

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**APLICAÇÃO DE ÁCIDO GIBERÉLICO NA QUALIDADE E NA BIOQUÍMICA DE
HASTES DE CRISÂNTEMO CV. ‘FAROE’**

MARCOS RIBEIRO DA SILVA VIEIRA

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU – SP

Fevereiro – 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**APLICAÇÃO DE ÁCIDO GIBERÉLICO NA QUALIDADE E NA BIOQUÍMICA DE
HASTES DE CRISÂNTEMO CV. ‘FAROE’**

MARCOS RIBEIRO DA SILVA VIEIRA

Orientadora: Prof. Dra. Giuseppina Pace Pereira Lima

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU – SP

Fevereiro – 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA LAGEADO - BOTUCATU (SP)

V657a Vieira, Marcos Ribeiro da Silva, 1973-
Aplicação de ácido giberélico na qualidade e na bioquímica de hastes de crisântemo CV. 'Faroe' / Marcos Ribeiro da Silva Vieira .- Botucatu : [s.n.], 2008. xi, 121 f. : il. color., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2008
Orientador: Giuseppina Pace Pereira Lima
Inclui bibliografia

1. Envelhecimento. 2. Crisântemo. 3. Giberélica. 4. Bioquímica. 5. Longevidade. I. Lima, Giuseppina Pace Pereira II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: "APLICAÇÃO DE ÁCIDO GIBERÉLICO NA QUALIDADE E NA
BIOQUÍMICA DE HASTES DE CRISÂNTEMO cv. 'FAROE'".**

ALUNO: MARCOS RIBEIRO DA SILVA VIEIRA

ORIENTADOR: PROFª. DRª GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROFª. DRª GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA



PROF. DR. JOÃO DOMINGOS RODRIGUES



DR. ARMANDO REIS TAVARES

Data da Realização: 28 de fevereiro de 2008.

Prof^a Dr^a Giuseppina Pace Pereira Lima
pela amizade, dedicada orientação, pelos
ensinamentos e exemplo de verdadeiro
educador.

MINHA HOMENAGEM

A minha família, pelo apoio e incentivo, em
especial a minha Mãe, Teresinha Viera e meu
Pai, Valdelicio Vieira, pelo amor e dedicação e
exemplo de vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agrônômica, especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade concedida.

À FAPESP pelo suporte financeiro concedido através de bolsa de estudo.

Ao produtor Piculini por ter cedido à propriedade para realização do experimento.

Aos professores Rummy Goto e João Domingos pelas preciosas contribuições na pesquisa, apoio, companheirismo incondicional.

Armando Reis Tavares pela colaboração, conhecimento e amizade.

Aos meus amigos e colegas da Faculdade, especialmente ao Reginaldo por termos mantido nossa amizade acima de tudo.

Aos amigos do Laboratório, Maria Rosecler Miranda Rosseto, Suraya A. da Rocha e Luis Claudio Corrêa pelo companheirismo e colaboração.

A minha orientadora à Prof^ª Dr^ª Giuseppina Pace Pereira Lima, além de amiga e mãe sua participação foi absolutamente fundamental na conclusão do curso. Enfim, pela perfeição de orientação que tive, sinceramente, lhe agradeço.

A minha família em especial aos meus Pais pelo carinho e confiança e aos meus filhos Júlio G. Vieira e Maria Luiza G. Vieira.

A minha esposa Rizia pelo apoio, amizade e amor que recebo todos os dias.

Ao meu pai, Valdo, fiel defensor da conclusão desta dissertação e também à minha mãe Teresinha.

Agradeço a Deus, na pessoa do Senhor Jesus Cristo, por ter permitido que eu concluísse esse Curso de Mestrado, tendo me confortado em todos os momentos.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	XI
1. RESUMO.....	1
2. SUMMARY.....	3
3. INTRODUÇÃO.....	5
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	40
5.1 Localização geográfica.....	40
5.1.1 Análise física do solo.....	40
5.1.2 Preparação dos canteiros.....	41
5.1.3 Cultivar e condução do experimento.....	42
5.1.4 Sistema de irrigação.....	44
5.1.5 Adubação.....	44
5.1.6 Defensivos.....	44
5.1.7 Aplicação de ácido giberélico (GA ₃).....	46
5.1.8 Colheita e parâmetros avaliados.....	47
5.1.9 Classificação do produtor.....	48
5.2 Análise de resultados.....	48
5.3 Longevidade pós-colheita.....	48
5.3.1 Consumo da solução.....	51
5.3.2 pH da solução.....	51
5.3.3 Avaliação da senescência floral.....	51
5.4 Análise bioquímica do material vegetal.....	52

5.4.1	Proteínas Totais.....	53
5.4.2	Carboidratos Totais Solúveis.....	53
5.4.3	Atividade da peroxidase.....	53
5.4.3.1	Extração.....	53
5.4.4	Poliaminas.....	54
5.4.4.1	Extração.....	54
5.4.4.2	Dansilação.....	54
5.4.4.3	Separação das poliaminas por cromatografia de camada delgada.....	54
5.4.4.4	Análise quantitativa de poliaminas separadas na cromatografia de camada delgada.....	55
5.5	Análise de resultados.....	55
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
6.1	Características fenotípicas da planta.....	56
6.2	Avaliação da senescência floral.....	62
6.3	Consumo da solução e Medida do pH.....	68
6.4	Proteínas totais.....	73
6.5	Carboidrato total solúvel.....	78
6.6	Atividade da peroxidase.....	84
6.7	Poliaminas livres.....	87
7.	CONCLUSÕES.....	92
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
	APÊNDICE.....	117

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Análise física do solo.....	41
2. Defensivos utilizados no controle de pragas e doenças.....	45
3. Tratamentos resultantes da aplicação de ácido giberélico (GA ₃) a campo em hastes de crisântemo cultivar ‘Faroe’. Cordeirópolis– SP, 2007.....	46
4. Escala de notas para análises visuais da longevidade de hastes de crisântemo cultivar ‘Faroe’. Botucatu – SP, 2007.....	52
5. Altura da haste (Ah), Diâmetro da haste (Dh), Diâmetro da flor (Df), Comprimento de lígula (Cl), Número de flores (Nf), Tempo de reação (Tr), em resposta aplicação de (GA ₃ a campo em hastes de crisântemo, cultivar ‘Faroe’. Cordeirópolis – SP, 2007.....	57
6. Análise de variância dos dados referente atribuição de notas na qualidade pós-colheita de flores, durante o tempo de vida de vaso de crisântemo de corte cultivar ‘Faroe’ em função da aplicação de GA ₃ a campo. Botucatu – SP, 2007.....	63
7. Análise de variância do consumo da solução (CS) e pH durante o tempo de vida de vaso em hastes de crisântemo cultivar ‘Faroe’ em função da aplicação de GA ₃ a campo. Botucatu – SP, 2007.....	68
8. Resultados do teste tukey para comparação das médias entre as épocas dentro de cada nível de GA ₃ em relação o consumo da solução durante o tempo de vida de vaso de crisântemo cultivar ‘Faroe’ .	69

9. Resultados do teste tukey para comparação das médias entre o tipo de condicionamento térmico dentro de cada época de avaliação, em relação o consumo da solução durante o tempo de vida de vaso em crisântemo cultivar ‘Faroe’70
10. Resultados do teste tukey para comparação das médias entre o tipo de condicionamento térmico dentro de cada época de avaliação, em relação ao pH da solução durante o tempo de vida de vaso em crisântemo cultivar ‘Faroe’71
11. Resultados do teste tukey para comparação das médias entre as épocas dentro de cada nível de GA₃ em relação ao pH da solução durante o tempo de vida de vaso de crisântemo cultivar ‘Faroe’72
12. Análise de variância do teor de proteína total durante o tempo de vida de vaso em folhas e flores de crisântemo cultivar ‘Faroe’ em função da aplicação de GA₃ a campo. Botucatu – SP, 2007.....73
13. Resultados do teste tukey para comparação das médias entre as épocas dentro de cada nível de GA₃ em relação teor de proteína total durante o tempo de vida de vaso em folhas de crisântemo cultivar. ‘Faroe’74
14. Resultados do teste tukey para comparação das médias entre as épocas dentro de cada nível de GA₃, em relação teor de proteína total durante o tempo de vida de vaso em flores de crisântemo cultivar ‘Faroe’74
15. Resultados do teste tukey para comparação das médias entre o tipo de condicionamento térmico dentro de cada época de avaliação, em relação teor de proteína total durante o tempo de vida de vaso em flores de crisântemo cultivar ‘Faroe’75

- 16.** Resultados do teste tukey para comparação das médias entre o tipo de condicionamento térmico dentro de cada época de avaliação, em relação teor de proteína total durante o tempo de vida de vaso em folhas de crisântemo cultivar ‘Faroe’.....75
- 17.** Análise de variância do teor de carboidrato total solúvel durante o tempo de vida de vaso em folhas e flores de crisântemo cultivar ‘Faroe’ em função da aplicação de GA₃ a campo. Botucatu – SP, 2007.....79
- 18.** Resultados do teste tukey para comparação das médias entre as épocas dentro de cada nível de GA₃, em relação teor de carboidrato total solúvel durante o tempo de vida de vaso em folhas de crisântemo cultivar ‘Faroe’.....80
- 19.** Resultados do teste tukey para comparação das médias entre as épocas dentro de cada nível de GA₃, em relação teor de carboidrato total solúvel durante o tempo de vida de vaso em flores de crisântemo cultivar ‘Faroe’.....81
- 20.** Resultados do teste tukey para comparação das médias entre o tipo de condicionamento térmico dentro de cada época de avaliação, em relação teor de carboidrato total solúvel durante o tempo de vida de vaso em folhas de crisântemo cultivar ‘Faroe’.....82
- 21.** Resultados do teste tukey para comparação das médias entre o tipo de condicionamento térmico dentro de cada época de avaliação, em relação teor de carboidrato total solúvel durante o tempo de vida de vaso em flores de crisântemo cultivar ‘Faroe’.....83
- 22.** Análise de variância da atividade da peroxidase ($\mu\text{moles H}_2\text{O}_2$ decomposto. g massa fresca⁻¹. minuto⁻¹) durante o tempo de vida de vaso em folhas e flores de crisântemo de corte cultivar ‘Faroe’ em função da aplicação de GA₃ a campo. Botucatu – SP, 2007.....84
- 23.** Atividade da peroxidase ($\mu\text{moles H}_2\text{O}_2$ decomposto. g massa fresca⁻¹. minuto⁻¹) durante o tempo de vida de vaso em folhas e flores de crisântemo cultivar ‘Faroe’. Botucatu – SP, 2007.....85

- 24.** Análise de variância do teor de poliaminas livres durante o tempo de vida de vaso em folhas de crisântemo de corte cultivar ‘Faroe’ em função da aplicação de GA₃ a campo. Botucatu – SP, 2007.....87
- 25.** Análise de variância do teor de poliaminas livres durante o tempo de vida de vaso em flores de crisântemo de corte cultivar ‘Faroe’ em função da aplicação de GA₃ a campo. Botucatu – SP, 2007.....88
- 26.** Teor de Putrescina (Put) Espermidina (Spd) Espermina (Spm) ($\mu\text{g g}^{-1}$) durante o tempo de vida de vaso em folhas de crisântemo cultivar ‘Faroe’. Botucatu – SP, 2007.....89
- 27.** Teor de Putrescina (Put) Espermidina (Spd) Espermina (Spm) ($\mu\text{g g}^{-1}$) durante o tempo de vida de vaso em flores de crisântemo cultivar ‘Faroe’. Botucatu – SP, 2007.....89

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Processos de senescência.....	27
2. Vista geral do experimento.....	42
3. Indução ao crescimento vegetativo.....	43
4. Sistema de escurecimento.....	43
5. Aplicação de defensivos.....	45
6. Início da formação do botão floral.....	46
7. Cilindro de CO ₂	46
8 A. Ponto de colheita.....	47
8 B. Lígulas expandidas.....	47
9 A. Hastes em imersão.....	49
9 B. Câmara fria.....	49
10. Flores em temperatura ambiente.....	50
11. Qualidade pós-colheita de flores, durante o tempo de vida de vaso de crisântemo de corte, cultivar 'Faroe'. Botucatu – SP, 2006.....	64
12. 14 dias de vaso - refrigeração.....	65
13. 16 dias de vaso – sem refrigeração.....	65
14. Temperaturas máximas e mínimas do ar (°C) durante o tempo de vida de vaso de crisântemo de corte, cultivar 'Faroe'. Botucatu – SP, 2007.....	66

APLICAÇÃO DE ÁCIDO GIBERÉLICO NA QUALIDADE E NA BIOQUÍMICA DE HASTES DE CRISÂNTEMO CV 'FAROE'. Botucatu, 2008. 121p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autor: Marcos Ribeiro da Silva Vieira

Orientadora: Giuseppina Pace Pereira Lima

1. RESUMO

A produção de flores de corte constitui uma atividade promissora, cuja comercialização exige técnicas de conservação que contribuem em manter a qualidade floral pós-colheita. A giberelina é um regulador vegetal que apresenta grande eficiência no crescimento, na indução de florescimento, na brotação, pode retardar a senescência, entre outros. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de baixas concentrações de ácido giberélico (GA_3) aplicado a campo no crescimento da flor e qualidade pós-colheita de crisântemo cv. 'Faroe'. As plantas foram pulverizadas aos 28 (vinte e oito) dias após o transplante das mudas e a colheita programada com 95% das línguas expandidas. Após a colheita, foram medidos os parâmetros: altura e diâmetro da haste, diâmetro da flor, comprimento da língua, número de flores e tempo de reação (indução ao florescimento). Após a avaliação, as hastes foram armazenadas em câmara fria a temperatura de 10 °C e UR 95% durante 48 horas e levadas à temperatura ambiente. Após o período de armazenamento em câmara fria, foram comparadas com as hastes mantidas em temperatura ambiente e submetidas às seguintes análises: avaliação da senescência floral (escala de notas), consumo da solução do recipiente e medida do pH, ambas em intervalos de dois dias. A qualidade das hastes foi acompanhada pelas análises bioquímicas (proteínas totais, carboidratos totais solúveis, atividade da peroxidase e poliaminas livres) no intervalo de quatro dias durante o tempo de vida de vaso. Apenas uma única aplicação de GA_3 não teve interferência nas características fenotípicas em plantas de crisântemo cv 'Faroe', pelo menos em baixas concentrações, assim como não promoveram

incremento na qualidade pós-colheita das flores. Não foi observado melhoria na qualidade das flores armazenadas em câmara fria, após à exposição das hastes em temperatura ambiente verificado pela avaliação da senescência floral. As hastes de ambos os tratamentos apresentaram acréscimo no consumo da solução do recipiente, assim como o pH variou no decorrer do tempo de vida de vaso. Hastes mantidas em temperatura ambiente apresentam decréscimos acentuados nos teores de proteínas totais e carboidratos totais solúveis nas folhas e flores de crisântemo de corte cv. 'Faroe'. Ocorreu aumento na atividade da peroxidase com o tempo de vida de vaso. Os teores de espermidina e espermina foram maiores que putrescina e foram ainda maiores, nas folhas que nas flores. Foi constatado que a giberelina não foi efetiva em retardar a senescência de flores de crisântemo cv. 'Faroe', nas concentrações e modo de aplicação usados.

