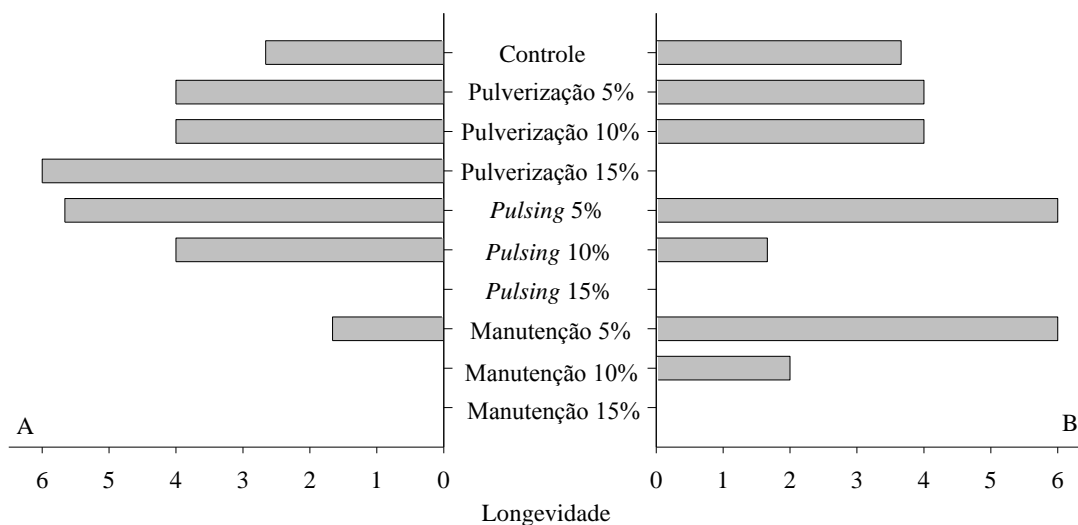


Figura 3. Efeito de diferentes concentrações de etanol e métodos de aplicação: pulverização, *pulsing* e manutenção, na longevidade de gérberas cultivares Latara (A) e Mistique (B).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASHANDY, H.; PIETIÄINEN, M.; CARVALHO, E.; LIM, KEAN-JIN; ELOMAA, P.; MARTENS, S.; TEERI, T. Anthocyanin biosynthesis in gerbera cultivar 'Estelle' and its acyanic sport 'Ivory'. **Planta**, v. 242, p. 601–611, 2015.
- BAZAZ, A. M.; TEHRANIFAR, A.; KARIZAKI, A. R. Use of ethanol, methanol and essential oils to improve vase-life of chrysanthemum cut flowers. **International Research Journal of Applied and Basic Sciences**, v. 9, n. 8, p. 1431-1436, 2015.
- BOOSE, A.; VAN STADEN, J. Cytokinins in cut carnation flowers. V. Effect of cytokinin type, concentration and mode of application on flower longevity. **Journal of Plant Physiology**, v. 135, p. 155-159, 1989
- DANAEE, E; MOSTOFI, Y E MORADI, P. Effect of GA3 and BA on Postharvest Quality and Vase Life of Gerbera (*Gerbera jamesonii*. cv. Good Timing) Cut Flowers. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v. 52, n. 2, p. 140-144, 2011.
- DIAS-TAGLIACOZZO, G.M.; ZULLO, M.A.; CASTRO, C.E.F. Caracterização física e conservação pós-colheita de alpinia(*Alpinia purpurata*. Vieill Schum.). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 9, n. 1, p. 27-31, 2003.
- DURIGAN, M.F.B.; MATTIUZ, B; RODRIGUES, T. de J.D.; MATTIUZ, C.F.M. Uso de soluções de manutenção contendo ácido cítrico, cloro ou 8-HQC na conservação pós-colheita de flores cortadas de gérbera 'Suzanne'. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. V. 19, N°2, p. 107-116, 2013.
- EMONGOR, V.E. Effect of gibberellic acid on postharvest quality and vase life of gerbera cut flowers (*Gerbera jamesonii*). **Journal of Agronomy**, v. 3, p. 191-195, 2004.
- FAROKHZAD, A.; KHALIGHI, A.; MOSTOFI, Y.; NADERI, R. Role of ethanol in the vase life and ethylene production in cut Lisianthus (*Eustoma grandiflorum Mariachii*. cv. Blue) flowers. **Journal of Agriculture & Social Sciences**, v.1, p. 309-312, 2005.
- FINGER, F. L.; CARNEIRO, T. F.; BARBOSA, J. G. Senescência pós-colheita de inflorescências de esporinha (*Consolida ajacis*). **Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília**, v.39, n.6, p.533-537, 2004.

GHOLAMI, M.; RAHEMI, M.; RASTEGAR, S. Effect of Pulse Treatment with Sucrose, Exogenous Benzyl Adenine and Gibberellic Acid on Vase Life of Cut Rose 'Red One'. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v. 52, n. 5, p. 482-487, 2011.

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

HOSSAIN, A. B. M. S.; BOYCE, A. N.; OSMAN, Normaniza. Postharvest quality, vase life and photosynthetic yield (chlorophyll fluorescence) of *Bougainvillea* flower by applying ethanol. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 1, n. 4, p. 733-740, 2007.

ICHIMURA, K.; KAWABATA, Y.; KISHIMOTO, M.; GOTO, R.; YAMADA, K. Shortage of soluble carbohydrates is largely responsible for short vase life of cut'Sonia'rose flowers. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 72, n. 4, p. 292-298, 2003.

IMANI, M. H.; HASHEMABADI, D.; KAVIANI, B.; ZARCHINI, M. Improving water relations and postharvest quality of cut rose (*Rosa hybrida* L. cv. 'Avalanche') by ethanol. **Annals of Biological Research**, v. 4, p. 256-259, 2013.

INFOAGRO, 2016 INFOAGRO. **El cultivo de la gerbera**. Disponível em: <<http://www.infoagro.com/flores/flores/gerbera.htm>>. Acesso em: junho de 2016

JAMSHIDI, M.; HADAVI, E.; NADERI, R. Effects of Salicylic Acid and Malic Acid on vase life and bacterial and yeast populations of preservative solution in cut Gerbera flowers. **International Journal of AgriScience**, v. 2, n. 8, p. 671-674, 2012.

KAZEMI, M.; HADAVI, E.; HEKMATI, J. Effect of salicylic acid, malic acid, citric acid and sucrose on antioxidant activity, membrane stability and ACC-Oxidase activity in relation to vase life of carnation cut flowers. **Journal of Agricultural Technology**, v. 8, n. 6, p. 2053-2063, 2012.

KUMAR, M.; SINGH, V. P.; ARORA, A.; SINGH, N. The role of abscisic acid (ABA) in ethylene insensitive Gladiolus (*Gladiolus grandiflora* Hort.) flower senescence. **Acta Physiol Plant**, v. 36, p. 151–159, 2014.

LOUBAUD, M.; VAN DOORN, G. Wound-induced and bacteria-induced xylem blockage in roses, *Astible*, and *Viburnum*. **Postharvest Biology and Technology**, v. 32, p.281-288, 2004.

MACNISH, A. J.; JIANG, C-Z.; REID, M. S. Treatment with thidiazuron improves opening and vase life of iris flowers. **Postharvest biology and technology**, v. 56, n. 1, p. 77-84, 2010.

NIJSSE, J.; VAN MEETEREN, U.; KEIJZER, C. J. Air in xylem vessels of cut flowers. **In: XXV International Horticultural Congress, Part 7: Quality of Horticultural Products**, v. 517. p. 479-486, 1998.

PELLEGRINI, M. B. Q.; BELLÉ, R. A. O que você precisa saber sobre pós-colheita de flores. **Revista Campos e Negócios**, Uberlândia, v. 35, n. 69, p. 125-126, 2008.

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

PUN, U. K.; ROWARTH, J.S.; BARNES, M.F.; HEYES, J.A. The role of ethanol or acetaldehyde in the biosynthesis of ethylene in carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) cv. Yellow Candy. **Postharvest biology and technology**, v. 21, n. 2, p. 235-239, 2001.

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

SAEED, T.; HASSAN, I.; ABBASI, N. A.; JILANI, G. Effect of gibberellic acid on the vase life and oxidative activities in senescing cut gladiolus flowers. **Plant Growth Regul**, DOI 10.1007/s10725-013-9839-y, 2013.

SOLGI, M.; KAFI, M.; TAGHAVI, T.S.; NADERI, R. Essential oils and silver nanoparticles (SNP) as novel agents to extend vase life of gerbera (*Gerbera jamesonii* cv. ‘Dune’)flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v. 53, p. 155–158, 2009.

SONG, L.-L.; LIU, H.; YOU, Y.-L.; SUN, J.; YI, C.; LI, Y.-B.; JIANG, Y.-M.; WU, J.-S. Quality deterioration of cut carnation flowers involves in antioxidante systems and energy status. **Scientia Horticulturae**, v. 170, p. 45–52, 2014.

VAN DOORN, W. G. Effects of daffodil flowers on the water relations and vase life of roses and tulips. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 123, n. 1, p. 146-149, 1998.

VAN DOORN, W. G.; HAN, S. S. Postharvest quality of cut lily flowers. **Postharvest biology and technology**, v. 62, n. 1, p. 1-6, 2011.

VEEN, H. Effects of Silver on Ethylene Synthesis and Action in Cut Carnations. **Planta**, v. 145, p. 467-470, 1979.

WU, MJ.; ZACARIAS, L.; SALTVEIT, M. E.; REID, M. S. Alcohols and carnation senescence. **Hortscience**, v. 27, n. 2, p. 136-138, 1992.

XIE, L.; JOYCE, D. C.; IRVING, D. E.; EYRE, J. X. Chlorine demand in cut flower vase solutions. **Postharvest Biology and Technology**, v. 47, p. 267–270, 2008.