Palavras-chave: senescência, longevidade, reguladores vegetais, bioquímica.

EFFECT OF GIBBERELIC ACID APPLICATION ON QUALITY AND BIOCHEMISTRY OF CHRYSANTHEMUM CV 'FAROE' STEMS. Botucatu, 2008. 121 p. Thesis Dissertation (Master's Program in Agronomy/Horticulture) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Marcos Ribeiro da Silva Vieira

Adviser: Giuseppina Pace Pereira Lima

2. SUMMARY

The production of cut flowers is a promising commercial activity and its business demands conservation techniques that contribute to keep the post-harvested flower quality. Gibberellin is a growth regulator that is very efficient in the growth, flowering induction, budding, senescence delay, etc. Thus, the aim of this paper was to evaluate the effect of low concentrations of gibberellic acid (GA_3) applied under field conditions on flower growth and post-harvest quality of chrysanthemums cv. 'Faroe'. Application was carried out at 28 days after seedling transplanting and harvest was scheduled when 95% of ligulas were expanded. The following parameters were measured after harvest: stem height and diameter, flower diameter, ligula length, number of flowers and reaction time (flowering induction). After evaluation, the stems were stored in a cold chamber at 10° C and relative humidity of 95% for 48 hours and then taken to room temperature. Later they were compared to the stems kept at room temperature and submitted to the following analyses: flower senescence evaluation (score scale), solution consume, pH measurement, both at 2-day intervals. Stem quality was evaluated through biochemical analysis (total proteins, total soluble carbohydrates, peroxidase activity and free polyamines) at four-day intervals during the vase life. A single low concentration GA_3 application has not interfered on phenotypic characteristics of chrysanthemum cv. 'Faroe' plants neither has improved post-harvested flower quality. There was not quality improvement of flowers stored in cold chamber after stem exposure to room

temperature and flower senescence evaluation. In both treatments, stems presented a higher solution consume and pH varied during the vase life. Stems kept at room temperature showed great decreases in total protein content as well as in total soluble carbohydrate content in leaves and flowers of chrysanthemum cv. Faroe. There was an increase in peroxidase activity due to time of vase life. Concentrations of spermidine and sperminine were higher than putrescin and higher in leaves than in flowers. It was verified that gibberellin was not effective to delay flower senescence of chrysanthemums cv. Faroe in the concentration and applications that were used.

Keywords: senescence, longevity, vegetal regulator, biochemistry.

3. INTRODUÇÃO

A floricultura abrange o cultivo de plantas ornamentais, desde flores de corte e plantas envasadas, floríferas ou não, até a produção de sementes, bulbos e mudas de árvores de grande porte (SILVEIRA, 1997).

Esse setor movimentava grandes números na economia, principalmente de países europeus como Holanda, Itália e Bélgica e de alguns países da América Latina como Colômbia e Costa Rica. No Brasil, ainda é uma atividade relativamente recente, que remonta da década de 1950, uma herança deixada pelos imigrantes europeus, a qual hoje vem se consolidando em diversos estados, principalmente na região Sul, Sudeste e Nordeste do país. A diversidade e a amplitude de climas e solos no Brasil permitem cultivos de inúmeras espécies de flores e plantas ornamentais, de diversas origens (nativas, de clima temperado e tropical) (KIYUNA et al., 2004). Além disso, a floricultura é uma atividade que emprega um grande número de pessoas, tem papel social importante por fixar o homem na atividade agrícola e absorver a mão-de-obra marginal não transferível (mulheres, adolescentes e pessoas que estão à margem do mercado de trabalho) (BUDAG e SILVA, 2000).

Internamente, a tendência de consumo dos brasileiros é concentrada nas datas especiais como dias dos namorados, das mães e finados, porém em mercados mais

maduros o consumo de flores acontece regularmente havendo pequenos picos nas ocasiões citadas (MIELKE, 2005).

Um estudo efetuado por BRACKMANN et al. (1998) demonstrou que os pequenos produtores enfrentam como fator limitante na produção de flores de corte, a exigência do mercado consumidor por produtos de qualidade e de maior valor agregado, cuja comercialização exige técnicas de conservação que contribuem em manter a qualidade floral pós-colheita. Uma das possibilidades de minimizar as perdas pós-colheita é por meio da otimização das unidades produtivas com uso de tecnologia adequada de produção (MIELKE et al., 2005).

O crisântemo (*Dendranthema grandiflora*) é uma das flores de corte mais populares do mundo e, juntamente com as rosas, os cravos e mais recentemente as gérberras, faz parte do elenco básico de todas as lojas de flores (GRUSZYNSKI et al., 2001). As flores de crisântemo produzidas na Região de Cordeirópolis são adquiridas pelo mercado local e grande São Paulo em virtude dos altos custos de transporte do produto e também pela oferta ser próxima à demanda. A produção vem sendo efetuada por pequenos produtores que apresentam pequena margem de lucro, seja por esta espécie apresentar vida de prateleira média comparativamente com demais flores de corte, seja por ela ser bastante suscetível a patógenos, o que demanda altos investimentos com tratamentos fitossanitários.

O ácido giberélico (GA_3) tem sido citado na literatura como um dos reguladores que melhor efeito exerce sobre o florescimento e retardamento da senescência em hastes, prolongando a vida pós-colheita de flores de corte. Assim, a aplicação de GA_3 associado a estudos bioquímicos, pode aumentar a rentabilidade da produção de crisântemo através do aumento da qualidade do produto, representado por maior número de flores por haste, redução do ciclo de vida da planta, através da precocidade da floração, aumento do diâmetro e altura das hastes, bem como o retardamento da senescência, prolongando a vida pós-colheita das flores. Entretanto, a eficiência depende da tecnologia de aplicação, estágio fenológico da planta, época do ano em que o regulador é aplicado, concentração, entre outros (MIELKE et al., 2005). A utilização de reguladores vegetais, associado ao resfriamento no armazenamento, também traz benefícios na qualidade das flores, mas nem sempre é suficiente.

Portanto, o manuseio pós-colheita requer o conhecimento do tempo desejável de armazenamento, respostas do produto às condições de armazenamento e especificação da qualidade, de acordo com a utilização final do produto (SHEWFELT, 1986).

Os resultados dos estudos sobre o efeito do GA₃ na taxa de senescência em crisântemo de corte são contraditórios, especialmente em relação à aplicação sobre as plantas em condições de campo. Dessa forma, considerando a hipótese que a utilização de GA₃ induz o crescimento, florescimento e retarda significativamente a senescência das plantas, o objetivo geral do presente trabalho foi avaliar a melhor concentração de GA₃ aplicado a campo, em resposta às características fenotípicas da planta e a sua influência sobre a qualidade pós-colheita de flores de crisântemo cv. 'Faroe'. Como objetivos específicos, avaliar a qualidade das flores conservadas em temperatura ambiente após o armazenamento refrigerado, identificar os benefícios ou prejuízos em relação à qualidade das flores após os tratamentos aplicados, determinar a variação do consumo da solução do recipiente e medida do pH das hastes florais, bem como o teor de proteínas totais, carboidratos totais solúveis, atividade da peroxidase e teor de poliaminas livres nas folhas e flores durante o tempo de vida de vaso.

4. REVISÃO DE LITERATURA

Os povos da antiguidade (chineses, egípcios, gregos, romanos e persas) já praticavam a horticultura, cultivando espécies alimentícias, medicinais e ornamentais. Esse ramo do conhecimento, denominado horticultura, somente ganhou força na época renascentista, com os franceses e principalmente os ingleses (LIRA FILHO, 2001).

Os ingleses sobressaíram-se na horticultura ornamental devido às grandes expedições conquistadoras e colonizadoras dos povos na Ásia e América, durante os séculos XVIII e XIX. Nessas viagens, traziam em seus regressos à Inglaterra, muitas espécies vegetais exóticas, as quais precisavam de locais protegidos para seu cultivo e propagação, momento em que se desenvolveram as primeiras estufas, originando a chamada “influência vitoriana” (TOOGOOD, 2000). Com isto, intensificou-se o cultivo de flores e plantas propriamente dito e seu comércio, bem como a busca pelas melhores espécies e indivíduos. Assim, o homem passou a observar mais o comportamento das espécies e empiricamente realizou pesquisas. Iniciou-se então a mescla da arte e ciência e a domesticação e produção para fins comerciais das espécies vegetais com características ornamentais. Mais tarde, em outros países como Holanda, França, Alemanha e Europa, desenvolveu-se fortemente a horticultura ornamental, sendo hoje a Holanda a maior produtora do setor de floricultura mundial. Em 2000, esse país chegou a exportar cerca de quatro bilhões de dólares, seguido

pelo país vizinho do Brasil, a Colômbia, que exportou cerca de 400 milhões de dólares (KIYUNA et al., 2004).

Esse grande crescimento deveu-se às transformações ocorridas no século XX, especialmente a partir da década de 50, com o desenvolvimento de novas tecnologias para a propagação, o cultivo em larga escala, o melhoramento genético de espécies e a criação de híbridos e ainda intercâmbios de informações entre profissionais do setor (TOOGOOD, 2000).

Os primeiros registros da floricultura brasileira datam de 1870 quando Pedro Maria Binot fundou um orquidário em Petrópolis, Rio de Janeiro. Depois, em 1893 vieram os alemães Dierberger que comercializavam flores e frutos num empório na cidade de São Paulo (MIELKE et al., 2005).

Em 1933, iniciou-se a produção de rosas na Fazenda Roselândia em Cotia, Estado de São Paulo (SEBRAE, 2005). Como sintetiza CASTRO (1993), até aquele momento a floricultura brasileira era um setor pouco significativo nos aspectos econômicos e tecnológicos, pois era conduzida de forma amadora. Nesta época as produções localizavam-se próximas às capitais do sul e sudeste apresentando pouca participação dentro do contexto da agricultura. Com a especulação imobiliária, grandes mansões foram substituídas progressivamente por conjuntos residenciais, privando assim, parte da população de cultivar flores para consumo. Desta forma, estabeleceu-se a necessidade de haver um cultivo em escala comercial de flores e de plantas ornamentais (MIELKE et al., 2005).

Em 1999, surgiu a venda virtual de flores feita através de leilões cujo sistema organizava as informações de oferta e demanda de flores e de plantas ornamentais permitindo, assim que a comercialização aconteça automaticamente durante 24 horas por dia (NAMESNY, 2002).

O governo brasileiro em 2000 criou mecanismos oficiais para incentivar a floricultura nacional, com o Programa de Desenvolvimento de Flores e Plantas Ornamentais do Ministério da Agricultura. Desde então, a floricultura passou a ser incluída na agenda de políticas públicas (SEBRAE, 2005).

No Brasil, as seis principais espécies de flores de corte produzidas são: rosas, gipsofila, alpínia, strelitzia, helicônia, orquídea, azaléa, prímula, ciclâmen e crisântemo (IBRAFLOR, 2002). O Brasil tem condições para se tornar um grande produtor e exportador de flores e plantas ornamentais no cenário mundial e os principais desafios para alcançar a competitividade são: a aplicação de tecnologia avançada nos sistemas de produção, uso de material genético adequado, treinamento e capacitação da mão-de-obra, profissionalismo gerencial e comercial, exploração das aptidões regionais, organização das estruturas de comercialização, profissionalização dos processos de logística e de distribuição e investimento em tecnologia de pós-colheita (BONGERS, 1995), porém poucos estudos são realizados na área de pós-colheita de flores, principalmente aqueles que envolvem fisiologia e bioquímica.

O crisântemo dos floristas, ou *Dendranthema x grandiflorum* (Ramat.) Kitam. (sin. *D. grandiflora* Tzvelev., *D. morifolia* Ramat. e *Chrysanthemum morifolium* Ramat.), família Asteraceae, é um híbrido complexo que, se produzido por sementes, segrega em formas diversas. A maioria das espécies que compõem as linhas dos cultivares atuais é original da Ásia, em especial da China. A palavra crisântemo significa “flor dourada”, vindo do grego “chrysos” ouro e “anthemon” flor. Existem relatos de seu cultivo há mais de 2.000 anos como planta de jardim na Ásia, sendo considerada a flor nacional do Japão (GRUSZYNSKI, 2001).

Os crisântemos são plantas vivazes, de caules ramificados e pubescentes, raramente com mais de 1 m de altura. Suas folhas são ovais, irregularmente recortadas e as flores reunidas em capítulos apicais ou axilares, com discos centrais amarelos e lígulas (pétalas) de cores múltiplas, conforme a variedade. Em geral as formas híbridas têm capítulos dobrados, as lígulas compridas e muitas vezes intrigantemente recurvadas. As cores, ainda que baseadas em branco, amarelo, púrpura e tons de vermelho, podem apresentar-se em tons inumeráveis. Os milhares de híbridos de crisântemo, por conveniência de horticultores, estão classificados em três grandes grupos: *crisântemos tubulares*, com lígulas em forma de finos tubos; *crisântemos globulares* com lígulas recurvadas para trás, o que dá a inflorescência a forma de uma esfera, embora nem sempre perfeita e *crisântemos japoneses*, com lígulas

compridas dispostas ligeiramente em espiral. Todos florescem nos meses de noites longas e dias curtos, ou seja, possuem fotoperiodicidade negativa (BORGES, 1995).