CAPÍTULO 3 – ETANOL E ÁCIDO CÍTRICO AUMENTAM A LONGEVIDADE DE GÉRBERA CV. MISTIQUE

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi estudar as mudanças físico-químicas que comprometem a longevidade de gérberas de corte cv. Mistique, submetidas a etanol e/ou ácido cítrico. As hastes foram transportadas a 20 ± 2 °C, por aproximadamente 5 horas, selecionadas e padronizadas a 35 cm de comprimento, mantidas a 20 ± 2 °C e UR $65 \pm 2\%$, sob iluminação contínua. Nos dois primeiros experimentos, as gérberas foram submetidas a dois métodos de aplicação (*pulsing* 48 horas e manutenção), sob diferentes concentrações de etanol (4, 6 e 8%) e/ou ácido cítrico (100 e 200 mg L⁻¹), por fim, água destilada (controle), a cada dois dias foi realizada análise visual, com base em uma escala de notas. Observou-se que a solução composta pela menor concentração de etanol (4%), combinada com a de ácido cítrico (100 mg L⁻¹), proporcionou maior longevidade de gérbera cv. Mistique, independente se a imersão foi por *pulsing* ou mantida por seis dias. Estes resultados foram base para um terceiro experimento, no qual hastes de gérberas cv. Mistique foram imersas por *pulsing* de 48 horas, em soluções contendo etanol (4%), ácido cítrico (100 mg L⁻¹), etanol (4%) + ácido cítrico (100 mg L⁻¹) ou água destilada (controle). Foi verificado que as gérberas submetidas a solução com etanol (4%) + ácido cítrico (100 mg L⁻¹) apresentaram, durante a conservação, menores perda de massa fresca, maior conteúdo relativo de água, menor extravasamento de eletrólitos e aumento mais lento nas atividades da polifenoloxidase e peroxidase. Isso proporcionou retardo no tombamento das hastes e melhor aparência, resultando em longevidade máxima de quatro dias. Sabe-se que dependendo da distância a ser percorrida, quatro dias, é aparentemente, pouco tempo para a comercialização, entretanto, o ganho na longevidade a partir da combinação de etanol e ácido cítrico foi significativamente maior em relação ao controle. Portanto, tais substâncias, etanol e ácido cítrico combinados, evidenciaram potencial para o incremento na vida de vaso de gérberas cv. Mistique, sendo necessários mais estudos sobre novas concentrações e métodos de aplicação, em outras cultivares, visando a maior longevidade.

Palavras-chave: flores, conservação pós-colheita, *pulsing* e manutenção.

CHAPTER 3 - ETHANOL AND CITRIC ACID INCREASE THE LONGEVITY OF GERBERA CV. MYSTIQUE

ABSTRACT

The objective of the present work was to study the physico-chemical changes that compromise the longevity of cut gerbera cv. Mistique, subjected to ethanol and / or citric acid. The stems were transported at 20 ± 2 °C, for approximately 5 hours, selected and standardized at 35 cm in length, maintained at 20 ± 2 °C and RH 65 ± 2 %, under continuous lighting. In the first two experiments, the germination was subjected to two methods of application (pulsing 48 hours and maintenance), under different concentrations of ethanol (4, 6 and 8%) and/or citric acid (100 and 200 mg L⁻¹), finally, distilled water (control), every two days a visual analysis was performed, based on a scale of notes. It was observed that the solution composed of the lower concentration of ethanol (4%), combined with that of citric acid (100 mg L⁻¹), provided greater longevity of gerbera cv. Mistique, independent of whether the immersion was by pulsing or maintained for six days. These results were the basis for a third experiment, in which stems of gerbera cv. Mistique were immersed by pulsing of 48 hours in solutions containing ethanol (4%), citric acid (100 mg L⁻¹), ethanol (4%) + citric acid (100 mgL⁻¹) or distilled water (control). It was verified that the gerberas submitted to solution with ethanol (4%) + citric acid (100 mg L⁻¹) presented, during the conservation, smaller loss of fresh bulk, higher relative water content, lower electrolyte extravasation and slower increase in polyphenoloxidase and peroxidase activities. This provided delay in stem tipping and improved appearance, resulting in maximum longevity of four days. It is known that depending on the distance to be traveled, four days is apparently short time for commercialization, however, the longevity gain from the ethanol and citric acid combination was significantly higher in relation to the control. Therefore, such substances, ethanol and citric acid combined, showed potential to increase the vase life of gerberas cv. Mistique, being necessary more studies on new concentrations and application methods, in other cultivars, aiming the greater longevity.

Keywords: flowers, post-harvest conservation, pulsing and maintenance.

1. INTRODUÇÃO

A produção de plantas ornamentais tem crescido em todo o mundo, movimentando cada vez mais a economia do setor nas últimas duas décadas (KUMAR et al., 2014). A preferência dos consumidores por flores mais conhecidas tradicionalmente como lírios, crisântemos e cravos, reduziu durante os anos 2000, dados obtidos no comércio da Holanda, principal país produtor de flores, no qual a procura por tulipas, gérberas e rosas tem crescido (LIM et al., 2012).

As gérberas (*Gerbera jamesonii* L.) são formadas por uma inflorescência, denominada de capítulo, e uma haste sem a presença de folhas (PERIK et al., 2012). Por possuírem diversas cores (EMONGOR, 2004) e aparência exuberante, são bastante comercializadas mundialmente. A partir do desligamento das hastes da planta-mãe, os sintomas da senescência são acelerados (TSEGAW et al., 2011), desencadeando a degradação e remobilização de proteínas, lipídios, ácidos nucleicos e por fim, a morte celular (HOEBERICHTS et al., 2005).

Em gérberas de corte, o curvamento da haste nos primeiros dias pós-colheita é um grande problema para sua comercialização (WITTE; HARKEMA; VAN DOORN, 2014), pois os consumidores exigem a qualidade, durabilidade e frescor, os quais dependem diretamente dos cuidados desde a colheita e durante o transporte (FISHER et al., 2015). Além disso, gérberas de corte são sensíveis a contaminação bacteriana na base da haste, já que após a adição de bactérias na solução de vaso, observou-se um rápido tombamento, sugerindo assim, que a contaminação bacteriana é um fator limitante na sua longevidade (BALESTRA et al., 2005).

A obstrução dos vasos xilemáticos resulta na perda de turgescência celular causada pelo desequilíbrio entre transpiração e absorção de água, visto que a transpiração não é reduzida tanto quanto a absorção de água, provocando o balanço hídrico negativo (VAN MEETEREN, 1978; MACNISH et al., 2008). A falta de suporte mecânico nas hastes de gérberas, principalmente o reduzido espessamento do xilema (PERIK et al., 2012), também pode contribuir para a flexão do caule.

Agentes conservantes, com propriedades biocidas (SOLGI et al., 2009), inibidores da ação do etileno (HOSSAIN et al., 2007) e fontes de energia (NORIKOSHI et al., 2016), são utilizados nas soluções de vaso para manter as flores viáveis por mais tempo, estimulando também a absorção de água (LU et al., 2010).

A aplicação de sacarose na solução de vaso aumentam o teor de carboidratos utilizados na respiração celular (RABIZA-SWIDER et al., 2016). Normalmente, açúcares são associados a agentes biocidas como citrato de 8-hidroxiquinolina, nitrato e tiosulfato de prata, cravacol, thymol, incrementando a longevidade de cravos (UDA et al., 1995; ICHIMURA et al., 2002), rosas (LIAO et al., 2000) e gérberas (SOLGI et al., 2009). O ácido cítrico também atua como biocida, reduzindo o bloqueio de vasos xilemáticos, por acidificar a solução (DOLE; WILKINS, 1999), aumentando a vida de vaso em crisântemos (MASHHADIAN et al., 2012) e cravos (KAZEMI; HADAVI; HEKMATI, 2012).

Estudos com etanol na longevidade de cravos, consta como um dos primeiros trabalhos relatando seu efeito positivo em flor de corte (HEINS, 1980). Mas as respostas obtidas são diferenciadas de acordo com cultivar e sensibilidade (HEINS; BLAKELY, 1980), tornado os estudos bem específicos para cada situação. O etanol em baixas concentrações em crisântemos, inibiu a biossíntese do etileno, reduziu a respiração, a atividade da ACC oxidase, sintase e os sintomas da senescência, aumentando sua longevidade (WOODSON et al., 1992; BAZAZ, TEHRANIFAR, KARIZAKI, 2015), também foi verificado em cravos (PUN et al., 2014) e lótus, quando combinado com ácido ascórbico ou ascorbato de cálcio (GAO et al., 2016). Por outro lado, o etanol em alta concentração, desencadeia fitotoxidez nas células, acelerando os eventos da senescência, devido o acúmulo de ésteres etílicos, responsáveis pela degradação da membrana plasmática (BAI et al., 2011).

Gérberas cv. Good Timing apresentaram aumento da vida útil, quando submetidas a *pulsing* com benziladenina e ácido giberélico, seguido de manutenção com etanol e sacarose (DANAEE; MOSTOFI; MORADI, 2011). Assim, nota-se que o etanol foi utilizado como produto auxiliar na conservação de gérberas, provavelmente, por serem consideradas pouco sensíveis ao etileno (NOWAK; RUDNICK; DUNCAN, 1990), diferente dos trabalhos em flores sensíveis ao etileno, como o cravo (WU et al., 1992), no qual o efeito do etanol é avaliado isoladamente. Portanto, trabalhos que priorizem o efeito do etanol em gérberas são escassos, fazendo-se necessária novas pesquisas.

Foi verificado que o etanol aplicado via imersão (*pulsing* ou manutenção), aumentou a longevidade para 6 dias, em gérberas das cultivares Latara e Mistique, na menor concentração utilizada (5%), o mesmo não foi observado nas concentrações de 10 e 15%, evidenciando fitotoxidez (Capítulo 2). Porém, no referido trabalho, foi utilizado o etanol isolado, e como as gérberas são pouco sensíveis ao etileno, o uso de outros

produtos associados, como o biocida ácido cítrico, o qual incrementou a longevidade em rosas (ICHIMURA et al., 2003) e lírios (DARANDEH; HADAVI, 2012), pode manter a longevidade de gérberas por mais tempo.

Acredita-se que o uso combinado de etanol com ácido cítrico, em *pulsing* e/ou manutenção, pode minimizar as alterações físico-químicas e fisiológicas, contribuindo para o aumento da longevidade em gérberas. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi estudar as mudanças físico-químicas que comprometem a longevidade de gérberas de corte cv. Mistique, submetidas a etanol e ácido cítrico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL

Gérberas (*Gerbera jamesonii* L.) cv. Mistique de coloração laranja foram obtidas em floricultura na cidade de Gravatá, estado de Pernambuco (8° 12' 35" S e 35° 34' 10" W; 489 m de altitude), Brasil. Em seguida, transportadas em condições de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ por aproximadamente 5 horas, para o laboratório de Pós-graduação em Produção Vegetal (PGPV) da UFRPE/UAST, em Serra Talhada – PE. Foram selecionadas e padronizadas em 35 cm de comprimento, com cortes na base da haste em bisel, imersas em água.

Todas as hastes foram mantidas a $20 \pm 2^\circ\text{C}$ e UR $65 \pm 2\%$, sob iluminação contínua, como recomendado por van Meeteren (1978), para condução dos experimentos.