O crisântemo é na verdade, uma inflorescência composta, com flores nascidas em um receptáculo ou capítulo. As formas mais comuns de inflorescências são: a) simples ou tipo margarida, composta de uma ou mais filas de flores pistiladas externas (pétalas) e flores internas em um disco achatado central; b) anêmona ou girassol, similar à simples, porém as flores do disco central são alongadas e tubulares; c) pompons, inflorescências globulares, formadas por pequenas pétalas, as flores do disco interno não são aparentes; d) decorativas similares aos pompons, compostas basicamente de flores pistiladas, porém as pétalas externas são mais longas que as internas, dando uma aparência achatada; e) spider, fuji e spaghetti, inflorescências similares às decorativas, porém mais achatadas e com as pétalas externas tubulares e bastante longas e, em alguns casos, alternados mais longas e mais curtas; f) bola ou standard, é um tipo decorativo, com as pétalas encurvadas dando um aspecto globoso (GRUSZYNSKI, 2001).

Cultivares com flores do tipo simples pertence aos grupos Reagan, Rex e Repin; do tipo decorativo, aos grupos Polaris e Tinsel; do tubular, 'Super White', 'Super Yellow' e 'Recital'; do tipo bola, 'Snowdown' e do tipo pom-pom, 'Funshine', 'Yoko Ono', 'Statesman' e 'Faroe'.

Quanto ao número de flores por haste, os crisântemos são cultivados de duas formas básicas, de acordo com a demanda do mercado e a variedade: a) "disbuds" ou com a retirada das flores secundárias, em cada haste é deixada somente a flor terminal, retirando-se os botões florais laterais; b) "spray": é feita a retirada somente da flor central, que usualmente abriria antes das demais, permitindo assim que as outras se desenvolvam mais uniformemente. Quanto ao número de hastes por muda são: a) haste única a somente uma haste por muda plantada; b) hastes múltiplas, diversas hastes, em geral de 3 a 5 hastes principais por muda plantada, o que é obtido através da brotação lateral estimulada pela retirada do meristema apical (MOTOS, s.d).

O crisântemo é classificado como uma planta de dia curto, que tem o florescimento induzido naturalmente em períodos com dias de menos de 14:30 horas de luz,

existindo variações de acordo com a variedade e a temperatura. Para se manter o crescimento vegetativo das plantas, permitindo que elas alcancem a altura da haste desejada, elas são iluminadas durante a noite. Vale ressaltar que nunca se deve deixar um período maior que quatro horas sem iluminação (GRUSZYNSKI, 2001). Os dias longos devem ser continuados até que a planta alcance a altura desejada, dependendo do mercado.

Após a fase de crescimento vegetativo, tem início a fase de indução ao florescimento. Nessa etapa, os dias curtos podem ser obtidos tanto naturalmente (nos meses de inverno nas latitudes maiores, entre 25 a 40° sul – de março a setembro), como artificialmente, em geral através do uso de cortinas de polietileno (plástico) preto ou tecido especial. As plantas devem ficar no escuro por pelo menos 12 horas. Outra definição importante é a de tempo de reação, que é o período, avaliado em semanas, necessário entre o início da indução do florescimento até o início da abertura das flores (GRUSZYNSKI, 2001). Cultivares no grupo de reação de 6 semanas, levam seis semanas desde o início dos dias curtos até o florescimento, já variedades de 6 até 15 semanas de tempo de reação, comercialmente se situam entre 7^{1/2} e 11 semanas para corte. Plantas com tempo de reação maior demoram muito para serem produzidas e seu cultivo em geral não é economicamente viável.

De acordo com MAGALHÃES et al. (2005), na floricultura, qualidade é definida como o conjunto de atributos que fazem com que o produto se torne vendável. A aceitabilidade destes produtos pelos consumidores é avaliada através das características visuais como tamanho, forma e condição (sanidade, turgescência e maturidade).

Os fatores ambientais, a população de plantas e as características genéticas de cada cultivar são os determinantes da qualidade do produto final. Essa qualidade, por sua vez, pode ser avaliada pelo tamanho da inflorescência, comprimento e rigidez da haste, grau de abertura e sanidade geral. A criação de diferentes padrões ou classes de qualidade é de extrema importância para valorização do produto, mas a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) não possui padrões oficiais de classificação sendo que essa falta de normas oficiais sempre gerou dificuldades de entendimento entre produtores, intermediários e consumidores, dada a variação de critérios para julgar qualitativamente o produto, pois cada produtor segue sua própria noção de classificação (SILVEIRA, 1997).

MOTOS e OLIVEIRA (sd) citam que atualmente os produtos comercializados pelo Veiling – Holambra, que é um dos principais centros de comercialização de flores do Brasil, são submetidos a um sistema de classificação e padronização dos produtos que é reconhecido em todo país. O sistema se baseia na classificação dos produtos a partir de parâmetros estabelecidos entre os grupos de produtores, fundamentados na necessidade do mercado. A classificação é realizada nas propriedades durante a colheita e no momento da comercialização, é revista pelos técnicos do Veiling – Holambra. Os produtos são separados em quatro grupos (A1, A2, B e C).

- **Qualidade A1:** são lotes formados por plantas de ótima qualidade. As plantas devem apresentar-se isentas de pragas, doenças, com hastes firmes e com boa sustentação, bem formadas, com florescimento uniforme, todas com o mesmo estado de maturação e com coloração firme. As folhas podem apresentar leve presença de resíduos químicos. As hastes não devem apresentar “ramos ladrões” laterais. O tamanho das plantas deve variar de 23 a 35 centímetros, mantendo assim, uma proporcionalidade com o tamanho dos potes.

- **Qualidade A2:** são lotes formados por plantas de boa qualidade. Os produtos podem apresentar leves infestações de pragas e doenças, desde que não estejam comprometendo o aspecto e a durabilidade das plantas, as folhas podem apresentar poucos resíduos químicos, os lotes podem apresentar-se levemente desuniformes e fora dos tamanhos exigidos para a classificação A1, mas cujas plantas apresentem-se ainda proporcionais aos potes.

- **Qualidade B:** são produtos de qualidade regular, que não enquadram nos padrões exigidos para as classificações A1 e A2.

- **Qualidade C:** são produtos de qualidade ruim apresentando-se fora de todos os padrões exigidos para as classificações acima e que não poderão ser comercializados.

O Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLOR, 2000), tomando por base os padrões Veiling, criou e oficializou seu próprio sistema de classificação padrão

para 21 produtos, entre os quais o crisântemo. A altura das hastes passou para quatro categorias: 60, 70, 80 e 90 cm em pacotes de 12 hastes. Já os demais parâmetros classificatórios nas classes A1, A2 e A3 apresentam um caráter subjetivo que envolvem aspectos fitossanitários, qualidade de folhagem, ponto de abertura de flores, apresentação do produto, aspecto retilíneo das hastes e qualidade da água de pós-colheita. Padrões como diâmetro da haste e peso fresco, características que conferem rigidez à haste e que agregam qualidade ao produto final não são mencionados. O diâmetro da flor que é um fator determinante da qualidade, especialmente nesta cultivar devido ao seu aspecto visual, também não apresenta padrões de classe.

O conceito de qualidade para o mercado, segundo NOORDEGRAAF et al. (1994), está relacionado aos aspectos externos, que devem representar a verdade, porque os aspectos internos não podem ser mensurados durante o período de comercialização. Ele considera como aspectos externos de qualidade tais como a estrutura (forma, comprimento), o número de flores e botões, a ausência de resíduos químicos, de pragas e doenças e de defeitos aparentes. Como aspectos internos são considerados a longevidade em condições de interior, a resistência contra condições de estresse durante transporte e comercialização, a suscetibilidade ao resfriamento e etileno, defeitos escondidos e estabilidade da cor em condições de interior. Alguns desses aspectos podem ser mensurados por métodos objetivos, como número de flores abertas, altura da haste e tamanho da flor, outros devem ser estabelecidos subjetivamente, pela visualização, como forma (tipo), intensidade de cor e defeitos.

O padrão está intimamente ligado à qualidade, pois um dos objetivos da padronização é estabelecer normas para a comercialização, classificação (qualidade, comprimento, sanidade) e embalagem (apresentação, embalagem e número de hastes por unidade de embalagem). Os aspectos externos da qualidade são os parâmetros utilizados para se definir um padrão.

Tanto a qualidade, como outras características de flores, incluindo o crisântemo podem ser alteradas pela aplicação de reguladores vegetais.

Reguladores vegetais são substâncias orgânicas que desempenham uma importante função na regulação do crescimento e atuam tanto estimulando como

inibindo, dependendo da sua concentração e de outras características intrínsecas da planta (TEIXEIRA e MARBACH, 2000).

Comercialmente utiliza-se o termo regulador que nada mais é do que substâncias que mimetizam os efeitos dos hormônios produzidos pelas plantas (YAMADA, 1992). Os benefícios oriundos do conhecimento da atividade dos hormônios sobre os diversos processos de desenvolvimento vegetal são incontestáveis. A sua descoberta trouxe grandes avanços na área da fisiologia, levando ao entendimento e controle da diferenciação celular, o que culminou com o surgimento da cultura de tecidos isolados *in vitro*, que juntamente com a biologia molecular, constituiu uma das ferramentas mais importantes para o desenvolvimento da agricultura (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Os reguladores vegetais são utilizados para obtenção de diversos efeitos, tais como o de promover, retardar ou inibir o crescimento vegetativo, promover ou inibir o florescimento, aumentar a frutificação efetiva, aumentar o tamanho dos frutos, controlar a maturação e senescência, promover o enraizamento e quebrar a dormência de sementes e gemas, entre outros (BIASI, 2002). A floricultura moderna utiliza-se destes artifícios no cultivo para preconizar as produções, forçar as produções nas entressafras, diminuir ou aumentar o porte das plantas, aumentar o número de flores por planta e alterar o tom das cores (YAMADA, 1992).

O efeito de qualquer regulador depende de diversos fatores como, por exemplo, a espécie vegetal a ser tratada, a idade fisiológica da planta, da metodologia de aplicação, bem como de sua frequência e das condições ambientais (GRZESIK, 1989).

Após 30 anos da descoberta do hormônio auxina, em 1927 pesquisadores ocidentais dedicados à área vegetal tentaram atribuir à este regulador endógeno à regulação de todos os fenômenos do desenvolvimento dos vegetais. No entanto, sabe-se que tais fenômenos são controlados por vários reguladores que agem individualmente ou em conjunto, muito embora frequentemente discuta-se a ação dos reguladores como se eles agissem de modo independente. No entanto, as inter-relações do crescimento e do desenvolvimento vegetal resultam da combinação de muitos sinais. Um regulador pode

influenciar a biossíntese de outro, de modo que os efeitos produzidos por um acabam sendo, de fato, mediados por outros (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Os reguladores vegetais são conhecidos por terem os maiores efeitos sobre o metabolismo primário e secundário das plantas (FOWLER, 1988, ERTOLA et al., 1995). As classes de compostos responsáveis por essa função são: auxinas, citocininas, ácido abscísico, etileno, poliaminas, jasmonatos, ácido salicílico, brassinosteróides e giberelinas (SALISBURY e ROSS, 1992).

As giberelinas foram caracterizadas como hormônios vegetais na década de 1950. Atualmente, mais de 137 giberelinas são conhecidas, constituindo um grupo definido pela sua estrutura química e não pela sua atividade biológica, uma vez que são biologicamente inativas. A giberelina mais importante é o GA₁, sendo que a maioria dos outros ácidos giberélicos são precursores do GA₁, com exceção do GA₃, GA₅ e GA₆. Possuem uma estrutura complexa, sendo quimicamente isoprenóides. São sintetizadas por uma ramificação da rota de terpenóides. Estes são sintetizados pela rota do ácido mevalônico e pela rota do metileritritolfosfato (MEP). As diferenças entre diversas giberelinas residem no número e na localização das duplas ligações e dos grupos hidroxilas (TAIZ e ZEIGER, 2004).

O grupo das giberelinas compreende um grande número de compostos, onde 1/3 são giberelinas com 20 carbonos e os demais apresentam 19 carbonos, sendo mais ativa com o GA₁, GA₃, GA₄, GA₇, GA₉ e GA₂₀ (HOPKINS, 1999; TAIZ e ZEIGER, 2004).

A rota biossintética da giberelina pode ser dividida em três etapas, cada uma ocorrendo em um compartimento celular diferente (HEDDEN e PHILLIPS, 2000).

Na primeira etapa ocorre a produção de precursores de terpenóides e ent-caureno nos plastídios. A unidade básica biológica de isopreno é o isopentenil difosfato (IPP)². O IPP usado na síntese da giberelina em tecidos clorofilados, é sintetizado nos plastídios a partir do gliceraldeído-3-fosfato e do piruvato (LICHTENTHALER et., 1977). Uma vez sintetizadas, as unidades isoprênicas IPP são adicionadas sucessivamente para formar intermediários de 10 carbonos (geranil difosfato), de 15 carbonos (farnasil difosfato) e de 20 carbonos (geranilgeranil difosfato, GGPP). O GGPP é precursor de muitos compostos

10 terpenícos, incluindo os carotenóides e muitos óleos essenciais, sendo somente após o GGPP que a rota torna-se específica para giberelinas.

As reações de ciclização que convertem o GGPP em ent-caureno representam a primeira etapa, que é específica para giberelinas. As duas enzimas que catalisam as reações estão localizadas nos plastídios dos tecidos do ápice meristemático, mas, estão ausentes nos cloroplastos maduros (AACH et al., 1997). Assim, as folhas perdem sua capacidade de sintetizar giberelinas a partir de IPP, uma vez que os cloroplastos estejam maduros.

Na segunda etapa, um grupo metil do ent-caureno é oxidado a ácido carboxílico, seguido pela contração do anel B de um anel de seis para um de cinco carbonos, resultando em um GA₁₂-aldeído, o qual é, então, oxidado a GA₁₂, a primeira giberelina da rota em todos os vegetais e, portanto, o precursor de todas as demais giberelinas (HEDDEN e PHILLIPS, 2000).

Na terceira etapa, ocorre a formação de outras giberelinas a partir do GA₁₂ e GA₅₃ no citosol. Todas as etapas subsequentes da rota, são realizadas por um grupo de dioxigenases no citosol. Essas enzimas necessitam de 2-oxoglutarato e de oxigênio molecular como co-substratos e usam Fe²⁺ e ascorbato como co-fatores. As etapas específicas na modificação do GA₁₂ variam de espécie para espécie e entre órgãos da mesma espécie. Duas alterações químicas básicas ocorrem na maioria dos vegetais: A hidroxilação do carbono 13 (no retículo endoplasmático) ou do carbono 3, ou de ambos; uma oxidação sucessiva do carbono 20. A etapa final dessa oxidação é a perda do carbono 20 como CO₂. Quando tais reações envolvem as giberelinas inicialmente hidroxiladas no C-13, a resultante é GA₂₀. O GA₂₀ é, então convertido à sua forma ativa, o GA₁, por hidroxilação do carbono 3 (vendo que este está na configuração beta). Ela é referida como 3c-hidroxilação (HEDDEN e PHILLIPS, 2000).

De acordo ainda com HEDDEN e PHILLIPS et al. (2000) por último, o GA₁ é inativado por sua conversão em GA₈, pela hidroxilação do carbono 2. Esta reação pode também remover o GA₂₀ da rota biossintética por convertê-lo em GA₂₉.

A giberelina pode estar conjugada e isto pode ocorrer quando está ligada à molécula de glicose. Esta conjugação pode tornar a giberelina inativa, temporariamente ou permanentemente (SPONSEL, 1995). Então, quando a giberelina é aplicada às plantas, pode ocorrer que certa proporção torne-se glicolisada. Conseqüentemente, a glicolização representa uma forma de inativação. Em alguns casos, os glicosídeos aplicados são metabolizados em GAs livres, assim, os glicosídeos podem ser uma forma de reserva das giberelinas (TAIZ e ZEIGER, 2004).

As giberelinas estão presentes em toda a planta, no caule, nas folhas, nas raízes, nas sementes, nos embriões e no pólen. São sintetizadas em plastídeos no ápice do caule, nas folhas em crescimento e em sementes e embriões em desenvolvimento, porém não necessariamente ao mesmo tempo e nas mesmas taxas (METIVIER et al., 1979b; RODRIGUES e LEITE, 2004). As giberelinas sintetizadas na parte aérea podem ser transportadas para o resto da planta por meio do floema. Os intermediários da síntese de giberelinas podem também ser translocados no floema. Na verdade, as etapas iniciais da biossíntese de giberelina podem ocorrer em um tecido e o metabolismo para torná-la ativa em outro (TAIZ e ZEIGER, 2004).

A translocação de giberelinas exógenas é realizada na mesma velocidade dos constituintes do floema, como aminoácidos e carboidratos, movendo-se em todas as direções no simplasto da planta. O movimento das giberelinas, tanto exógenas quanto endógenas, parece ser não polarizado, podendo ocorrer tanto pelo floema como pelo xilema (METIVIER, 1979b; RODRIGUES e LEITE, 2004).

Altos níveis de giberelina endógena têm sido encontrados em pétalas e estames e na inflorescência da maioria das espécies em função do estágio de desenvolvimento. Entretanto, a distribuição do hormônio flutua entre os órgãos de acordo com o desenvolvimento reprodutivo, apresentando importante papel no desenvolvimento dos estames (KINET et al., 1985). Muito provavelmente, este seja o motivo pelo qual a giberelina é considerada entre todos os hormônios das plantas aquela que mostra maior eficiência na formação das flores em várias espécies, isto se refere usualmente ao termo de formação da estrutura floral (METZGER, 1995).

As condições ambientais afetam a biossíntese de giberelinas e, em geral, em dias longos ocorre maior produção de giberelinas do que em dias curtos (RODRIGUES e LEITE, 2004). Além disso, os níveis de giberelina podem ser afetados por trocas no fotoperíodo e temperatura modificando a atividade de enzimas específicas nos caminhos da sua biossíntese (HAZEBROEK et al., 1993).

Algumas espécies apresentam-se acaules, em forma de roseta, em dias curtos e desenvolvem uma haste floral longa em dias longos. Se essas plantas forem mantidas em dias curtos e pulverizadas com giberelinas, haverá o crescimento da haste floral. Sabe-se hoje que, naturalmente, esse crescimento é regulado pelas giberelinas. Além disso, muitas plantas de dia longo também requerem frio, que pode ser substituído pela aplicação de giberelina (OTTMANN, 2006).

O período de frio facilita a produção de giberelinas nos dias longos subsequentes, visto que há um aumento de atividade da enzima ácido ent-caurenóico-hidrolase nos ápices caulinares. Na ausência do tratamento de frio o ácido ent-caurenóico é acumulado em grandes quantidades nos ápices caulinares, local onde também ocorre a percepção do estímulo do frio. Após esse tratamento e o retorno para a maior temperatura, o ácido ent-caurenóico é convertido em GA₉, a giberelina mais ativa na estimulação da resposta de florescimento (ZEEVAART, 1971; RODRIGUES e LEITE, 2004; TAIZ e ZEIGER, 2004).

Em geral, plantas de dias longos e plantas que requerem um período frio são mais responsivas às GAs exógenas, enquanto que plantas de dias curtos como o crisântemo e de dias neutros não respondem à GAs (ZEEVAART, 1971). Assim, a indução do florescimento pode ser obtida pela redução artificial da duração de uma ou mais estações do ano (HERTOGH e LE NARD, 1993).

O ácido giberélico (GA₃) é capaz de estimular o crescimento em muitas plantas, e seu efeito tem sido atribuído basicamente para a promoção de alongamento e divisão celular (TAKAHASHI et al., 1988). Quando o GA₃ tornou-se disponível comercialmente, ele foi aplicado em muitas plantas e foram obtidos resultados extraordinários. Chegou-se a pensar que as giberelinas poderiam provocar aumento muito grande na produtividade vegetal (RODRIGUES e LEITE, 2004).

O GA₃ tem sido utilizado em espécies de *Hyacinthus*, *Liatris*, *Muscari*, *Iris*, *Lilium* e *Tulipa* como um substituto para tratamentos com baixas temperaturas. Embora tenha promovido o florescimento, sua eficiência é considerada baixa em relação a tratamentos com baixas temperaturas, especialmente para espécies do gênero *Tulipa*. Tratamentos com aplicação de GAs também têm sido utilizados em *Zantedeschia* para aumentar o número de flores (HERTOGH e LE NARD, 1993). Em condições não indutivas, aplicações de GA₃₂ e 2,2-dimethyl GA₄ em *Lolium temulentum* promoveram florescimento; já em *Sinapsis alba*, algumas GAs (GA₁, GA₃, GA₄, GA₇, GA₉) mostraram-se limitantes no processo de floração, fato também observado em frutíferas como cerejeira, pessegueiro, damasqueiro, amendoeiro e citrus (ZEEVAART, 1971; BERNIER et al., 1993).

Em plantas de azaléia tratadas com 1000 mg L⁻¹ de GA₃, em temperatura mínima de 16° C, foram obtidos resultados significativos na uniformização da floração sem a necessidade de tratamento com baixa temperatura para as cultivares Hexe e Sweaheart-Supreme e ainda, quando realizada a combinação de 100 a 500 mg L⁻¹ de GA₃ e 100 mg L⁻¹ de cinetina (molécula derivada da adenina, que estimula a divisão celular), aplicados a cultivar Red Wing, em intervalos de 4 dias, promoveu a antecipação da floração (IERSEL, 1998).

Pode ser verificado também em plantas de mesmo hábito de crescimento, como as plantas anuais, respostas diferentes a aplicação de GA₃. Isto ficou evidenciado por meio de um experimento com petúnias (*Petunia axiílares*) e impatiens (*Impatiens walleriana*), onde só estas últimas responderam a uma aplicação com um produto a base de GA₃ interferindo no estímulo de sua floração (IERSEL, 1998).

Em roseira cultivar Better Times, a aplicação de GA₃ nas concentrações 10 a 100 mg L⁻¹ aumentou o comprimento da haste e o peso fresco das flores cortadas (CASTRO, 1998b). Em plantas bulbosas, como ciclâmen (TREDER et al., 1999), tulipa (RUDNICKI e NOWAK, 1976) e dália (KHAN e TEWARI, 2003), constatou-se aumento da altura nas plantas após aplicação de GA₃. Em antúrio (*Anthurium andreanum*) estas aplicações não foram suficientes, nem para aumentar a altura, nem tão pouco para estimular a floração (WANG, 1999). TAIZ e ZEIGER (2004) supõem que o aumento em

altura na planta também possa ser atribuído às auxinas, uma vez que pode provocar a síntese de giberelinas e vice-versa e também causam o alongamento celular.

A aplicação exógena de reguladores vegetais interfere na senescência de folhas. Isso pode ser observado em lírio, onde aplicação de GA₃ em soluções conservantes retarda significativamente o amarelecimento e a taxa respiratória (FRANCO e HAN, 1997), porém não influencia a longevidade das flores (MELLO et al., 2001). A aplicação foliar de 100 mg L⁻¹ de GA₃, além de aumentar o diâmetro das hastes, disco floral e das inflorescências, aumentou também a vida de vaso de 12 variedades de crisântemo cultivadas em estufas (vaso) (DEHALE et al., 1993). Esse efeito foi também observado em crisântemo ‘Gompie-cha’, no qual a aplicação de 100 mg L⁻¹, em plantas cultivadas em estufas (vaso), prolongou a vida de vaso em 16 dias, em comparação às não tratadas (FREITAS et al., 2001).

Outros fatores que podem ainda estarem relacionados à eficiência dos reguladores são a forma e a época de aplicação (DEHALE et al., 1993; LASCHI et al., 1999; FREITAS et al., 2001). Resultados também podem ser alterados dependendo da forma de aplicação de GA₃. BOSE et al. (1980) observaram em plantas bulbosas (*Hippeastrum hybridum*. Hort) o aumento da altura devido à aplicação de 10 mg L⁻¹ de GA₃ quando em aplicação foliar, mas não se verificou qualquer efeito significativo quando os bulbos foram submersos numa solução de mesma concentração com este regulador.

A indução da absorção de uma solução por meio da exposição das hastes a uma temperatura elevada com baixas concentrações de GA₃ (10 e 20 mg L⁻¹), também tem mostrado aumento da durabilidade do crisântemo ‘Reagam’ em 2,2 dias (LASCHI et al., 1999). Entretanto, os efeitos de reguladores vegetais sobre as flores são poucos conhecidos e contraditórios, como o de BRACKMANN et al. (2005), onde avaliaram o efeito de GA₃ em três variedades de crisântemos e notaram promoção da senescência tanto de flores como de folhas.

Assim, alguns autores afirmam que a ação dos reguladores pode variar de acordo com a espécie e cultivar (KING, 1997; PAULIN, 1997; LASCHI et al., 1999), o local de aplicação (KING, 1997) e o tipo de giberelina usada (HAN, 1997), o que poderia

explicar o aumento da longevidade pós-colheita de crisântemos tratados com o GA₃ aplicado a campo (FREITAS et al., 2001).

A absorção do GA₃ pela planta de crisântemo pode sofrer variações em função do tempo transcorrido após a aplicação do regulador, obedecendo um comportamento ainda não conhecido. Tal comportamento pode influenciar não só o desenvolvimento das plantas em função da ação do produto absorvido, como também, variar de acordo com as condições climáticas as quais as plantas são submetidas (TOZI e SOUZA, 2004).

O termo adjuvante pode ser considerado como uma técnica, uma máquina ou equipamento e mesmo uma substância química que, adicionado a uma solução, facilite ou melhore a qualidade da pulverização. No que se refere à substância, os adjuvantes quando adicionados à calda de pulverização podem ser classificados como aqueles que apresentam ou não, ação interface (TOZI e SOUZA, 2004). Tais substâncias quando apresentam ação interface são chamadas de surfatantes e evidenciam efeitos espalhantes, adesivos e umectantes (DURIGAN, 1993). Segundo BAKER et al. (1992), estudando efeito de adjuvantes em herbicidas as propriedades físico-químicas da superfície foliar das plantas alvo a serem atingidas e as condições ambientais durante a aplicação são responsáveis pela maior ou menor eficácia do produto aplicado. Sabe-se que para uma boa atuação destes produtos, é necessário que sejam retidos nas folhas, penetrem e sejam absorvidos pela cutícula e plasmalema e atinjam seu sítio de ação em concentrações ideais para exercer sua ação. (TOZI e SOUZA, 2004).

A produção de flores de corte exige técnicas de conservação que contribuam em manter a qualidade floral pós-colheita, além das técnicas aplicadas no campo para melhorar a qualidade. As principais causas de deterioração pós-colheita envolvem a exaustão de reservas, principalmente carboidratos, respiração a ocorrência de bactérias e fungos, produção de etileno e perda excessiva de água (NOWAK et al., 1991; BRACKMANN, 2005). Esses processos estão intimamente ligados à temperatura que é responsável pela ativação fisiológica das flores (HARDENBURG et al., 1986; NOWAK et al., 1991).

A respiração é o processo metabólico predominante nas plantas após a colheita e pode ser descrita como a quebra oxidativa de compostos complexos, como amido, açúcares e ácidos orgânicos, em moléculas mais simples como dióxido de carbono e água, com a liberação de energia em forma de calor e de outras moléculas que podem ser utilizadas pelas células nas reações de síntese. A taxa respiratória do produto é um indicador de atividade metabólica do tecido e, portanto, guia útil do seu potencial de armazenagem e quantificação da carga térmica, em forma de calor vital, durante o resfriamento (KLUGE et al., 2002; CHITARRA e CHIATARRA, 2005).

Segundo KLUGE et al. (2002), a respiração não é só importante na transformação de energia e produção de ATP (Adenosina trifosfato), pois, a partir de compostos intermediários existentes ao longo da cadeia respiratória, outras substâncias importantes são sintetizadas. Algumas destas substâncias são sintetizadas na via pentose-fosfato, uma rota alternativa à glicólise. Nesta via, são sintetizados vários compostos fenólicos, incluindo fitoalexinas. Quanto maior a intensidade da taxa respiratória de uma planta, menor é o potencial de armazenamento e menor a vida útil da mesma.

A respiração resulta em modificações profundas dos constituintes que regulam o metabolismo das plantas e podem ser indesejáveis sob o ponto de vista da qualidade. Em condições não controladas, essas mudanças podem levar rapidamente à senescência e os tecidos tornam-se muito susceptíveis ao ataque de microrganismos e à perda de água. Assim, o controle da taxa respiratória passa a ser condição essencial para obtenção de condições adequadas de armazenamento dos produtos perecíveis. De maneira geral, a taxa de deterioração de um produto colhido é proporcional à sua taxa respiratória (KLUGE et al., 2002).

A respiração, geralmente, está relacionada em diversas plantas com o nível de etileno.