2.2 MANUSEIO E IMPOSIÇÃO DOS TRATAMENTOS

2.2.1 *Pulsing* e manutenção com etanol e ácido cítrico

As inflorescências foram dispostas em vaso plástico contendo 500 mL de solução e protegidos com filme de policloreto de vinila (PVC). No primeiro experimento, gérberas foram submetidas a *pulsing*, por 48 horas, contendo etanol (4, 6 e 8%), ácido cítrico (100 e 200 mg L⁻¹), etanol (4, 6 e 8%) + 100 mg L⁻¹ de ácido cítrico, etanol (4, 6 e 8%) + 200 mg L⁻¹ de ácido cítrico ou água destilada (controle). Após este período, as soluções foram substituídas por água destilada e renovada a cada dois dias. No segundo experimento, as soluções nas mesmas concentrações foram renovadas a cada dois dias, mantendo-se as concentrações no decorrer da conservação das hastes. Em ambos os casos, o volume utilizado foi de 500 mL de água destilada ou solução.

As hastes permaneceram à $20 \pm 2^\circ\text{C}$ e UR $65 \pm 2\%$, sob iluminação contínua, por seis dias. A cada dois, foram atribuídas notas por avaliadores, individualmente, com auxílio de uma escala visual, como descrito no Capítulo 2.

2.2.2 *Pulsing* com etanol e ácido cítrico em gérberas

No terceiro experimento, foram selecionadas 48 hastes de gérberas cv. Mistique, as quais foram submetidas a *pulsing* por 48 horas, nas soluções com etanol (4%), ácido cítrico (100 mg L⁻¹), etanol (4%) + ácido cítrico (100 mg L⁻¹) e água destilada, como controle.

Foram designadas 48 hastes para análises não destrutivas (longevidade e variação de massa fresca), sendo 12 hastes por tratamento, subdivididas em quatro vasos. A coleta

de lígulas para os atributos físico-químicos e fisiológicos, foi realizada em um lote separado, composto por 120 hastes, sendo 30 hastes por tratamento, subdivididas em cinco vasos. Todas as hastes permaneceram à 20 ± 2 °C e UR $65 \pm 2\%$, sob iluminação contínua, por seis dias. A cada dois foram realizadas as análises a seguir.

2.2.2.1 Avaliação visual, longevidade e tombamento

A avaliação visual e longevidade foram realizadas como descritas no capítulo 2.

As hastes quebradas foram consideradas tombadas, conseqüentemente, impróprias para a comercialização, logo, descartadas. Além disso, as inflorescências que apresentaram sintomas avançados de senescência, como despigmentação e murcha, foram descartadas.

2.2.2.2 Variação da Massa fresca

A massa fresca das hastes foi obtida por meio da diferença percentual entre a massa fresca do dia de avaliação e a massa do dia anterior (MF_1), por meio da pesagem das hastes em balança semianalítica (ARD110 OHAUS). Determinada pela seguinte fórmula:

$$VMF = \{(MF_1 - MF_2) / MF_2\} \times 100$$

VMF: Variação da massa fresca (%)

MF_1 : Massa fresca do dia anterior

MF_2 : Massa fresca do dia de avaliação

2.2.2.3 Conteúdo relativo de água

Foram coletadas nove lígulas por repetição (vaso), a cada dois dias, início (0); 2; 4 e 6 dias. Em seguida, foram pesadas e imersas em água destilada por 4 horas. Foram secas com papel toalha, pesadas (massa túrgida), mantidas em estufa com circulação de ar forçado, a 65°C durante 12 horas.

O conteúdo relativo de água foi estimado por meio da equação abaixo, de acordo com WEATHERLEY, 1950; KRAMER, 1983:

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

2.2.2.4 Extravasamento de eletrólitos

Seguiu-se metodologia de Shanahan et al., (1990) com adaptações. Pesou-se 0,3 g de ligulas, em seguida foram imersas em 10 mL de água destilada em tubos de ensaio fechados e encubados por seis horas, tempo estabelecido com base em curva de ajuste (Figura 1), obtendo-se o extrato denominado de C1. Em seguida, foi medido a condutividade elétrica com auxílio de um condutímetro (DDS-12DW). Os mesmos tubos foram encubados a 100° C por 1 hora. Após esse período, permaneceram em temperatura ambiente até atingirem 25° C, obtendo-se o extrato C2, no qual foi medido a condutividade elétrica.

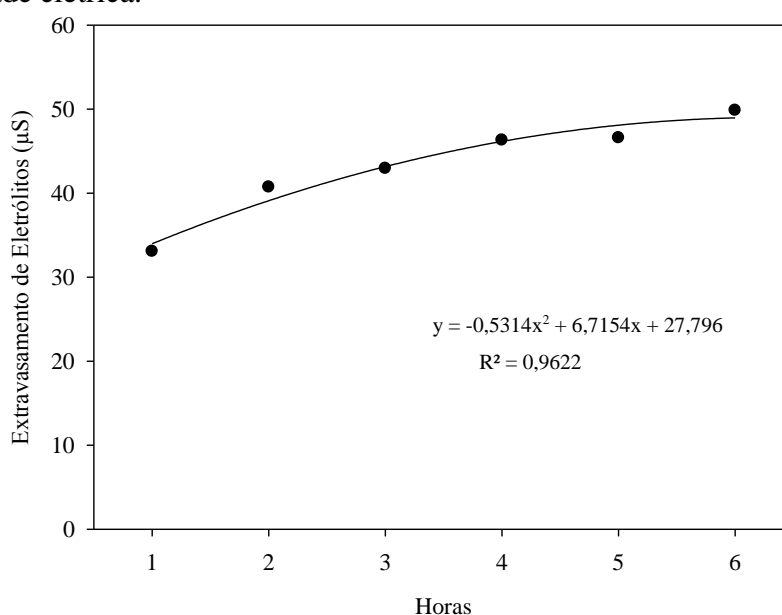


Figura 1. Curva de ajuste do tempo de incubação de ligulas de gérberas de corte cv. Mistique.

Estimou-se o extravasamento de eletrólitos (EE) pela relação abaixo. O resultado foi expresso em percentagem.

$$EE = (C1/ C2) \times 100$$

EE: Extravasamento de eletrólitos;

C1: Leitura após 6 horas de incubação;

C2: Leitura após 1 hora de incubação a 100° C.

2.2.2.5 Extração e Ensaio da Atividade da Peroxidase (POD, EC:1.11.1.7) e da Polifenoloxidase (PPO, EC:1.10.3.1)

A atividade da POD foi realizada pelo método de Hemeda e Kellin (1990). Com o auxílio de nitrogênio líquido foi realizada a maceração de 0,25 g de lígulas, em 1,3 mL de tampão fosfato de potássio 0,1 M (pH 7,0) mantido previamente a 4 °C. O extrato foi centrifugado a 13.000 x g por 26 minutos a 4°C.

O ensaio da POD foi determinado pela adição de 100 µL do sobrenadante ao meio de reação contendo 1,0 mL de tampão fosfato 0,01 M (pH 7,0), 100 µL de guaiacol (0,5 %) e 100 µL de peróxido de hidrogênio (0,08 %). Realizou-se as leituras em espectrofotômetro (Biochrom; modelo libra S8) a 470 nm, a uma temperatura de 30 °C, por um minuto. A atividade da peroxidase foi calculada com base no coeficiente de extinção molar de 26,6 mM cm⁻¹ para guaiacol, e expressa em nmol g⁻¹ MF min⁻¹.

O ensaio da PPO foi determinado pela adição de 100 µL do sobrenadante ao meio de reação contendo 1,3 mL de tampão de fosfato 0,01 M (pH 7,0) e 1,3 mL de catecol (0,2 M). As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (Biochrom; modelo libra S8) a 425 nm, a uma temperatura de 25 °C, por um minuto. A atividade da PPO foi calculada com base no coeficiente de extinção molar de 34 mM cm⁻¹ para catecol e expressa em nmol g⁻¹ MF min⁻¹.

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Em cada método de aplicação (*pulsing* ou manutenção), experimento foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial, 12 x 4, composto por 12 concentrações (água destilada, 4,6 e 8% de etanol; 100 e 200 mg L⁻¹; 4,6 e 8% + 100 mg L⁻¹ e 4,6 e 8% + 200 mg L⁻¹), e 4 dias de análises (0, 2, 4 e 6 dias). As médias foram comparadas através do teste de Tukey, < 0,05. O programa estatístico utilizado foi o Sisvar 5.6. Os gráficos foram plotados no SigmaPlot 10.0.

3. RESULTADOS

3.1 O TEMPO DE IMERSÃO COM ETANOL E/OU ÁCIDO CÍTRICO NÃO DIFERENCIOU NA LONGEVIDADE DE GÉRBERA CV. MISTIQUE

Observou-se que a queda das notas de gérberas foi muito rápida, pois no segundo dia, praticamente todas as hastes estavam abaixo da nota 3 (considerado limite comercial, ver capítulo 2). Isso não aconteceu para as hastes mantidas imersas em 4% de etanol e 100 mg L⁻¹ de ácido cítrico, no qual a nota 3, estendeu para quatro dias a longevidade (Figura 2C). As hastes mantidas com etanol (4%) e combinado com ácido cítrico (200 mg L⁻¹), mantiveram longevidade intermediária de dois dias (Figura 2A e D).