Etileno é um hormônio gasoso que, em elevadas concentrações, é prejudicial para as flores e plantas (OVERBEEKE et al., 1988). Cada flor produz uma quantidade de etileno, mas esta quantidade normalmente não é suficiente para causar prejuízos. Fatores externos, como motores a combustão, maturação de frutos, aumentam o

teor de etileno no ar. Níveis elevados de etileno podem causar prejuízos diretos às flores, e também indiretos, ativando mecanismos de produção de etileno endógeno pela planta.

A sensibilidade e produção de etileno dependem de vários fatores. Entre eles a própria flor, a duração da exposição ao etileno exógeno, a sua concentração e a temperatura na qual a flor se encontra. O aumento da temperatura, aumenta a produção de etileno pela flor. No entanto, em temperaturas baixas, a sensibilidade ao etileno é reduzida (OVERBEEKE, et al., 1988). Por outro lado, de acordo com NOWAK e RUDNICK (1990), a estocagem prolongada de flores aumenta a sensibilidade ao etileno.

Geralmente, as flores são estocadas em temperaturas baixas, em câmaras frias, com ambiente refrigerado.

As flores de corte têm uma vida muito limitada depois de destacadas da planta mãe, pois sobrevivem com suas próprias reservas, que são geralmente reduzidas devido às próprias características fisiológicas e morfológicas dos tecidos (HARDENBURG et al., 1986). A falta de cuidados específicos durante a colheita, o transporte e o armazenamento acarretam uma série de danos prejudicando a qualidade das flores e proporcionando aumento das perdas pós-colheita.

A utilização de temperatura de refrigeração para conservação de flores de corte é muito importante, pois diminui a perda de água, as infecções causadas por bactérias e fungos e reduz os processos de senescência, prolongando a vida pós-colheita de flores durante o período de armazenamento (CORBINEAU, 1992). Este processo é possível com a estocagem sob temperaturas ideais para cada produto, que, em geral, são abaixo da ambiente. Umidade relativa alta colabora com a diminuição da perda de água por parte do produto. Quanto mais rapidamente o produto for resfriado, maior será a vida útil das flores e menores serão as perdas durante sua comercialização. Portanto, a espera após a colheita, no pomar ou no galpão, antes da estocagem a frio irá reduzir o tempo de estocagem das flores mesmo que elas sejam posteriormente estocadas sob baixa temperatura (GAST e FLORES, 1991).

Segundo (NOWAK e MYNETT 1985), a baixa temperatura no armazenamento é importante fator para o retardamento da deterioração, além de diminuir os

processos metabólicos (transpiração e respiração) mantendo a qualidade por mais tempo, podendo reduzir a ação das enzimas oxidativas (GAST e FLORES, 1991). Porém, NOWAK e RUDNICKI (1990) adverte que a baixa temperatura pode causar injúrias como sintomas de descoloração de flores, lesões necróticas de pétalas e folhas e atraso na abertura do botão após o armazenamento. Em antúrio, o armazenamento abaixo de 10° C induz descoloração e necrose da espata e espádice (REID e DODGE, 2001). CASTRO et al. (2000) verificaram que o maior período de tempo de armazenamento em chuva de ouro é de seis dias, a uma temperatura de 8° C, com umidade relativa entre 90 e 95%.

Assim, como grande parte das flores de corte, a temperatura indicada para o crisântemo é de 0 a 5° C (SACALIS et al., 1993). Porém, a literatura não discrimina qual cultivar teria sido estudado, como também, o conhecimento do tempo desejável de armazenamento; sabendo-se que existe grande variação quanto ao comportamento de diferentes variedades. Outros autores também usaram temperatura acima da recomendada, pois representa a condição mais próxima das encontradas em floriculturas (ICHIMURA et al., 1998; HASTENREITER., 2006).

Após a colheita, mesmo mantendo os vegetais em baixas temperaturas, devido à ação de enzimas principalmente, começa a ocorrer a senescência, conduzindo o produto à morte.

A senescência é um processo associado a estágios terminais do desenvolvimento de vários órgãos vegetais (folhas, flores, raízes). Durante a senescência inúmeras alterações ocorrem no órgão para o reaproveitamento de nutrientes importantes como o fósforo e o nitrogênio, nos quais vários mecanismos metabólicos são ativados, enquanto que outros são inativados (MAYAK et al., 1987). Essas alterações são manifestações que ocorrem na atividade metabólica das células, geneticamente determinada e expressa em mudanças na atividade de certas enzimas, síntese e degradação de compostos (THOMAS e STODDART, 1977). Nas folhas, a senescência pode estar associada à degeneração do sistema radicular, a deficiência de nutrientes como o nitrogênio, ao aumento da concentração de etileno na zona radicular e nas folhas e modificações do fluxo interno de substâncias entre as raízes e a parte aérea das plantas, como citocininas e giberelinas (JACKSON e DREW, 1984;

PEZESHKI, 1994; UMAHARAN et al., 1997). O processo de senescência se inicia nos cloroplastos, com degradação dos tilacóides (Figura 1) e no retículo endoplasmático. Neste processo, há também hidrólise de macromoléculas, dentre estas as clorofilas e as proteínas foliares, formadas em grande parte pela Rubisco (ribulose-bisfosfato carboxilase oxigenase), para retranslocar aminoácidos para outros órgãos em desenvolvimento, em uma estratégia de economia de nutrientes.

Na senescência, a hidrólise de proteínas pode ser devida à síntese “de novo” de enzimas proteolíticas ou ativação de enzimas já existentes devido à diminuição do efeito de inibidores (VIERSTRA, 1996) e pela expressão de genes associados à senescência (BUCHANAN-WOLLASTON, 1997). A perda da integridade das membranas intracelulares, como os tilacóides, se dá pela ação de enzimas de degradação de lipídeos, como a fosfolipase D, a fosfatidase fosfatase e a acil hidrolase, nas formas citossólicas e membranares, produzindo ácidos graxos, que são o substrato das lipoxigenases e produzindo hidroperóxido de ácido graxo. As espécies ativas de oxigênio, como superóxido, peróxido e oxidrilo, causam danos ao metabolismo, aumentando a degradação de membranas e de macromoléculas, como ácidos nucleicos, polissacarídeos e proteínas. Em condições normais, enzimas desintoxicadoras de oxidação pelo oxigênio, como a superóxido dismutase, a catalase, as peroxidases e a glutatona redutase, eliminariam estes radicais livres, evitando a oxidação, porém durante a senescência, a atividade dessas enzimas diminui. A manutenção da atividade protetora dessas enzimas desintoxicadoras pela regulação de genes que controlam as suas atividades, principalmente em cloroplastos, poderá retardar a senescência e os efeitos dos fatores ambientais sobre as membranas citoplasmáticas (PEÑARRUBIA e MORENO, 1994).

Por outro lado, a senescência é um processo importante para a remobilização de nitrogênio, fósforo e de outros minerais, de folhas velhas para as folhas mais jovens e finalmente para o grão ou outro dreno de reserva e propagação (BUCHANAN-WOLLASTON, 1997). A eficiência de tal remobilização será vital para os vegetais em condições de baixa disponibilidade de nutrientes, fato comum na agricultura tropical.

Além das proteínas, outras substâncias podem estar relacionadas à senescência nos vegetais, tais como, carboidratos, atividade da peroxidase e poliaminas.

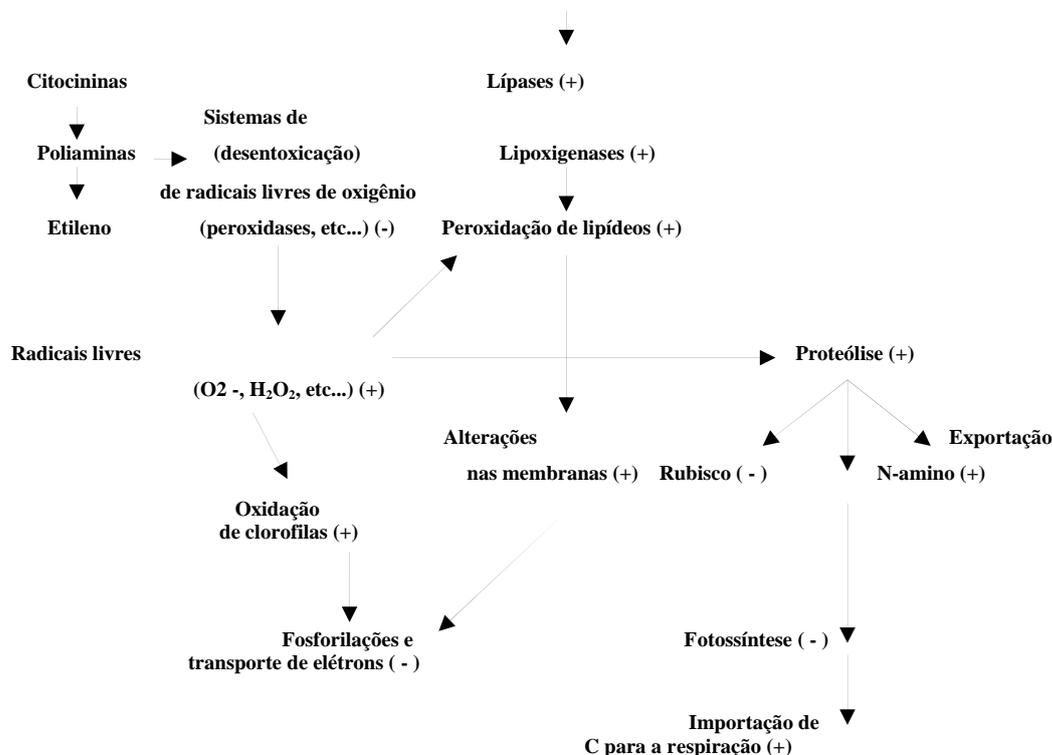


Figura 1. Processos de senescência, segundo Pell e Dann (1990).

As proteínas são polímeros, grandes moléculas complexas constituídas por uma seqüência de aminoácidos. Cada proteína é formada por uma seqüência única de aminoácidos, o que determina sua função dentro da célula (BRUM et al., 1994). O número das diferentes seqüências de aminoácidos e, portanto, a possível variedade de moléculas de proteínas mostra-se enorme (RAVEN et al., 1996).

A síntese de proteínas é a função central de todas as células. Na sua ausência, o crescimento e a manutenção dos órgãos cessam e isso representa um fator limitante à taxa de crescimento das plantas. Essa síntese requer uma demanda por aminoácidos, um alto suprimento em energia e nutrientes, especialmente de nitrogênio. Essa

ligação entre a síntese de proteínas e o fornecimento de nitrogênio não é direta, devido ao nitrato e aos aminoácidos armazenados nos vacúolos (PORTER et al., 1991). A síntese de proteínas é caracterizada pela alta e rápida capacidade de adaptação molecular, funcional e fisiológica, em relação ao meio (LARCHJER, 2000).

O metabolismo das proteínas (absorção e translocação ativa de N, processos do metabolismo basal provedores de compostos, síntese de aminoácidos, transcrição e tradução) é extremamente ativo. Órgãos em crescimento ou órgãos e tecidos de estoque são caracterizados pela síntese especialmente intensa de proteínas, entretanto, em folhas senescentes ocorre a degradação das mesmas, sendo que o teor é alterado de acordo com o estágio fisiológico da planta (THOMAS e STODDART, 1980).

Os efeitos fisiológicos de reguladores vegetais têm sido estudados visando o avanço no conhecimento da ação estimulatória ou inibitória no crescimento e desenvolvimento das plantas. Porém, essa idéia vem sendo mudada com a evolução de novas pesquisas que têm demonstrado que as mudanças morfológicas da planta estão associadas a mudanças metabólicas, ou então que o estado nutricional da planta tem um importante efeito nas mudanças morfológicas induzidas por reguladores vegetais (MARTINS et al., 2005).

A giberelina é um hormônio relacionado a juvenildade, ao contrário do etileno e ácido abscísico, que são hormônios ligados à senescência, portanto antagonísticos a giberelina (DILLEY, 1969).

Os hormônios aumentam a retenção de algumas substâncias, tais como aminoácidos, dentro da célula. Conseqüentemente, tais substâncias podem retornar ao ciclo através da síntese de proteínas, que são essenciais para o crescimento e a reparação de tecidos (PIMENTEL et al., 1998). Desse modo, o envelhecimento, o amarelecimento e a conseqüente perda de qualidade mercadológica dos produtos colhidos, inclusive as flores de corte é consideravelmente retardada. Assim, a aplicação de giberelina pode adiar processos relacionados com o envelhecimento e senescência no vegetal, incluindo a degradação da clorofila (SCHECHTER et al., 1989). Segundo CHITARRA e CHITARRA (1990), o retardo da senescência tem sido associado à redução da taxa de perda de proteínas e RNA.

BARROS et al. (1991) aplicaram GA₃ em lima 'Tahiti', na concentração de 40 mg L⁻¹, tendo verificado um retardamento no aparecimento de coloração amarela dos frutos. SILVA e DONADIO (1997) apontam o tratamento com GA₃ 20 mg L⁻¹ como uma obrigatoriedade para a exportação desta espécie (lima), como forma de manter a cor verde da casca e retardar o envelhecimento do fruto durante o transporte. SPÓSITO et al. (2000) trataram limas 'Tahiti' com GA₃ 10 mg L⁻¹ e observaram manutenção da coloração da casca dos frutos por até 45 dias.

Como os hormônios vegetais regulam o desenvolvimento, eles possuem pelo menos um papel indireto na regulação da relação fonte-dreno, pois regularão o crescimento relativo de cada fonte e cada dreno (SILVERSTONE e SUN, 2000).

A porcentagem de proteína total é um dado que avalia as condições de pós-colheita, pois geralmente ocorre aumento da atividade de enzimas degradativas, como as proteases (GORIN et al., 1986). DREVDAHL e THIMANN et al. (1977) observaram que a diminuição nos teores de proteínas em plantas de aveia está associada às mudanças na atividade de enzimas degradativas. De acordo com COORTS (1973), há menos proteínas em tecidos senescentes, enquanto que LASCHI (2000) observaram aumento de proteínas em hastes de rosa cv 'Grand Gala'.

O conhecimento da fenologia e de como varia o conteúdo em carboidratos de reserva no decorrer do desenvolvimento das plantas tem se constituído na base para o desenvolvimento de modelos fenológicos e de produção. Esses modelos tem sido empregados na avaliação das técnicas de manejo em inúmeras espécies vegetais que vem sendo cultivadas com sucesso ao redor do mundo (CORSATO et al., 2004).

Os carboidratos constituem um grupo de compostos que incluem açúcares simples e moléculas mais complexas constituídas por subunidades de açúcares mais simples, cuja principal função é o fornecimento de energia química aos processos do ciclo de vida da célula (BRUM et al., 1994).

Amido e açúcares solúveis (sacarose e derivados) são os principais carboidratos de reserva derivados da glicose, formada durante a fotossíntese. O primeiro é

imóvel na célula, sendo sintetizado nos cloroplastos dos tecidos fotossintetizantes, ao passo que o segundo tem alta mobilidade em células e tecidos, sendo descarregado no floema, no citosol das células. Uma vez translocada para drenos não fotossintetizantes, a sacarose é rapidamente convertida em frutose e glicose, sendo transportadas, inclusive para o caule (DENNIS e BLAKELEY, 2000), com ação invertases (CORSATO et al., 2004). Em cenoura e batata, quando o dreno começa a acumular carboidratos, a via do citocromo na cadeia respiratória mitocondrial é mais utilizada e mesmo com o declínio da fotossíntese e exportação nas fontes, a acumulação de matéria seca nos drenos é pouco reduzida, pois com a respiração via citocromo há maior produção de ATP (MILBURN e KALLARACKAL, 1989).

Uma vez nesses órgãos, esses açúcares poderão ser utilizados de três formas: a) na respiração para a síntese de energia e de outros compostos; b) ser armazenados no vacúolo para posterior uso na respiração ou c) ser convertido nos órgãos de reserva para uso em situações de baixa atividade fotossintética na parte aérea (TAIZ e ZEIGER, 2002). Até o momento que precede o início da exportação da fotoassimilados pelos tecidos fotossintetizantes recém formados na parte aérea, a cada novo ciclo da planta, todos os órgãos em desenvolvimento são totalmente dependentes dos carboidratos de reserva presentes nos órgãos de armazenamento. Essa dependência vai diminuindo na medida em que aumenta a quantidade de fotoassimilados exportados pela copa em expansão (DARNELL e BIRKHOOD, 1996).

O metabolismo de carboidratos de plantas tem um mecanismo complexo de sinalização envolvendo açúcares e hormônios capazes de controlar enzimas envolvidas em síntese/degradação do amido e acúmulo de sacarose (KOCK et al., 1996).

As auxinas, citocininas e as giberelinas têm sido estudadas com particular interesse por funcionarem total ou parcialmente como retardadores da senescência nos vegetais.

As giberelinas também estão envolvidas na dormência e iniciação do desenvolvimento de tubérculos de batata, associado aos níveis de inibidores, de carboidratos disponíveis e dos fatores ambientais como luz, temperatura e fotoperíodo (TAMAS, 1995). Em videiras, as giberelinas aumentam a atividade da sacarose-fosfato sintetase, estimulando a

exportação de sacarose da folha, sendo consideradas indutoras de desenvolvimento reprodutivo (BRENNER e CHEIKH, 1995).

A pulverização com GA₃ diminuiu o diâmetro dos pseudobulbos de *D. nobile*, provavelmente, porque este é o principal órgão armazenador de água, carboidratos e nutrientes minerais das orquídeas epífitas (ZIMMERMAN, 1990). Como as giberelinas agem sobre o metabolismo dos carboidratos, estocados principalmente no pseudobulbo, o diâmetro do pseudobulbo diminui por causa da hidrólise de suas substâncias de reserva. Além disso, o acúmulo de carboidratos no tecido eleva a pressão osmótica, fazendo com que o fluxo de água, estocada principalmente no pseudobulbo, ocorra mais rapidamente para o interior da célula, favorecendo a sua expansão (CORDEIRO, 1979; DAYKIN et al., 1997; PIRES, 1998).

O aumento dos níveis de carboidratos nas inflorescências e nas folhas em laranjas peras tratadas com GA₃ pode ser devido a um incremento da capacidade fotossintética das folhas ou a uma modificação do modelo da distribuição de assimilados na planta (MARTINEZ-CORTINA e SANZ, 1991). O GA₃ parece ter papel especialmente importante como regulador de enzimas hidrolíticas.

Existem poucas pesquisas que relatam as modificações nos teores de carboidratos em flores, especialmente em flores de corte. COORTS (1973) relata que a glicose é o principal constituinte dos tecidos das pétalas de rosas e o acúmulo de glicose se deve ao fato de, ao ser retirada da planta, a flor comporta-se como dreno, ocorrendo translocação das folhas para os tecidos das pétalas. Este transporte ocorre na forma de sacarose (açúcar de transporte) para, ao atingir as flores, formar glicose (TAIZ e ZEIGER, 1998). ADACHI et al. (2000) observaram que as altas temperaturas diminuíram as concentrações de glicose e frutose em crisântemo ‘Seiun’, porém não contribuíram com envelhecimento precoce da espécie. Isso ocorre, devido as altas temperaturas terem influenciado o desenvolvimento completo de lígulas.

O metabolismo de carbono na fonte e no dreno, assim como o transporte entre esses tecidos é regulado por um controle de “feedback” pelos níveis dos metabólitos intermediários e finais. O controle por “feedback” é feito diretamente pelo metabólito em nível de transcrição de enzimas específicas do seu metabolismo, ou mediado

por reguladores vegetais, os quais controlam essas enzimas. Não havendo uso desses metabólitos ocorre diminuição de sua formação (FOYER e GALTIER, 1996).

O sucesso para a existência de todos os organismos é dependente de sua habilidade para coordenar mudanças complexas de desenvolvimento, perceber e responder às flutuações das condições ambientais. Respostas ao estímulo de desenvolvimento e do ambiente ocorrem pelo acoplamento da seqüência estímulo/resposta, que depende da percepção do estímulo pela célula, gerando e transmitindo um mensageiro intracelular (transdução do sinal), que irá promover uma mudança bioquímica, ou induzindo e reprimindo genes, que causarão a resposta da célula. Tal processo necessita do reconhecimento do estímulo dado por um mensageiro primário (regulador vegetal) com um receptor na plasmalema, ou diretamente por um receptor (o fitocromo, por exemplo) e, subsequente, uso de um mensageiro secundário e/ou proteínas efetivas para transmitir o sinal dentro da célula e produzir a resposta desejada (BOWLER e CHUA, 1994).

O movimento de fotoassimilados do local de síntese, na fonte, para o local de uso ou acumulação, no dreno, pode ser regulado em diversos pontos. O gradiente de concentração entre a fonte e o dreno é geralmente aceito como principal determinante da taxa de transporte e partição entre órgãos. Tais processos também são controlados, em parte, por reguladores vegetais que atuam como mensageiros entre células, tecidos e órgãos, promovendo a ativação de genes específicos ou processos metabólicos (FOYER e GALTIER, 1996). Porém, para se avaliar o controle hormonal das relações fonte/dreno, é importante entender primeiro onde atuam estes reguladores e se possível, seu local de origem, que se encontram, em geral, nos próprios drenos (HO et al., 1989).

Os reguladores vegetais regulam as relações fonte/dreno, provavelmente em uma ação conjunta, onde um regulador funciona como promotor de um evento e outro, como inibidor deste evento. Assim, o vegetal tem como controlar passo a passo todo o processo de assimilação, transporte e utilização de carboidratos, fazendo uma sintonia fina, em função de variações ambientais instantâneas, como teores de CO₂ ou de H₂O, para maximizar o processo de produção vegetal. Provavelmente, nenhum desses processos é controlado por um único regulador vegetal, mas sim pelo balanço destes, como para o controle

da abertura estomática (MANSFIELD e MCAINSH, 1995). O estímulo floral, por exemplo, acredita-se ser simultaneamente produzido em folhas diferentes, via fitocromos, enviado e amplificado em reações de cascata em dois níveis, com a cooperação entre microfunções intracelulares e macrofunções intercelulares; isto em conexão com a produção e distribuição de energia e ativação genética, associado a modificações no balanço de fitormônios. Tal resposta é dependente também das mudanças ocorridas nas estruturas existentes e da atividade enzimática que manteve o crescimento vegetativo (JAEGHER e BOYER, 1990).

O vegetal controla o movimento de reguladores vegetais entre diferentes tecidos, os quais regulam a absorção de água e nutrientes e o trânsito de assimilados entre a fonte e o dreno, atuando ao nível da plasmalema e causando modificações químico-estruturais em substâncias celulares (JAEGHER e BOYER, 1990).

Na senescência de tecidos ocorre a degradação de proteínas e exportação de aminoácidos para tecidos em formação. Estes são alguns exemplos do controle de relações fonte/dreno, através da proteólise, devido à ação de proteinases (BOWLER e CHUA, 1994).

Outra substância que parece apresentar alterações durante a senescência é a enzima peroxidase (E C 1.11.1.7). A peroxidase pode participar na síntese de etileno, senescência de vegetais (GASPAR et al., 1985), além da destruição das auxinas, devido ao fato de estas se apresentarem em muitas formas moleculares participando de diferentes reações bioquímicas (DENCHEVA e KLISURKA, 1982).

As peroxidases (PODs) são hemoproteínas de oxidoredutase (ALFENAS, 1998), capazes de catalisar diversas reações, como a produção de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) a partir NADH (GOLDBERG et al., 1985). Ocorrem em diversos componentes celulares, como núcleo, mitocôndrios, ribossomos, paredes celulares e membranas celulares (HOAGLAND, 1990). Segundo SILVA et al. (2000), a atividade da enzima peroxidase é alterada com o início da senescência, em decorrência da desintegração das membranas das organelas.

A produção de H_2O_2 é importante nas reações de defesa da planta, pois age como sinalizador para outras respostas de defesa, participam de reações catalizadas por peroxidases, que resultam na polimerização de fenóis, formação de ligações cruzadas de glicoproteínas ricas em hidroxiprolina e a sua incorporação à parede celular. Conseqüentemente, levam ao fortalecimento da parede celular e a toxidez direta sobre patógenos (MAUCH-MANI e MÉTRAUX, 1998; LABANCA, 2002; ZHAO et al., 2005).

A geração de H_2O_2 e de espécies ativas de oxigênio (EAOs), ocorrem normalmente no metabolismo das células vegetais. No entanto, podem ser potencializados frente a estresse de diferentes origens. Em condições normais, enzimas desintoxicadoras de oxidação pelo oxigênio, como as peroxidases, eliminariam estes radicais livres, evitando a oxidação. A manutenção da atividade protetora dessa enzima desintoxicadora pela regulação de genes que controlam as suas atividades, principalmente em cloroplastos, poderá retardar a senescência e os efeitos dos fatores ambientais sobre as membranas citoplasmáticas (PEÑARRUBIA e MORENO, 1994).

Segundo OLIVEIRA JUNIOR et al. (2004), os valores da atividade de peroxidase diminuíram gradativamente durante o amadurecimento da fruta-de-lobo. A diminuição da atividade desta enzima pode estar relacionada à diminuição dos teores de polifenóis durante o amadurecimento da fruta-de-lobo, em virtude do aumento gradual na condensação dos fenólicos solúveis, tornando-os insolúveis por esses se ligarem fortemente a outros compostos celulares e, conseqüentemente, tornarem-se indisponíveis à ação da enzima peroxidase. MASIA et al. (1998) observaram comportamento diferente para frutos de maçã durante o amadurecimento, constatando aumento da atividade desta enzima. FORD e SIMON (1972) sugerem que a atividade da peroxidase aumenta várias vezes com o atraso da senescência em mudas de pepino.

A peroxidase além de estar envolvida na defesa de patógenos, participa também em diversas reações, como ligações de polissacarídeos, oxidação do ácido indol-3-acético (IAA), oxidação de fenóis, cicatrização de ferimentos e regulação da alongação de células (KAO, 2003; CAMPOS et al., 2004). Também estão envolvidas na resposta de

hipersensibilidade, síntese de lignina e suberina para o espessamento da parede celular por adição de compostos fenólicos (MARTINEZ et al., 1998; QUIROGA et al., 2000).

A oxidação enzimática de compostos fenólicos pela peroxidase e polifenoloxidase resulta, reconhecidamente, no escurecimento de tecidos vegetais (WHITEHEAD e SWARDT, 1982). Em trabalho conduzido com feijão, observou-se que tegumentos mais escuros, apresentaram maior atividade da peroxidase e da polifenoloxidase e os teores mais elevados de compostos fenólicos, antes e após o armazenamento do que a linhagem de tegumento mais claro, demonstrando, portanto, uma relação diretamente proporcional entre a cor do tegumento, a atividade das enzimas e o conteúdo de compostos fenólicos totais (MOURA et al., 1999).

A reação das PODs consiste de dois passos sucessivos, envolvendo um elétron cada. Uma equação geral para reações catalizadas por PODs não pode ser formulada, pois o curso da reação depende do tipo de substrato, como fenóis, aminofenóis, diaminas, ascorbatos e diferentes aminoácidos (BERGMEYER et al., 1974). No caso em que a mesma molécula orgânica é doadora de elétrons para ambos os passos, a equação seria:



A peroxidase pode ser tomada como um marcador bioquímico de estresse resultante tanto de fatores bióticos, como de abióticos (LIMA et al., 1999). De acordo com GASPAR (1986), a peroxidase parece ser a molécula chave de adaptação das plantas. Além disso, a atividade da peroxidase pode ser usada como um indicador não específico de estresse causado por agentes poluentes, como metais pesados (MARKKOLA et al., 1990).

Estudo revela também que os hormônios podem interferir no sistema genômico gerando expressões enzimáticas, que modulam a formação da lignina dentro da parede celular (HIGUCHI, 1997).

LIU et al. (1991) realizaram estudo sobre a relação entre o escurecimento e polifenol oxidase, peroxidase e sua compartimentação em Litchi pericarpo, e observaram que radicais orgânicos na cor do pericarpo poderiam ser afetados pelos reguladores vegetais e o escurecimento estaria parcialmente relacionado com o aumento de radicais livres.

Atualmente, sugere-se que para ocorrer a floração, um balanço complexo de auxinas, giberelinas e citocininas deva ser atingido, assim como já se sabe, a atividade da peroxidase está correlacionada a esse processo (JAEGHER e BOYER, 1990).