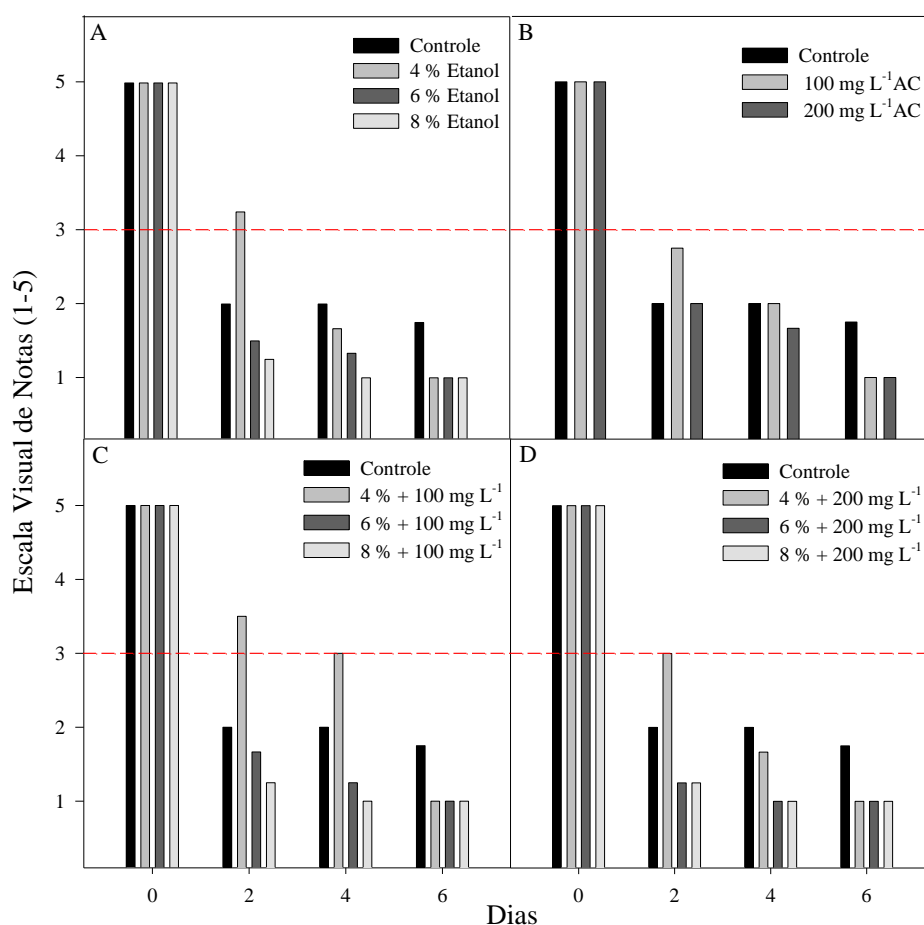


Figura 2. Notas de gérberas de corte cv. Mistique (cor laranja), sob manutenção utilizando: etanol 4, 6 e 8% (A), ácido cítrico 100 e 200 mg L⁻¹ (B), e a combinação entre os mesmos (C e D), ao longo dos dias de conservação, mantidas a 20 ± 2 °C e UR 65 ± 2%. As linhas pontilhadas significam o limite de aceitação comercial, de acordo com a figura 1, capítulo 2. *Ácido Cítrico = AC.

Flores de gérbas cv. Mistique mantidas sob *pulsing*, também apresentaram queda significativa das notas a partir do segundo dia, apenas os tratamentos com etanol (Figura 3A) e a combinação de etanol (4 ou 6%) com 100 mg L⁻¹ de ácido cítrico (Figura 3C), permaneceram com qualidade comercial neste período. Aos quatro dias, apenas as hastes tratadas com etanol (4%) e ácido cítrico (100 mg L⁻¹), mantiveram-se com nota acima de 3 (Figura 3C).

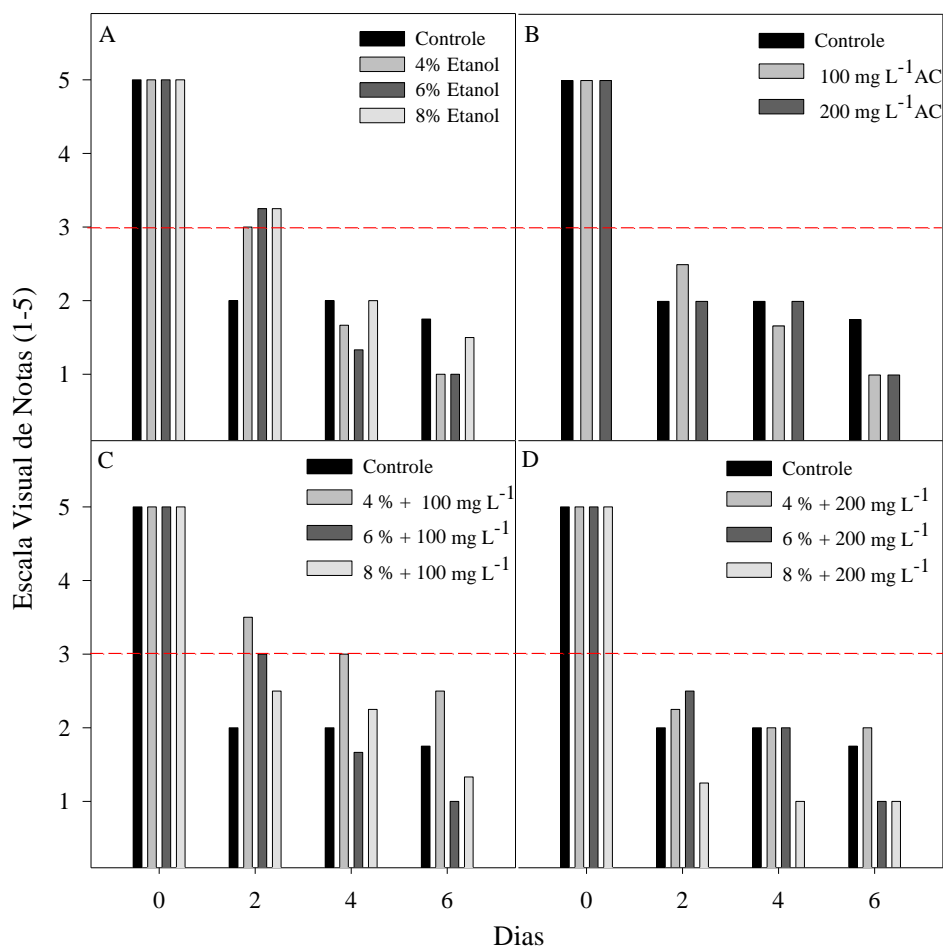


Figura 3. Notas de gérbas de corte cv. Mistique (cor laranja), sob *pulsing* utilizando: etanol 4, 6 e 8% (A), ácido cítrico 100 e 200 mg L⁻¹ (B), e a combinação entre os mesmos (C e D), ao longo dos dias de conservação, mantidas a 20 ± 2 °C e UR 65 ± 2%. As linhas pontilhadas significam o limite de aceitação comercial, de acordo com a figura 1, capítulo 2. *Ácido Cítrico = AC.

3.2 PULSING COM ETANOL E ÁCIDO CÍTRICO MINIMIZOU MUDANÇAS FÍSICO-QUÍMICAS E FISIOLÓGICAS EM GÉRBERAS DE CORTE CV. MISTIQUE

No início dos estudos, todas as gérberas estavam com notas 5 (Figura 4) apresentando-se próprias para comercialização, com lígulas de coloração uniforme, túrgidas e haste ereta, conforme descrito na figura 1, capítulo 2. A partir do quarto dia, observou-se pequena alteração na coloração das lígulas, não comprometendo as características necessárias para comercialização, representada pela nota 3 (Figura 4A e B), exceto para as hastes denominadas controle, no qual apresentou notas com média de 2,8, considerada abaixo do limite de comercialização (Figura 4B). Neste dia, também verificou-se tombamento de aproximadamente 40% para todas as gérberas submetidas a etanol e ácido cítrico isoladamente, como também, àquelas mantidas em água (Figura 4C). Porém, as hastes submetidas a aplicação de etanol e ácido cítrico combinados, o tombamento não chegou a 10%, no mesmo período (Figura 4C).

Aos seis dias, as notas caíram ainda mais para todas as hastes, com menor impacto para as flores submetidas a combinação 4% etanol + 100 mg L⁻¹ ácido cítrico (Et + AC), com nota média de 2,5, diferindo estatisticamente das demais (Figura 4B). Além disso, o tombamento foi igual ou superior a 50% em todas as hastes (Figura 4C).

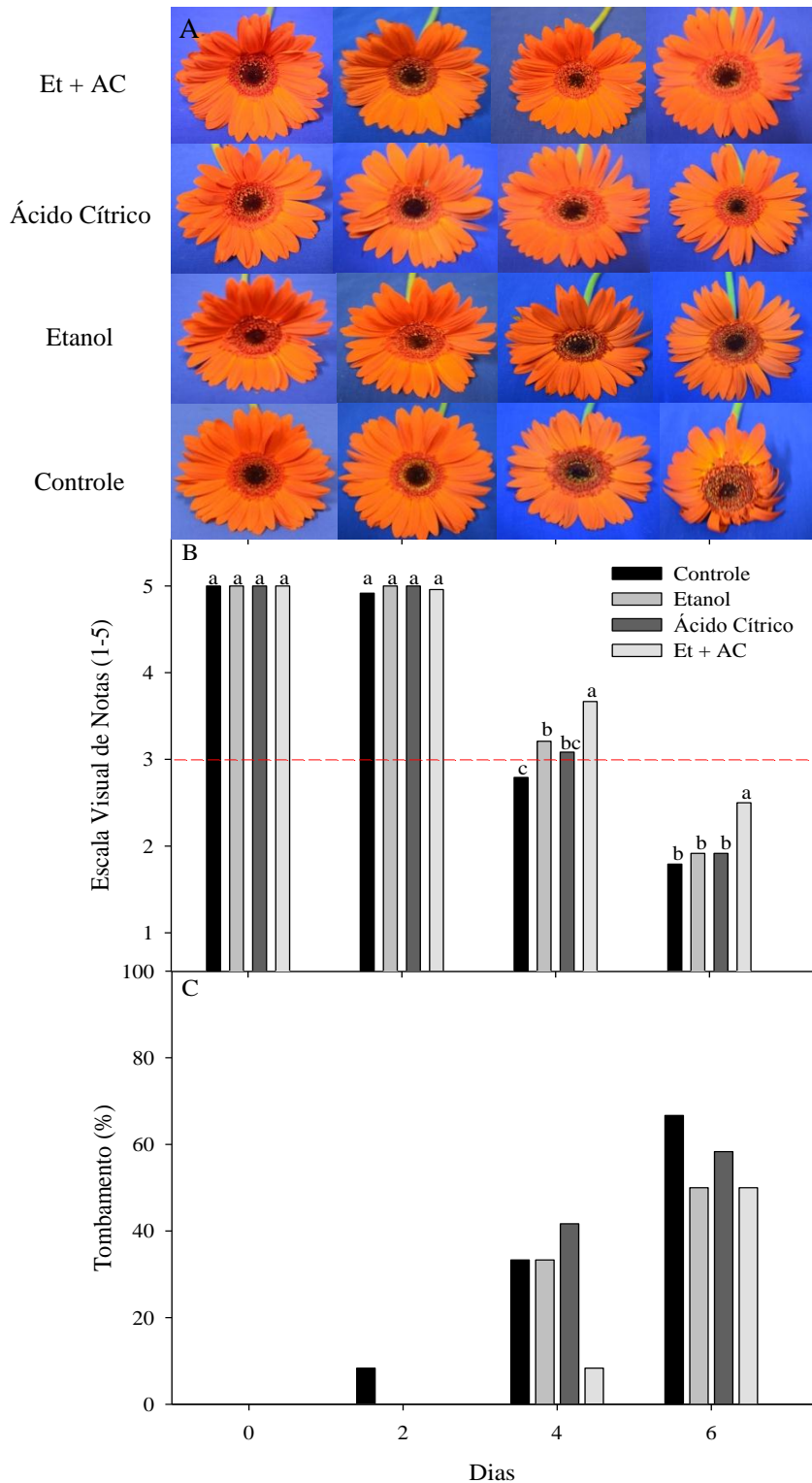


Figura 4. Aspecto visual (A), conservação baseada em escala de notas (B) e tombamento (C) em gérberas de corte cv. Mistique. Submetidas à pulsing de água destilada (Controle); 4% de etanol; 100 mg L⁻¹ ácido cítrico (AC) e 4% de etanol + 100 mg L⁻¹ ácido cítrico (AC) e 4% de etanol + 100 mg L⁻¹ ácido cítrico (Et +AC), mantidas a 20 ± 2 °C e UR 65%. A linha pontilhada significa o limite de aceitação comercial, de acordo com a figura 1, capítulo 2.