PÉREZ e MORALES (1999) constataram que a atividade da peroxidase solúvel dos pedicelos de uvas ‘Sultana’ (‘Thompson Seedless’) aumentaram significativamente com as concentrações de GA₃ aplicado em pós-florescimento nas videiras, sugerindo o possível envolvimento destas enzimas na lignificação de pedicelos e engaços através da aplicação de GA₃. Em frutos de manga cultivar ‘Dashehari’ que receberam 200 µL L⁻¹ de GA₃ exibiram menores atividades da amilase e peroxidase na colheita (KHADER et al., 1991).

A ação do balanço antagônico de ABA e citocinina na morfogênese, se dá pelo controle da expressão genética de peroxidases, envolvidas também na resposta à falta de água, salinidade e trauma físico. Altos níveis da peroxidases estão relacionados com diminuição da alongação celular, minimizando a extensibilidade da parede celular (CHALOUPKOVÁ e SMART, 1994).

Apesar das poliaminas estarem envolvidas em um grande número de processos do desenvolvimento vegetal, a sua inclusão à classe dos hormônios vegetais ainda gera controvérsias entre a comunidade científica, pois agem em concentrações superiores aos hormônios convencionais, o que diverge do conceito de hormônio vegetal (COLLI, 2004). No entanto, muitos pesquisadores incluem as poliaminas à classe dos hormônios vegetais, uma vez que regulam o desenvolvimento vegetal (CROZIER et al., 2001). Estas substâncias são moléculas orgânicas polivalentes de baixo peso molecular, hidrofílicas, que apresentam como característica fundamental a presença de dois ou mais grupos de aminas em sua constituição química, diferindo estruturalmente entre si quanto ao número e posição das aminas

(KUZNESTSOV et al., 2002). Como a glicina betaína, as poliaminas também, podem ser sintetizadas a partir da ação de enzimas betaínas aldeído desidrogenases (BADHS) em distintos substratos aldeídos intermediários (MUNÔZ-CLARES e VELASCO-GARCIA, 2004).

Nos vegetais, as poliaminas mais freqüentemente encontradas são diaminas (putrescina e cadaverina), triaminas (espermidina) e tetraminas (espermina), sobretudo, a espermidina (1,8-Diamino-4-azaoctane, $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_3\text{NH}(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$) que é considerada um regulador de crescimento vegetal atuando na divisão e diferenciação celular (GALSTON e KAUR-SAWHNEY, 1994).

Num sentido genérico, as poliaminas incluem a putrescina (put), a espermidina (spd), a espermina (spm) e vários outros compostos derivados. No sentido restrito, indicam apenas aquelas aminas primárias que possuem mais de dois grupos amina, tais como a espermidina e espermina (EVANS e MALMBERG, 1989).

A diamina putrescina e as poliaminas espermidina e espermina são de ocorrência comum nas plantas superiores. A putrescina é sintetizada a partir dos aminoácidos arginina e ornitina, pelas enzimas arginina descarboxilase (ADC; EC 4.1.1.19) e ornitina descarboxilase (ODC; EC 4.1.1.17), respectivamente. De acordo com GALSTON (1989) e SMITH (1985), a putrescina é convertida em espermidina e espermina, por sucessivas transferências de 1 ou 2 grupos aminopropil via descarboxilação do S-adenosil. Salienta-se que, os níveis de poliaminas putrescina (Put), espermidina (Spd) e espermina (Spm) podem variar de acordo com as espécies estudadas e diferentes condições ambientais (CHATTOPADHAYAY et al., 2002).

Segundo GALSTON e KAUR-SAWHNEY (1990), poliaminas ocorrem de formas livres, ligadas a compostos fenólicos, a substâncias de menores pesos moleculares ou ainda a macromoléculas. A relação qualiquantitativa das poliaminas pode estar relacionada também à variáveis químicas e agentes estressantes.

As poliaminas, além de estarem envolvidas no processo da divisão celular (MAKI et al., 1991), desenvolvimento e crescimento (SMITH, 1985; EVANS e

MALMBERG, 1989), floração (KAUR-SAWHNEY e APPLEWHITE, 1993; TEIXEIRA DA SILVA, 2002), senescência (SMITH, 1985; GALSTON e KAUR-SAWHNEY, 1990), na regulação do metabolismo dos ácidos nucleicos (KAUR-SAWHNEY e GALSTON, 1991), atuam também, como precursores da síntese de etileno, o qual como lembram GALSTON e KAUR-SAWHNEY (1987) tem efeito contrário ao das poliaminas no crescimento e desenvolvimento. As poliaminas podem servir como precursor de síntese para uma ampla variedade de alcalóides (GUGGISBERG e HESSE, 1983) e fenólicos conjugados, os quais são muito difundidos nas partes florais (MARTIN-TANGUY, 1985). As aminas biogênicas podem também ser formadas durante o processo de armazenamento pós-colheita (HALÁSZ et al., 1994; MULAS et al., 1998).

Vários pesquisadores relatam que mudanças nos níveis da diamina putrescina e das poliaminas espermidina e espermina, além da deficiência nutricional, podem ser parte integral dos mecanismos de resposta a senescência, estresse salino e osmótico, etc. (FLORES e GALSTON, 1982). Segundo PHILLIPS et al. (1988) a diminuição no teor endógeno de putrescina esta associada à maturação e senescência, incluindo a expansão da parede celular, processo que parece induzir a diminuição no nível endógeno da substância.

O declínio no teor de poliaminas celulares causa diminuição ou paralização do crescimento da célula (PIMENTEL et al., 1998). Segundo TIBURCIO et al. (1993) inúmeros estudos têm demonstrado que os hormônios e inibidores, resultam no aumento nos níveis de poliaminas. BAGNI et al. (1981b) relatam que os hormônios e os inibidores atuam nos níveis relacionados estritamente com o metabolismo das poliaminas tal como a síntese de RNA.

As poliaminas além de estarem envolvidas nos processos de floração, impedimento da senescência, na adaptação à seca, salinidade e temperaturas altas, a sua síntese é afetada por auxinas e giberelinas (GALSTON e KAUR-SAWHNEY, 1995).

A presença de poliaminas junto à auxina e citocinina promovem uma seqüência de processos que se inicia com uma fase de ativação (0-24h); atividade mitótica (24-48h) e diferenciação do xilema (depois de 48h) (FRIEDMAN et al., 1986; PHILLIPS et al., 1987). As poliaminas estão também envolvidas nos sistemas dos protoplastos de muitas

plantas (HUHTINEN, et al., 1982). Entretanto, a aplicação exógena de giberelina pode induzir um aumento nos níveis desse hormônio (KAUR-SAWHNEY et al., 1995).

Trabalhos realizados com aplicações exógenas de giberelinas aumentaram o nível de putrescina (Put) e espermidina (Spd) em *Zeamays* (DAÍ et al., 1982). Similar efeito se tem obtido com aplicações exógenas de auxinas, aumentando os níveis de espermina (Spm), espermidina (Spd) e putrescina (Put) (JARVIS et al., 1983). Acredita-se que aplicação de GA₃ possa interferir na síntese das poliaminas.

As altas temperaturas também causam redução na divisão celular e esse efeito pode estar ligado a sua ação sobre as poliaminas. Sob altas temperaturas ocorreria redução na concentração dessas poliaminas, afetando a divisão celular, mas a adição de poliaminas exógenas pode mantê-la (POLJAKOFF-MAYBER e LERNER, 1994).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização geográfica

O experimento foi instalado na propriedade irmãos Piculini, no município de Cordeirópolis/SP (latitude 22°28'55"S, longitude 47°27'24"W) e 668 m de altitude e conduzido entre janeiro e abril de 2007. A estufa de plástico onde foi realizado o experimento estava disposta no sentido leste oeste, altura do pé direito de 7 m, com área total 9.400 m² e cobertura de plástico transparente de 150 micras, fixada em cima de arcos.

5.1.1 Análise física do solo

Para a análise física do solo foram retiradas três amostras deformadas na camada de 0 a 20 cm, dentro da área experimental (Tabela 1). A análise foi realizada para possíveis correções do solo na instalação do experimento.

Tabela 1. Análise física do solo.

Profundidade da amostra (cm)	pH	M.O.	P _{resina}	Al ³	H+AL	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S
		CaCl ₂ g/dm ³	mg/dm ³	-----mmol/dm ³				----- mg/dm ³				
0-20	6,9	32	160	-	12	5,5	117	29	151	163	93	-

5.1.2 Preparação dos canteiros

Para implantação da cultura, a área dos canteiros foi preparada e uniformizada para receber as mudas já enraizadas. Após o preparo do solo, foi adotada a prática de solarização que consiste cobrir o solo úmido com filme transparente de polietileno, permanecendo em torno de 20 dias e retirado para o plantio.

O plantio foi feito manualmente, colocando-se uma muda por malha de rede de tutoramento (12 x 12 cm) para condução do experimento. Cada canteiro possuía 20,0 m de comprimento por 1,20 m de largura e 8 linhas de plantas (Figura 2). O experimento foi conduzido em blocos ao acaso com 54 plantas por m², sendo avaliadas 12 hastes úteis. As hastes das bordaduras foram descartadas. A rede de condução foi colocada rente ao solo no momento do plantio, sendo levantada progressivamente de acordo com o desenvolvimento das plantas.



Figura 2. Vista geral do experimento.

5.1.3 Cultivar e condução do experimento

O cultivar utilizado foi a 'Faroe', de tamanho médio que apresenta folhas do tipo peninérvia com disposição alternada no caule, inflorescência tipo pompom,

globulares, formadas por pequenas pétalas com coloração branca e flores do disco interno não aparente. Nas condições de cultivo de Cordeirópolis, é considerada cultivar com tempo de reação de sete semanas e meia.

Após o transplântio das mudas foram fornecidas quatro semanas de dia longos, a fim de suprir o fotoperíodo das plantas induzindo o crescimento vegetativo. O fornecimento da luz foi de forma contínua, onde as lâmpadas eram acessas das 16 às 20 horas, aumentando assim o número de horas de luz do dia. As lâmpadas utilizadas no sistema de iluminação eram do tipo incandescente, de 100 W instaladas a cada 2 metros quadrados (Figura 3).

Na fase reprodutiva, os dias curtos (sete semanas e meia) foram aumentados através de sistema de escurecimento, não ultrapassando 10 horas de luminosidade até os botões apresentarem cor. O sistema foi feito com a utilização de cortinas de plástico preto sustentados por armação de ferro, sendo colocados a partir das 17 horas (Figura 4). Na condução da cultura foi feito o pinch (desponte) do botão central para induzir a brotação lateral.



Figura 3. Indução ao crescimento vegetativo.



Figura 4. Sistema de escurecimento.

5.1.4 Sistema de irrigação

O sistema de irrigação utilizado foi aspersão, que proporciona chuva fina, colocado a 2 m de altura do solo na área experimental. Nas três primeiras semanas as irrigações foram diárias, já que as plantas ainda não tinham o seu sistema radicular desenvolvido. A partir da quarta semana as plantas começaram a ser irrigadas uma vez por dia.

5.1.5 Adubação

A adubação de plantio foi feita segundo a análise do solo, adicionando 30 g m⁻² do formulado 4-12-8. A matéria orgânica utilizada foi esterco de curral curtido na proporção 6 kg m⁻². A adubação de cobertura foi realizada em duas parcelas, adicionando NPK do formulado 12-5-12 de acordo com as necessidades da planta, sendo a primeira aplicada 20 dias após o plantio e a segunda, 20 dias após a primeira. Na fase generativa (iniciação da inflorescência) foi aplicado sulfato de potássio.

5.1.6 Defensivos

Os defensivos usados na condução do experimento seguiram a rotina do produtor, sendo realizadas duas pulverizações semanais durante todo o ciclo da cultura (Tabela 2 e Figura 5).

Tabela 2. Defensivos utilizados no controle de pragas e doenças.

Nome Técnico	Nome Comercial	Classe	Controle
Acefato	Cefanol 750 PM	Acaricida/Inseticida	Pulgões/Tripes/Ácaros
Cartap	Cartap BR 500	Inseticida/Fungicida	Mosca Minadora
Abamectrina	Vertimec 18 CE	Acaricida/Inseticida	Mosca Minadora
Pyridaben	Sanmkite	Acaricida	Ácaros
Hexythiazox	Savey 500 PM	Acaricida	Ácaros
Clorfenapir	Pirate	Acaricida/Inseticida	Ácaros
Imidaclopride	Confidor	Inseticida sistêmico	Tripes/Mosca Minadora
Tebuconazole	Folicur 250 PM	Fungicida	Ferrugem



Figura 5. Aplicação de defensivos.

5.1.7 Aplicação de ácido giberélico (GA₃)

O GA₃ foi aplicado no início da formação do botão floral (28 dias após o transplântio das mudas), (Figura 6) pulverizando as hastes pelo período da manhã com uma solução de 100 mL na concentração específica para cada tratamento, juntamente com o espalhante adesivo de nome comercial Extravon (ALQUIL – FENOL – POLIGLICOLÉTER 250 g L⁻¹) (Tabela 3). A testemunha recebeu água sem o regulador. O aparelho utilizado na aplicação foi o cilindro de CO₂, pulverizador costal de bico em formato de leque (Figura 7).

Tabela 3. Tratamentos resultantes da aplicação de GA₃ a campo em hastes de crisântemo cultivar ‘Faroe’. Cordeirópolis – SP, 2007.

Tratamentos	GA ₃	Espalhante
T1	Testemunha	Testemunha
T2	15 mg L ⁻¹	0,05%
T3	30 mg L ⁻¹	0,05%
T4	45 mg L ⁻¹	0,05%



Figura 6. Início da formação do botão floral.



Figura 7. Cilindro de CO₂.

5.1.8 Colheita e parâmetros avaliados

As hastes foram colhidas com aproximadamente 95% das lígulas expandidas (Figuras 8 A e 8 B). Logo após a colheita, foram analisados alguns parâmetros: altura e diâmetro da haste, diâmetro da flor, comprimento de lígula, número de flores e tempo de reação (indução ao florescimento).

Para medição da altura da haste, utilizou-se uma fita graduada em cm e um paquímetro digital- modelo 12” 300 M/M KING TOOLS para leitura do diâmetro da haste. Os parâmetros diâmetro da flor e comprimento de lígula foram medidos por uma régua graduada em cm e o número de flores e tempo de reação (indução ao florescimento) através da contagem dos dias após o transplantio das mudas.



Figura 8 A. Ponto de colheita.



Figura 8 B. Lígulas expandidas.