A perda de massa fresca aumentou em todas as gérbetas (Figura 5A). Sendo as hastes submetidas a Et + AC as que menos desidrataram ao final de seis dias, com valores próximos a 10%, enquanto as hastes controle foi de aproximadamente 20% (Figura 5A). Além disso, a combinação Et + AC possibilitou também maiores valores médios no conteúdo relativo de água nos dias quatro e seis (Figura 5B).

Verificou-se que nas hastes submetidas a etanol isolado ou combinado com ácido cítrico, o extravasamento de eletrólitos apresentou os menores valores médios no quarto e sexto dia, por outro lado, aquelas mantidas em água destilada (controle), sempre os maiores valores durante o mesmo período (Figura 5C).

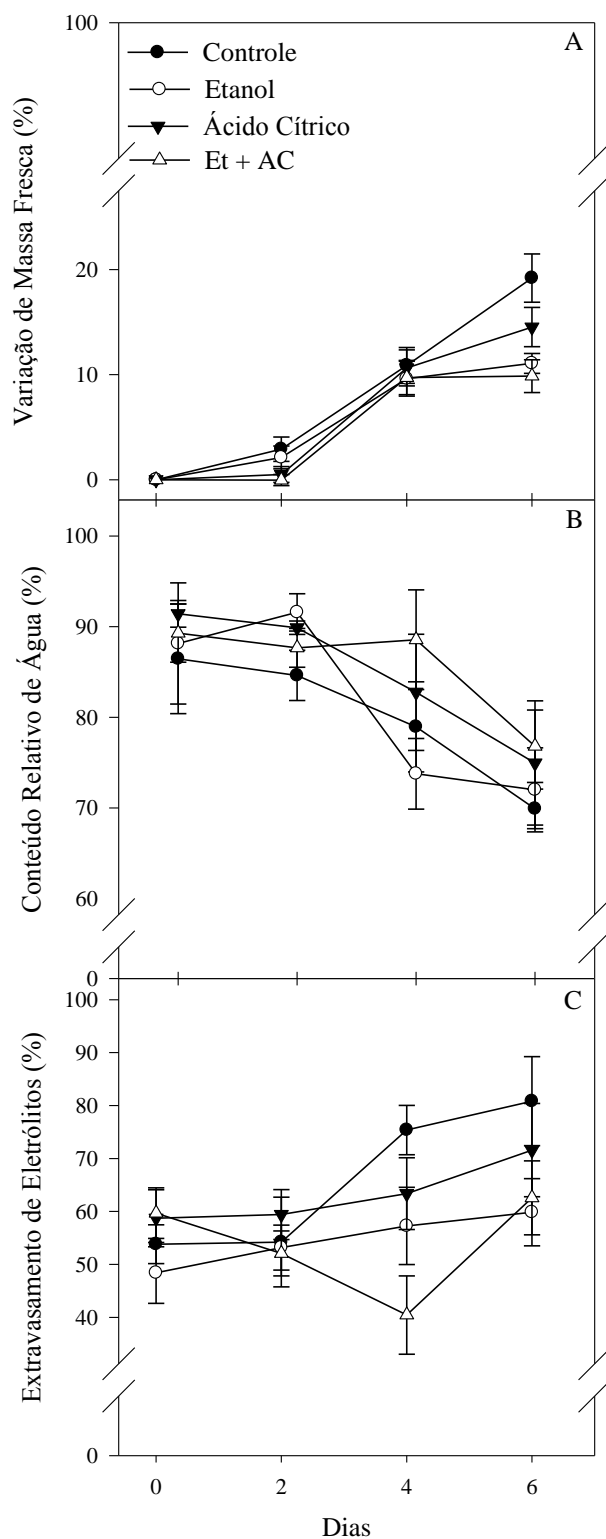


Figura 5. Variação de massa fresca (A), conteúdo relativo de água (B) e extravasamento de Eletrólitos (C), em gérberas de corte cv. 'Mistique'. Submetidas à pulsing de água destilada (Controle); 4% de etanol; 100 mg L⁻¹ ácido cítrico (AC) e 4% de etanol + 100 m mg L⁻¹ ácido cítrico (Et +AC), mantidas a 20 ± 2 °C e UR 65%.

As lígulas das hastes submetidas a Et + AC apresentaram menor atividade da PPO, em relação as demais em todos os dias estudados (Figura 6A). A atividade da POD aumentou gradativamente, mas, a partir de 4 dias, apenas as lígulas de hastes tratadas com a combinação Et + AC manteve-se, mais baixa (Figura 6B).

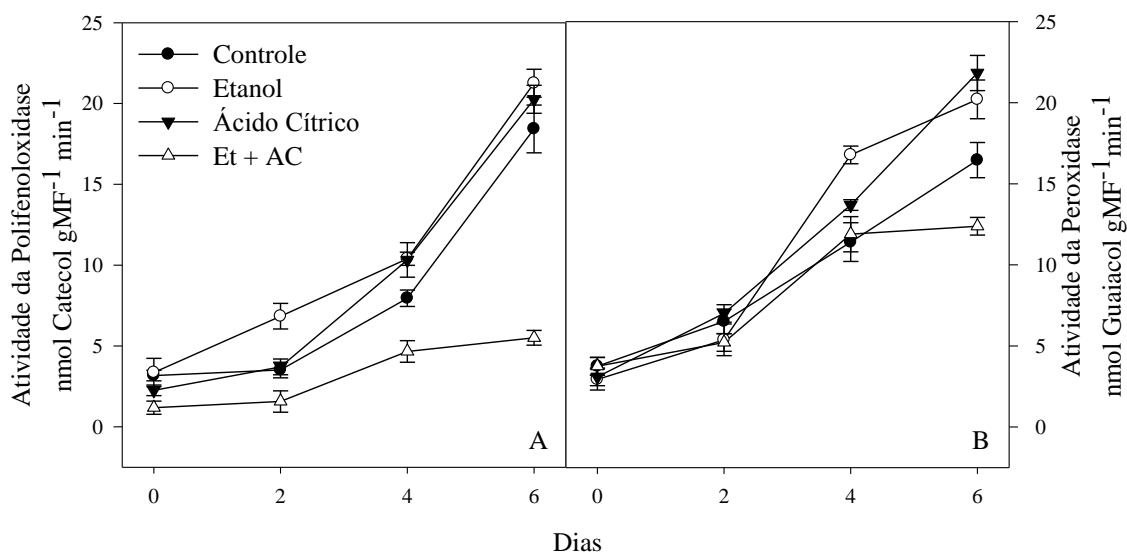


Figure 6. Determinação da atividade enzimática da polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD) em lígulas de gérberras de corte cv. Mistique. Submetidas à pulsing de água destilada (Controle); 4% de etanol; 100 mg L⁻¹ ácido cítrico (AC) e 4% de etanol + 100 mg L⁻¹ ácido cítrico (Et +AC). As flores foram mantidas a 20 ± 2 °C e UR 65%.

4. DISCUSSÃO

O uso de etanol na pós-colheita de flores, ainda é um assunto controverso, pois seus benefícios dependem da concentração aplicada, e altas doses podem ocasionar danos na integridade de membranas (HEINS, 1980), interferindo no funcionamento celular (HEINS; BLAKELY, 1980).

Estudos mostram o aumento da longevidade de flores de corte com o uso de baixas concentrações de etanol, em crisântemos (KAUR; MUKHERJEE, 2012) e cravo cv. Yellow Candy (PUN et al., 2014). Por outro lado, altas concentrações reduziram a vida útil de cravos cv. White Sim (PODD; VAN STADEN, 1999) e *Bougainvillea* (HOSSAIN et al., 2007). Respostas similares foram obtidas no início dos estudos em gérberas, no qual foram utilizadas diferentes concentrações espessadas de etanol, sob três métodos de aplicação (ver capítulo 2). Verificou-se que as maiores concentrações (10 e 15%) resultaram em encurtamento da vida de vaso de gerbera de corte, em relação à 5% de etanol, quando as hastes foram submetidas à *pulsing* ou manutenção, o aumento das doses e sua permanência na solução, no caso de manutenção, ocasionou toxidez.

A partir dos resultados obtidos no Capítulo 2, foi decidido verificar o efeito de concentrações menores e intermediárias de etanol, além do uso isolado e/ou combinado de ácido cítrico, sob os métodos de aplicação em *pulsing* e manutenção, em gérberas de corte cv. Mistique.

Após reduzir a concentração de etanol para 4%, sob manutenção, a qualidade comercial das inflorescências foi assegurada por dois dias a mais, em relação as hastes controle (Figura 2A). O mesmo período foi obtido ao ser aplicado em *pulsing*, para todas as concentrações (Figura 3A). O etanol, por inibir a biossíntese do etileno, reduz a respiração, desidratação, degradação da clorofila (PETRIDOU et al., 2001), além de poder atuar como fonte energética (HEINS; BLAKELY, 1980), incrementando a vida útil de flores de corte. Tais características podem ter contribuído para a manutenção da qualidade das hastes de gérberas submetidas à 4% de etanol, seja por *pulsing* ou manutenção (Figura 2A e 3A).

O uso de ácido cítrico isolado (100 e 200 mg L⁻¹) ou combinado com etanol, exceto para a combinação 4% etanol e 100 mg L⁻¹ ácido cítrico, manteve notas igual ou superior a 3 até 2 dias de conservação, diferente do que aconteceu com *lisianthus* (SHEIK et al., 2014) e rosa (ICHIMURA; TAGUCHI; NORIKOSHI, 2006), as quais apresentaram aumento considerável na longevidade. Normalmente o ácido cítrico é

utilizado para o ajuste de potencial hidrogeniônico (pH) de soluções, produzindo um ácido fraco inibidor do crescimento de microorganismos e possíveis bloqueio vascular (BHATTACHARJEE et al., 1993; MASHHADIAN et al., 2012). No presente estudo, a adição de ácido cítrico baixou o pH para 5,7, enquanto apenas água destilada manteve o pH próximo a 7 (dados não mostrados). É provável que as concentrações testadas nestes experimentos tenham sido inadequadas para promover tais efeitos, assim como em flores de *Grevillea* (XIE et al., 2008) e gérberas (DURIGAN et al., 2013), no qual o ácido cítrico também não incrementou a longevidade.

Nos dois experimentos, no qual as gérberas cv. Mistique foram imersas por 48 horas ou mantidas por 6 dias, as soluções contendo 4% de etanol + 100 mg L⁻¹ ácido cítrico (Et + AC), mantiveram a maior longevidade das inflorescências (4 dias). Sabe-se que dependendo do mercado consumidor, quatro dias é pouco tempo para transporte e comercialização, porém, o ganho de longevidade com as soluções aplicadas foi significativamente maior em relação ao controle. Estes resultados mostraram que a imersão por 48 horas promoveu resposta semelhante na longevidade das gérberas mantidas em solução por toda a conservação. Como o *pulsing* consiste em um método mais prático e econômico, já que após determinado número de horas a solução é substituída por água, optou-se por utilizá-lo como método de aplicação no próximo experimento.

Neste ensaio, verificou-se que Et + AC tanto aplicado isolado quanto combinados, mantiveram a qualidade de gérberas de corte cv. Mistique por quatro dias, resultando em ganho de dois dias em relação ao controle (Figura 4B).

Por ser sensível ao manuseio, a longevidade de gérberas é bastante variável, sendo influenciada desde o tempo de transporte, 3 dias de conservação ao ser obtida de produtor distante do local de conservação e venda (cerca 1500 km) e 7 dias quando obtidas de produtores local próximo a comercialização (FISHER et al., 2015). Gérberas foram conservadas em média por 9 dias sob o efeito de 50 mg L⁻¹ ácido giberélico (GA3) + 2,5% etanol (DANAEE et al., 2011), e 8,5 dias com 64 g L⁻¹ ácido cítrico, na forma de *pulsing* (DURIGAN et al., 2013). Enquanto gérberas de corte de cultivar Latara e Mistique, transportadas por um período em torno de 5 horas, mantiveram qualidade comercial até o sexto dia (Capítulo 2, Figura 3). Estes resultados evidenciam o quanto é variável as respostas decorrentes da aplicação do etanol e ácido cítrico, conhecidos como anti-etileno, biocida e antioxidante (FAROKHZAD et al., 2005; PUN et al., 2014; SHEIKH et al., 2014).

Gérberas submetidas a aplicação de etanol combinado com ácido cítrico, sempre apresentaram menores variações no status hídrico das hastes, desde o início até o final de seis dias (Figura 5A e B). Representado neste trabalho por medidas de perda de massa fresca, com aproximadamente 9,9% e conteúdo relativo de água, cerca de 12,5% (Figura 5). Diferentemente das hastes submetidas a apenas água destilada, em que no mesmo período, apresentaram as maiores variações, 19,2% para perda de massa e 16,5% para conteúdo relativo de água absorvido (Figura 5A e B). Isto pode ter refletido no tombamento das hastes, que foram máximos (66%), sob efeito de apenas água destilada, e mínimos (50%) nas hastes sob etanol (4%) e quando combinado com ácido cítrico (100 mg L⁻¹). Portanto, a aplicação de Et + AC via *pulsing*, resultou em hastes mais hidratadas e possivelmente melhorou a condução de água nos vasos, podendo ser devido ao efeito desinfetante observado por Farokhzad et al., (2005), reduzindo obstruções nos vasos condutores causadas por microorganismos (ALVAREZ, 2000), deposição de compostos orgânicos (FINGER et al., 2003) ou até mesmo formação de bolhas de ar (PIETRO et al., 2012).

Estudos evidenciam que o aumento da permeabilidade da membrana e produção líquida de espécies reativas de oxigênio (ROS) contribuem para a diminuição da disponibilidade energética da planta (JIANG et al., 2007; SONG et al., 2014), desencadeando a senescência precoce de flores de corte. No presente estudo, o parâmetro usado para medir a permeabilidade das membranas de lígulas foi o extravasamento de eletrólitos, o qual permite, facilmente, inferir a integridade das membranas. Observou-se que gérberas submetidas a Et + AC, apresentaram menor extravasamento de eletrólitos no quarto e sexto dia de conservação, enquanto as hastes controle, os maiores valores neste mesmo período (Figura 4C). Isso pode ter contribuído, em parte, para a maior conservação de água nas inflorescências, verificado na figura 4A e B.

A senescência de flores, é desencadeada por alterações fisiológicas e anatômicas promovidas por fatores internos como fitohormônios (ROSALES et al., 2009) e ambientais (RABIZA-SWIDER et al., 2016). Entretanto, os processos que envolvem a senescência de flores não sensíveis ao etileno, tais como *Gladiolus grandiflora* (KUMAR et al., 2014) e *Lilium longiflorum* (BATTELLI et al., 2011), ou pouco sensíveis, como é o caso de gérberas (NOWAK; RUDNICK; DUNCAN, 1990), são pouco compreendidos. Sabe-se que a desidratação (ROGERS, 2006), mudanças na composição lipídica das membranas (SAEED et al., 2013), atividade de enzimas oxidativas como peroxidases e polifenoloxidasas (BLEE et al., 2001), reguladores de crescimento como o ácido

abscísico (ABA), atuando na abertura estomática (TAIZ; ZEIGER, 2009), são fatores que coordenam a senescência. No presente estudo, estas respostas foram evidentes, embora o ABA não tenha sido quantificado, pode estar relacionado com os resultados obtidos.

Situações de estresse, também induzem o aumento da atividade de enzimas como a polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD), responsáveis por participar da biossíntese de compostos como lignina (BLEE et al., 2001), suberina (WILLIAMSON et al., 2002) e cicatrização celular, por formar uma barreira contra a entrada de microorganismos a partir destes compostos (OKEY et al., 1997). Porém, há evidências que o excesso de compostos como a lignina, produto da atividade da PPO e POD, pode estar relacionado à oclusão do xilema, mas esta relação ainda não está definida (VAN DOORN; VASLIER, 2002; LOUBAUD; VAN DOORN, 2004).

A atividade reduzida tanto de PPO como de POD, pode ter contribuído na melhora físico-química e longevidade de gérberas submetidas a Et + AC (Figura 4 e 6). Visto que, a alta atividade destas enzimas acontece em tecidos sob estresse (YU et al., 2009), como observado nas hastes mantidas em apenas água destilada, a qual apresentou maior perda de massa fresca, extravasamento de eletrólitos, menor absorção de água e longevidade (Figura 4 e 5). Possivelmente, o ácido cítrico adicionado reduziu o pH do meio de reação da PPO, no qual essa condição minimiza a atividade desta enzima (COELHO et al., 2017), enquanto estudos realizados em células sob efeito do etanol apresentaram menor atividade da POD (MACDONALD, 1973). Embora no presente trabalho, o ácido cítrico e etanol quando aplicado de forma isolada não tenha proporcionado o mesmo comportamento, a combinação dos dois produtos proporcionou efeito positivo, reduzindo a atividade das enzimas PPO e POD, na conservação (Figura 6).

Do ponto de vista prático, o etanol e o ácido cítrico são produtos de fácil aquisição e baixo custo, ressaltando que o etanol ainda é um produto que requer mais estudos, visto que, pode ser tóxico em concentrações elevadas (Capítulo 2). Por isso a importância de ensaios para adequação metodológica, de acordo com cada situação. Além disso, mesmo com as melhorias obtidas com o uso do etanol no presente estudo, com ganho de dois dias em relação ao controle, a longevidade ainda é limitada, considerando o consumidor mais distante.

Assim, nota-se a importância deste trabalho para a comercialização das gérberas em regiões áridas e semiáridas, no qual são frequentemente utilizadas na decoração de eventos, e seu cultivo é dificultado na região por ser uma flor natural de clima temperado, fazendo com que o floricultor tenha que adquiri-las de regiões mais distantes.

5. CONCLUSÕES

O etanol (4%) combinado com ácido cítrico (100 mg L^{-1}) minimizou as alterações físico-químicas e fisiológicas relacionadas a perda de massa fresca, conteúdo relativo de água, extravasamento de eletrólitos, atividade da polifenoloxidase e da peroxidase. Isso proporcionou retardo no tombamento das hastes e melhor aparência de gérberas de corte cv. Mistique.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, M.E. Salicylic acid in the machinery of hypersensitive cell death and disease resistance. **Plant Molecular Biology**, v. 44, p. 429–42, 2000.
- BAI, J.; PLOTTO, A.; SPOTTS, R.; RATTANAPANONE, N. Ethanol vapor and saprophytic yeast treatments reduce decay and maintain quality of intact and fresh-cut sweet cherries. **Postharvest Biology and Technology**, v. 62, n. 2, p. 204–212, 2011.
- BALESTRA, G.M.; AGOSTINI, R.; BELLINCONTRO, A.; MENCARELLI, F.; VARVARO, L. Bacterial populations related to gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) stem break. **Phytopathology Mediterráneo**, v. 44, p. 291–299, 2005.
- BATTELLI, R., LOMBARDI, L., ROGERS, H.J., PICCIARELLI, P., LORENZI, R., CECCARELLI, N. Changes in ultrastructure, protease, caspase-like activities during flower senescence in *Lilium longiflorum*. **Plant Science**, v. 180, n. 5, p. 716–725, 2011.
- BAZAZ, A. M.; TEHRANIFAR, A.; KARIZAKI, A. R. Use of ethanol, methanol and essential oils to improve vase-life of chrysanthemum cut flowers. **International Research Journal of Applied and Basic Sciences**, v. 9, n. 8, p. 1431-1436, 2015.
- BHATTACHARJEE, S. K., SINGH, V., AND SAXENA, N. K. Studies on Vegetative Growth, Flowering, Flower Quality and Vase Life of Roses. **Singapore Journal of Primary Industries**, v. 21, n. 2, p. 67-71, 1993.
- BLEE, K.A.; WHEATLEY, E.R.; BONHAM, V.A.; MITCHELL, G.P.; ROBERTSON, D.; SLABAS, A.R.; BURRELL, M.M.; WOJTASZEK, P.; BOLWELL, G.P. Proteomic analysis reveals a novel set of cell wall proteins in a transformed tobacco cell culture that synthesises secondary walls as determined by biochemical and morphological parameters. **Planta**, v. 212, p. 404–415, 2001.
- COELHO, D. G.; ANDRADE, M. T.; NETO, D. F. M.; SILVA, S. L. F.; SIMÕES, A. N. Application of antioxidants and edible starch coating to reduce browning of minimally-processed cassava. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 2, p. 503 – 512, abr. – jun., 2017.

DANAEE, E; MOSTOFI, Y E MORADI, P. Effect of GA3 and BA on Postharvest Quality and Vase Life of Gerbera (*Gerbera jamesonii*. cv. Good Timing) Cut Flowers. **Horticultural Environ. Biotechnol**, v. 52(2):140-144, 2011.

DARANDEH, N.; HADAVI, E. Effect of pre-harvest foliar application of citric acid and malic acid on chlorophyll content and post-harvest vase life of *Lilium* cv. Brunello. **Frontiers in Plant Science**. DOI: 10.3389/fpls.2011.00106, 2012.

DOLE, J.M.; WILKINS, H.F. **Floriculture principles and species**. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. p. 356-360, 1999.

DURIGAN, M.F.B.; MATTIUZ, B; RODRIGUES, T. de J.D.; MATTIUZ, C.F.M. Uso de soluções de manutenção contendo ácido cítrico, cloro ou 8-HQC na conservação pós-colheita de flores cortadas de gérbera 'Suzanne'. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. V. 19, Nº.2, p. 107-116, 2013.

EMONGOR, V.E. Effect of gibberellic acid on postharvest quality and vase life of gerbera cut flowers (*Gerbera jamesonii*). **Journal of Agronomy**, v. 3, p. 191-195, 2004.

FAROKHZAD, A.; KHALIGHI, A.; MOSTOFI, Y.; NADERI, R. Role of ethanol in the vase life and ethylene production in cut Lisianthus (*Eustoma grandiflorum Mariachii*. cv. Blue) flowers. *J. Agri. Soc. Sci.*v.1:309-312, 2005.

FINGER F.L.; BARBOSA J.G.; GROSSI, J.A.S.; MORAES P.J.D. Colheita, classificação e armazenamento de inflorescências de crisântemos. In: BARBOSA JG. *Crisântemos*. Viçosa: Aprenda Fácil. p.123-140, 2003.

FISCHER, S.Z.; STUMPF, E.R.T.; CASTRO, C.M.; BARBIERI, R.L.; HEIDEN, G. Durabilidade de rosas, gérberas e crisântemos comercializados em Pelotas-RS. **Ornamental Horticulture**, v. 21, n. 1, p. 113-118, 2015.

GAO, J.; LUO, Y.; TURNER, E.; ZHU, Y. Mild concentration of ethanol in combination with ascorbic acid inhibits browning and maintains quality of fresh-cut lotus root. **Postharvest Biology and Technology**, <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.12.002>, 2016.

HEINS, R. D. Inhibition of ethylene synthesis and senescence in carnation by ethanol. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 105, n. 1, p. 141-144, 1980.

HEINS, R.D., BLAKELY, N., 1980. Influence of ethanol on ethylene biosynthesis and flower senescence of cut carnation. **Sci. Hortic.** 13, 361–369.

HEMEDA, H.M.; B.P. KELIN. Effects of Naturally Occurring Antioxidants on Peroxidase Activity of Vegetable Extracts. **Journal of Food Science**, v. 36, n. 9, p. 877–880, 1990.

HOEBERICHTS, F.A.; DE JONG, A.J.; WOLTERING, E.J. Apoptotic-like cell death marks the early stages of gypsophila (*Gypsophila paniculata*) petal senescence. **Postharvest Biology and Technology**, v. 35, n. 3, p. 229–236, 2005.

HOSSAIN, A. B. M. S.; BOYCE, A. N.; OSMAN, Normaniza. Postharvest quality, vase life and photosynthetic yield (chlorophyll fluorescence) of Bougainvillea flower by applying ethanol. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 1, n. 4, p. 733-740, 2007.

ICHIMURA K.; TAGUCHI, M.; NORIKOSHI, R. Extension of the Vase Life in Cut Roses by Treatment with Glucose, Isothiazolinonic Germicide, Citric Acid and Aluminum Sulphate Solution. **Japan Agricultural Research Quarterly**, v. 40, n. 3, p. 263 – 269, 2006.

ICHIMURA, K.; KAWABATA, Y.; KISHIMOTO, M.; GOTO, R.; YAMADA, K. Shortage of soluble carbohydrates is largely responsible for short vase life of cut 'Sonia' rose flowers. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 72, n. 4, p. 292-298, 2003.

ICHIMURA, K.; SHIMIZU, H.; HIRAYA, T. Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on the vase life of cut carnation, Delphinium and sweet pea flowers. **Bulletin of National Institute of Floricultural Science**, v. 2, p. 1–8, 2002.

JIANG, Y.M.; JIANG, Y.L.; QU, H.X.; DUAN, X.W.; LUO, Y.B.; JIANG, W.B. Energy aspects in ripening and senescence of harvested horticultural crops. **Stewart Postharvest Review**, v. 3, n. 2, p. 1–5, 2007.

KAUR, P.; MUKHERJEE, D. Delaying post harvest senescence of *Matricaria parthenium* L. flowers using ethanol, methanol and sucrose. **Jounal Tropical Plant Physiology**, v. 4, p. 1-16, 2012.

KAZEMI, M.; HADAVI, E.; HEKMATI, J. Effect of salicylic acid, malic acid, citric acid and sucrose on antioxidant activity, membrane stability and ACC-Oxidase activity in relation to vase life of carnation cut flowers. **Journal of Agricultural Technology**, v. 8, n. 6, p. 2053-2063, 2012.

KRAMER, P.J. **Water relations of plants**. Academic Press: New York. p. 489, 1983.

KUMAR, M.; SINGH, V. P.; ARORA, A.; SINGH, N. The role of abscisic acid (ABA) in ethylene insensitive Gladiolus (*Gladiolus grandiflora* Hort.) flower senescence. **Acta Physiol Plant**, v. 36, p. 151–159, 2014.

LIAO L.J.; LIN Y.H.; HUANG K-L; CHEN W.S.; CHENG Y-M. Postharvest life of cut rose flowers as affected by silver thiosulphate and sucrose. **Botanical Bulletin of Academic Sinica**, v. 41, p. 299-303, 2000.

LIM, S.; LEE, S.; KANG, S.; KIM, J. *Alstroemeria* plants and its biotechnological applications. **Journal Plant Biotechnology**, v. 39, p. 219–224, 2012.

LOUBAUD, M.; VAN DOORN W.G. Wound-induced and bacterial-induced xylem blockage in roses, *Astilbe* and *Viburnum*. **Postharvest Biology Technology**, v. 32, p. 281–288, 2004.

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

MACDONALD, C.M. The effects of ethanol on hepatic lipid peroxidation and on the activities of glutathione reductase and peroxidase. **North-Holland Publishing Company**, Amsterdam, v. 35, n. 2, p. 227 – 230, 1978.

MACNISH, A.J.; LEONARD, R.T.; NELL, T.A. Treatment with chlorine dioxide extends the vase life of selected cut flowers. **Postharvest Biology and Technology**, 50, 197– 207, 2008.

MASHHADIAN, N. V.; TEHRANIFAR, A.; BAYAT, H.; SELAHVARZI, Y. Salicylic and citric acid treatments improve the vase life of cut Chrysanthemum flowers. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 14, p. 879-887, 2012.

NORIKOSHI, R.; SHIBATA, T.; NIKI, T.; ICHIMURAA, K. Sucrose treatment enlarges petal cell size and increases vacuolar sugar concentrations in cut rose flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v. 116, p. 59–65, 2016.

NOWAK, J.; RUDNICKI, R. M.; DUNCAN, A. A. Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens, and potted plants. 1990.

OKEY, E. N.; DUNCAN, J. E.; SIRJU CHARRAN, G.; SREENIVASAN, T. N. Phytophthora canker resistance in cacao: role of peroxidase, polyphenoloxidase and phenylalanine ammonia-lyase. **Journal of Phytopathology**. v. 145, p. 295-299, 1997.

PERIK, R.R.J., RAZÉ, D., HARKEMA, H., ZHONG, Y., VAN DOORN, W.G. Bending in cut *Gerbera jamesonii* flowers relates to adverse water relations and lack of stem sclerenchyma development, not to expansion of the stem central cavity or stem elongation. **Postharvest Biology and Technology**, v. 74, p. 11–18, 2012.

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

PIETRO J; MATTIUZ BH; MATTIUZ CFM; RODRIGUES TJD. Manutenção da qualidade de rosas cortadas cv. Vega em soluções conservantes. **Horticultura Brasileira** 30: 64-70, 2012.

PODD L. A.; VAN STADEN, J. Is acetaldehyde the causal agent in the retardation of carnation flower senescence by ethanol? **Journal Plant Physiology**, v. 154, p. 351–354, 1999.

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

RABIZA-SWIDER, J.; ROCHALA, J.; JEDRZEJUK, A.; SKUTNIK, E.; ŁUKASZEWSKA, A. Symptoms of programmed cell death in intact and cut flowers of clematis and the effect of a standard preservative on petal senescence in two cultivars differing in flower longevity. **Postharvest Biology and Technology**, v. 118, p. 183–192, 2016.

ROGERS, H. J. Programmed cell death in floral organs: how and why do flowers die? **Annals of Botany**, v. 97, p. 309–315, 2006.

ROSALES, R.; JAMILENA, M.; GÓMEZ, P.; GARRIDO, D. Hormonal control of floral abscission in zucchini squash (*Cucurbita pepo*). **Plant Growth Regul**, v. 58, p. 1–14, 2009.

SAEED, T.; HASSAN, I.; ABBASI, N. A.; JILANI, G. Effect of gibberellic acid on the vase life and oxidative activities in senescing cut gladiolus flowers. **Plant Growth Regul**, DOI 10.1007/s10725-013-9839-y, 2013.

SHANAHAN, J. F.; EDWARDS, I. B.; QUICK, J. S.; E FENWICK, J. R. Membrane thermostability and heat tolerance of spring wheat. **Crop Science**, v. 30, p. 247-251, 1990.

SHEIKH, F.; NEAMATI, S. H.; VAHDATI, N.; DOLATKHAHI, A. Study on Effects of Ascorbic Acid and Citric Acid on Vase Life of Cut Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) ‘Mariachi Blue’. **Journal of Ornamental Plants**, v. 4, n. 4, p. 245-252, 2014.

SOLGI, M.; KAFI, M.; TAGHAVI, T.S.; NADERI, R. Essential oils and silver nanoparticles (SNP) as novel agents to extend vase life of gerbera (*Gerbera jamesonii* cv. ‘Dune’) flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v. 53, p. 155–158, 2009.

SONG, L.-L.; LIU, H.; YOU, Y.-L.; SUN, J.; YI, C.; LI, Y.-B.; JIANG, Y.-M.; WU, J.-S. Quality deterioration of cut carnation flowers involves in antioxidante systems and energy status. **Scientia Horticulturae**, v. 170, p. 45–52, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. In: **Fisiologia vegetal**. Artmed, 2009.

TSEGAW, T.; TILAHUN, S.; HUMPHRIES, G. Influence of pulsing biocides and preservative solution treatment on the vase life of cut rose (*Rosa hybrida* L.) varieties.

Ethiopian Journal of Applied Sciences and Technology, Addis Abeba, v. 2, n. 2, p. 1-18, 2011.

UDA, A.; KOYAMA, K.; FUKUSHIMA, K. Effect of silver thiosulfate solution (STS) having different ratios of AgNO₃ and Na₂S₂O₃·5H₂O on Ag absorption and distribution, and vase life of cut carnations. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 64, p. 185–191, 1995.

VAN DOORN, W. G.; VASLIER, N. Wounding-induced xylem occlusion in stems of cut chrysanthemum flowers: roles of peroxidase and catechol oxidase. **Postharvest Biology and Technology**, v. 26, p. 275-284, 2002.

VAN MEETEREN, U. Water relations and keeping-quality of cut Gerbera flowers. I. The cause of stem break. **Scientia Horticulturae**, v. 8, n. 1, p. 65-74, 1978.

WEATHERLEY, P.E. Studies in the water relations of cotton plant. In: The field measurement of water deficits in leaves. **New Phytology**, v.49, p.81-97, 1950.

WILLIAMSON, V.G.; FARAGHER, J.D.; PARSONS, S.; FRANZ P. Inhibiting the post-harvest wound response in wildflowers. **Rural Industries Research and Development Corporation**. Publication No. 02/114, 2002.

WITTE, Y.; HARKEMA, H.; VAN DOORN, W. G. Effect of antimicrobial compounds on cut Gerbera flowers: Poor relation between stem bending and numbers of bacteria in the vase water. **Postharvest Biology and Technology**, v. 91, p. 78–83, 2014.

WOODSON, W.R.; PARK, K.Y.; DRORY, A.; LARSEN, P.B.; WANG, H. Expression of ethylene biosynthetic pathway transcripts in senescing carnation flowers. **Plant Physiology**, v. 99, p. 526–532, 1992.

WU, M.J.; ZACARIAS, L.; SALTVEIT, M. E.; REID, M. S. Alcohols and carnation senescence. **Hortscience**, v. 27, n. 2, p. 136-138, 1992.

XIE, L.; JOYCE, D. C.; IRVING, D. E.; EYRE, J. X. Chlorine demand in cut flower vase solutions. **Postharvest Biology and Technology**, v. 47, p. 267–270, 2008.

YU, F.; HUANG, Y.; COLE, A. J.; YANG, V. C. The artificial peroxidase activity of magnetic iron oxide nanoparticles and its application to glucose detection. **Biomaterials**, v. 30, n. 27, p. 4716-4722, 2009.

APÊNDICE

Tabela 1. ANAVA – Longevidade de gérberas cv. Latara, durante a conservação, sob efeito de diferentes concentrações de etanol e métodos de aplicação.

FV	GL	QM
Concentrações (C)	3	4,88**
Aplicação (A)	2	29,36**
C x A	6	11,58**
Resíduo	24	0,13
Total	35	
CV(%)	13,42	

A sigla (ns) indica que o modelo testado não foi significativo, (**) significativo $P < 0,01$, (*) significativo $P < 0,05$.

Tabela 2. ANAVA – Longevidade de gérberas cv. Mistique, durante a conservação, sob efeito de diferentes concentrações de etanol e métodos de aplicação.

FV	GL	QM
Concentrações (C)	3	46,76**
Aplicação (A)	2	0,00E ^{ns}
C x A	6	3,18**
Resíduo	24	0,13
Total	35	
CV(%)	12,78	

A sigla (ns) indica que o modelo testado não foi significativo, (**) significativo $P < 0,01$, (*) significativo $P < 0,05$.

Tabela 3. ANAVA – Notas de gérberras cv. Latara, durante a conservação, sob efeito de diferentes concentrações de etanol e métodos de aplicação.

FV	GL	QM
Concentrações (C)	3	5,16**
Aplicação (A)	2	22,27**
Dias (D)	6	87,11**
C x A x D	24	1,23*
Resíduo	146	0,73
Total	179	
CV(%)	33,58	

A sigla (ns) indica que o modelo testado não foi significativo, (**) significativo $P < 0,01$, (*) significativo $P < 0,05$.

Tabela 4. ANAVA – Notas de gérberras cv. Mistique, durante a conservação, sob efeito de diferentes concentrações de etanol e métodos de aplicação.

FV	GL	QM
Concentrações (C)	3	16,31**
Aplicação (A)	2	0,65 ^{ns}
Dias (D)	6	84,29**
C x A x D	24	0,61 ^{ns}
Resíduo	146	0,51
Total	179	
CV(%)	27,86	

A sigla (ns) indica que o modelo testado não foi significativo, (**) significativo $P < 0,01$, (*) significativo $P < 0,05$.

Tabela 5. ANAVA – Notas de gérberas cv. Mistique, durante a conservação, sob efeito de diferentes concentrações de etanol e ácido cítrico, aplicados na forma de manutenção.

FV	GL	QM
Concentrações (C)	11	2,00**
Dias (D)	3	112,96**
C x D	33	0,61**
Resíduo	96	0,11
Total	143	
CV (%)	14,34	

A sigla (ns) indica que o modelo testado não foi significativo, (**) significativo $P < 0,01$, (*) significativo $P < 0,05$.

Tabela 6. Média de notas para aparência de gérberas de corte cv. Mistique sob efeito de diferentes concentrações isoladas e combinadas de etanol e ácido cítrico, aplicados na forma de manutenção, mantidas a 20 ± 2 °C e UR $65 \pm 2\%$. *AC: Ácido Cítrico.

Soluções Manutenção	Dias de avaliação			
	0	2	4	6
Água destilada	5,00 a	2,00 cd	2,00 b	1,00 b
4% Etanol	5,00 a	3,00 ab	1,66 bc	1,00 b
6% Etanol	5,00 a	1,00 e	1,33 bc	1,00 b
8% Etanol	5,00 a	1,00 e	1,00 c	1,00 b
100 mg L ⁻¹ AC	5,00 a	2,33 bc	1,66 bc	1,00 b
200 mg L ⁻¹ AC	5,00 a	1,66 cde	1,66 bc	1,00 b
4% + 100 mg L ⁻¹	5,00 a	3,66 a	3,00 a	2,00 a
6% + 100 mg L ⁻¹	5,00 a	1,33 de	1,66 bc	1,00 b
8% + 100 mg L ⁻¹	5,00 a	1,33 de	1,00 c	1,00 b
4% + 200 mg L ⁻¹	5,00 a	3,33 a	1,66 bc	1,00 b
6% + 200 mg L ⁻¹	5,00 a	1,33 de	1,00 c	1,00 b
8% + 200 mg L ⁻¹	5,00 a	1,33 de	1,00 c	1,00 b

*Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Tabela 7. ANAVA – Notas de gérberas cv. Mistique, durante a conservação, sob efeito de diferentes concentrações de etanol e ácido cítrico, aplicados na forma de *pulsing*.

FV	GL	QM
Concentrações (C)	11	1,46**
Dias (D)	3	98,15**
C x D	33	0,48**
Resíduo	96	0,15
Total	143	
CV (%)	15,22	

A sigla (ns) indica que o modelo testado não foi significativo, (**) significativo $P < 0,01$, (*) significativo $P < 0,05$.

Tabela 8. Média de notas para aparência de gérberas de corte cv. Mistique sob efeito de diferentes concentrações isoladas e combinadas de etanol e ácido cítrico, aplicados na forma de *pulsing*, mantidas a 20 ± 2 °C e UR $65 \pm 2\%$. *AC: Ácido Cítrico.

Soluções <i>Pulsing</i>	Dias de avaliação			
	0	2	4	6
Água destilada	5,00 a	2,00 cde	2,00 ab	1,66 ab
4% Etanol	5,00 a	3,33 ab	1,66 b	1,33 ab
6% Etanol	5,00 a	3,00 abc	1,33 b	1,00 b
8% Etanol	5,00 a	3,00 abc	1,66 b	1,00 b
100 mg L ⁻¹ AC	5,00 a	2,33 bcde	1,66 b	1,00 b
200 mg L ⁻¹ AC	5,00 a	1,66 de	1,66 b	1,00 b
4% + 100 mg L ⁻¹	5,00 a	3,66 a	3,00 ab	2,33 a
6% + 100 mg L ⁻¹	5,00 a	2,66 abcd	1,66 b	1,33 ab
8% + 100 mg L ⁻¹	5,00 a	2,33 bcde	1,33 b	1,00 b
4% + 200 mg L ⁻¹	5,00 a	2,33 bcde	2,00 ab	2,00 ab
6% + 200 mg L ⁻¹	5,00 a	1,66 de	2,00 ab	1,00 b
8% + 200 mg L ⁻¹	5,00 a	1,33 e	1,00 b	1,00 b

*Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Tabela 9. ANAVA – Notas de gérberas cv. Mistique, durante a conservação, sob efeito de diferentes concentrações de etanol e ácido cítrico, aplicados na forma de *pulsing*.

FV	GL	QM
Concentrações (C)	3	0,34**
Dias (D)	3	25,23**
C x D	9	0,11**
Resíduo	32	0,02
Total	47	
CV (%)	3,82	

A sigla (ns) indica que o modelo testado não foi significativo, (**) significativo $P < 0,01$, (*) significativo $P < 0,05$.