5.1.9 Classificação do produto

No final do experimento todas as hastes foram classificadas de acordo com padrão de qualidade A2, sendo que para isso deveriam apresentar leves infestações de pragas e doenças desde que não estejam comprometendo o aspecto e a durabilidade das plantas.

5.2 Análise de resultados

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro blocos, cada qual contendo quatro parcelas experimentais constituídas por doze hastes úteis. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste Tukey a 5% de probabilidade.

5.3 Longevidade pós-colheita

Após a avaliação dos parâmetros (altura e diâmetro da haste, diâmetro da flor, comprimento de lígula, número de flores e tempo de reação), as hastes foram submetidas a dois tratamentos para a manutenção da longevidade. Os tratamentos foram:

- a) T1 - hastes mantidas em vasos (recipientes plásticos de 5 litros) contendo água de torneira, submetidas ao armazenamento em câmara fria em temperatura de 10° C e UR 95%, durante 48 horas na própria propriedade do produtor (Figuras 9 A e 9 B).
- b) T2 - hastes em temperatura ambiente mantidas diretamente em vasos (garrafas de plástico do tipo “pet”) contendo água, que era trocada a cada 2 dias.



Figura 9 A. Hastes em imersão.



Figura 9 B. Câmara fria.

As hastes foram submetidas à temperatura acima da recomendada, pois na bibliografia não discrimina qual cultivar teria sido estudada, como também, o conhecimento do tempo desejável de armazenamento; sabendo-se que existe grande variação quanto ao comportamento de diferentes variedades. Outros autores também usaram temperatura acima da recomendada, pois representa a condição mais próxima das encontradas em floriculturas (ICHIMURA et al., 1998; HASTENREITER., 2006).

Após 2 dias de armazenamento em câmara fria, as hastes foram levadas em caminhão não refrigerado para o Laboratório do Departamento de Horticultura da FCA/UNESP durante a noite para evitar a exposição à altas temperaturas, padronizadas num comprimento de 75 cm com desfolhamento de 15 cm da base e mantidas em vasos (garrafas de plástico do tipo “pet”), transparente, preenchidas com água que era trocada a cada 2 dias (Figura 10).



Figura 10. Flores em temperatura ambiente.

Foram realizadas as seguintes análises: avaliação da senescência floral, consumo da solução do recipiente e medida do pH, ambas em intervalos de dois dias e análises bioquímicas. O experimento foi conduzido entre os meses de maio a janeiro de 2008.

5.3.1 Consumo da solução

Inicialmente foram colocados 500 mL de água. O volume do consumo da água absorvida pelas hastes florais foi obtido medindo-se a cada dois dias a diferença entre o volume inicial e o volume final.

5.3.2 pH da solução

O pH foi medido com um potenciômetro de bancada modelo TE 054 (Quimis), calibrado com soluções de pH 6.7, 4.5 e 9.4 antes e depois da imersão da base das hastes.

5.3.3 Avaliação da senescência floral

A avaliação da senescência floral constituiu da atribuição de notas para cada haste através de formulários específicos realizadas por seis pessoas diferentes, de acordo com o estágio de senescência. O tempo de vida de vaso para a flor foi determinado quando este órgão apresentou nota igual ou superior a 3, ou seja, sem qualidade para comercialização (BRACKMANN et al., 2005). Desse modo às notas foram dadas seguindo um padrão (Tabela 4).

Tabela 4. Escala de notas para análises visuais da longevidade de hastes de crisântemo cultivar 'Faroe'. Botucatu – SP, 2007.

Nota 0 - sem defeitos visíveis;

Nota 1 - pelo menos três flores apresentando lígulas descoloridas;

Nota 2 - todas as flores apresentando descoloração e duas flores com lígulas murchas;

Nota 3 - todas as flores com lígulas murchas;

Nota 4 - todas as flores com lígulas murchas e início de secamento;

Nota 5 - todas as flores com lígulas secas.

Durante o tempo de vida de vaso, a leitura da temperatura e umidade relativa do ambiente foi realizada constantemente, através do instrumento termohigrografo.

Considerou-se o número de dias decorridos da saída da câmara fria e das hastes mantidas sem refrigeração para avaliação do experimento, não foram considerados os dias das hastes mantidas em câmara fria. Esse parâmetro foi definido devido à flor ser o principal órgão responsável pela estética das hastes.

5.4 Análise bioquímica do material vegetal

As amostras de folhas e flores foram coletadas no 4º, 8º, 12º e 16º dia após a colheita das hastes de crisântemo cv. 'Faroe'. Levou-se em consideração as folhas situadas no meio da haste em direção a ápice, ambas de mesma idade fisiológica. As amostras foram identificadas (de acordo com as concentrações de GA₃ e o tipo de condicionamento térmico), congeladas em nitrogênio líquido e armazenadas em freezer -80° C para posterior realização de testes bioquímicos (atividade da peroxidase e teor de poliaminas livres) ou secas em estufas de circulação forçada até peso constante para análise de proteínas totais e carboidrato totais solúveis. Os testes foram realizados no Laboratório do Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências de Botucatu, UNESP.

5.4.1 Proteínas Totais

A amostra para determinação do teor de nitrogênio total foi pesada (peso fresco, g) e levada à estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 55° C, até peso constante (peso seco, g). Da amostra seca foi determinado o teor de nitrogênio total pela destruição da matéria orgânica, em balão de micro-kjeldhal e destilação em aparelho de “Kirk”, seguida da determinação volumétrica segundo as normas da A.O.A.C. (1995).

5.4.2 Carboidratos Totais Solúveis

Os teores de carboidratos totais solúveis foram determinados na matéria seca, usando 2 gramas homogeneizada, através do método descrito por (DUBOIS et al., 1956). Os resultados foram expressos em porcentagem.

5.4.3 Atividade da peroxidase

A análise foi realizada de acordo com o método espectrofotométrico por LIMA et al. (1998).

5.4.3.1 Extração

Amostras de material fresco foram coletadas, pesadas na quantidade de 50 mg e maceradas em 5 mL de tampão fosfato de potássio 0,2 M, pH 6,7 em gelo. Após centrifugação durante 10 minutos a 10.000 x g, a 4° C, 1 mL do sobrenadante foi usado como fonte da enzima em tubos de ensaio, juntamente com 0,5 mL de solução A e 0,5 mL de solução B. Em seguida, os tubos foram colocados em banho-maria a 30° C durante 5 minutos, sendo adicionado 2 mL de álcool etílico. Após essa etapa, o extrato foi analisado a leitura da absorbância realizada a 505 nm. A atividade específica da peroxidase foi expressa em moles de H₂O₂ decomposto min⁻¹ mg⁻¹ de proteína.

5.4.4 Poliaminas

Foram realizadas análises de poliaminas, visando determinar a concentração de putrescina, espermidina e espermina, de acordo com FLORES e GALSTON (1982), adaptado por LIMA et al., 2006.

5.4.4.1 Extração

As amostras, na quantidade de 400 mg de material fresco, foram maceradas em 2 ml de ácido perclórico 5% em uma bandeja contendo gelo. Em seguida, fez-se a centrifugação durante 20 minutos a 10.000 x g, a 4° C, sendo que o sobrenadante foi coletado e estocado em freezer -80° C.

5.4.4.2 Dansilação

O extrato perclórico foi pipetado na quantidade de 200 µL em tubos de ensaio, juntamente com 200 µL de uma solução saturada de carbonato de sódio (NaHCO₃) e 400 µL de cloreto de dansil (5-[Dimetilamino]naftaleno 1-sulfonil cloreto). Após essa etapa, os tubos foram mantidos no escuro, à temperatura ambiente por 16 horas. Adicionou-se 100 µL de prolina (100 mg mL⁻¹), sendo a mistura mantida em repouso por 30 minutos no escuro. A extração das poliaminas dansiladas foi realizada em 500 µL de tolueno, coletando-se a fase orgânica.

5.4.4.3 Separação das poliaminas por cromatografia de camada delgada

Foram usadas placas de vidro cromatográficas (20 x 20 cm) cobertas com sílica gel 60 G (Merck) (250 µm de espessura). Sobre as placas aplicou-se 20 µL do extrato dansilado. O cromatograma foi desenvolvido em cubas de vidro, utilizando-se clorofórmio:triethylamina (25:2, v/v) como fase móvel. A separação cromatográfica foi

acompanhada de luz ultra-violeta. Padrões de putrescina, espermina e espermidina foram processados paralelamente nas mesmas condições experimentais.

5.4.4.4 Análise quantitativa de poliaminas separadas na cromatografia de camada delgada

As placas desenvolvidas na cromatografia foram secas e submetidas à leitura da intensidade de fluorescência utilizando-se um densitômetro (V.D.S. Image Pro-IPW). Os resultados foram expressos em μ moles de poliaminas (putrescina, espermidina e espermina) por grama de matéria fresca.

5.5 Análise de resultados

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com três repetições, em cada repetição foi composta de uma única haste. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste Tukey a 5% de probabilidade.

O programa computacional estatístico utilizado foi o SISVAR.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Características fenotípicas da planta

Segundo análise de variância, houve diferença significativa entre blocos nas variáveis altura e diâmetro da haste durante o experimento a campo. Provavelmente, o manejo inadequado no sistema de irrigação e penetração da luminosidade nas cortinas durante o fotoperíodo curto, pode ter alterado o desenvolvimento e crescimento das hastes durante o ciclo da cultura. Para análise de variância, não houve efeito significativo para diferentes concentrações de GA₃ sobre as características fenotípicas da planta de crisântemo cv. 'Faroe' (Tabela 5).

Tabela 5. Análise de variância dos dados referente a Altura da haste (**Ah**), Diâmetro da haste (**Dh**), Diâmetro da flor (**Df**), Comprimento de lígula (**Cl**), Número de flores (**Nf**) e Tempo de reação (**Tr**), em resposta aplicação de GA₃ a campo em hastes de crisântemo cultivar 'Faroe'. Cordeirópolis – SP, 2007.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios					
		Ah	Dh	Df	Cl	Nf	Tr
Blocos	3	7,51**	0,000182**	0,001903 ^{ns}	0,000081 ^{ns}	-	-
Concentrações (0, 15, 30, 45 mg L ⁻¹)	3	0,43 ^{ns}	0,000007 ^{ns}	0,000916 ^{ns}	0,000002 ^{ns}	-	-
Erro	185	0,84	0,000001	0,001653	0,000055	-	-
CV (%) =		0,81	0,21	0,82	0,65	-	-

^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

As características fenotípicas da planta tais como altura e diâmetro da haste é justificado por diversos autores que atribuem à giberelina a função de interferir no processo de alongamento celular e/ou divisão celular, que é estimulada a partir do ápice dos ramos, especialmente a partir de células basais do meristema (SALISBURY e ROSS, 1992), além de induzir o crescimento por alterar a distribuição do cálcio nos tecidos (RODRIGUES e LEITE, 2004; TAIZ e ZEIGER, 2004). Além desses efeitos, parece evidente também que as giberelinas aumentam a plasticidade da parede celular, controlando a ação de determinadas enzimas, que podem regular o fluxo de água nas células durante a expansão (SALISBURY e ROSS, 1985; HOPKINS, 1995; DAYKIN et al. 1997).

A eficiência da giberelina parece estar esta relacionada com o estágio de desenvolvimento ou idade da planta (BOOIJ et al., 1989). Segundo GRZESIK (1989) a aplicação de GA₃ visando o alongamento do caule pode estar muito mais relacionada a época de aplicação do que a concentração do produto. Em girassol, ALMEIDA et al. (1996) observaram que o crescimento é tanto maior quanto mais precoce for a aplicação de GA₃. Resultados semelhantes foram discutidos SCHMIDT (2003) em crisântemo, quando as aplicações são realizadas precocemente, o efeito sobre a altura final das hastes é mais

acentuado mesmo com a utilização de concentrações menores. GRZESIK (1989) ressalta que o alongamento do caule através da aplicação de GA₃ somente ocorre quando fatores externos são favoráveis para o crescimento da planta. Assim, um fator que pode não ter contribuído para altura da haste de crisântemo cv. 'Faroe' é a época de aplicação. Já que, as plantas foram pulverizadas em uma época não precoce (aos 28 dias após o transplântio das mudas) não diferindo entre os tratamentos após a colheita (86 dias), com altura média de 1,13 m.

Além da época de aplicação, o tipo de giberelina pode ser mais ativa em uma planta do que em outra (ARTECA, 1995; BIASI, 2002), como também a concentração usada (MIELKE et al., 2005) e o número de aplicações (BOOIJ et al., 1989).

BOOIJ (1989) verificou num experimento com repolho (*Brassica oleracea* L.) que a concentração não é tão relevante quanto o número de aplicações porque não houve interação entre as concentrações testadas e o número de aplicações efetuadas. Este autor, constatou que várias aplicações de GA₃ foram mais eficientes do que uma só. Assim, o número de aplicações de um regulador parece depender da espécie vegetal.

Supõem-se nesta pesquisa que aplicação de GA₃ em baixas concentrações não foi suficiente para propiciar uma divisão celular ou alongamento expressivo a ponto de alterar a altura da haste de crisântemo, assim como a época de aplicação e o número de aplicações, já que neste experimento foi realizada apenas uma única aplicação.

É importante salientar que altura da haste dependendo da espécie e cultivar é fator importante na comercialização de plantas ornamentais. O mercado consumidor prefere plantas mais compactas, ou seja, um aumento excessivo de altura seja de corte ou vaso não é uma característica desejável para plantas, principalmente as floríferas.

Neste experimento, comparando-se a testemunha com os demais tratamentos estudados não houve alteração no diâmetro em crisântemo cv. 'Faroe', com média de 0,514 cm. Segundo RAMOS (1980), o aumento do diâmetro da haste deve-se ao acréscimo do câmbio vascular causado pelo estímulo na multiplicação da camada de células.

Resultados controversos foram observados por SEN e MAHARANA (1972) em crisântemo (*Dendranthema grandiflora*) que a aplicação de 200 mg L⁻¹ de GA₃

realizada na quarta semana resultou no aumento do diâmetro da haste de 6,0 mm da testemunha para 7,6 mm, enquanto que nas aplicações realizadas precocemente, não houve alteração do diâmetro da haste principal. SCHMIDT et al. (2003) trabalhando com crisântemo cv. 'Viking', verificaram que aplicações na segunda semana após o plantio, não demonstram alteração do diâmetro.

Em crisântemo cv 'Faroe', pode-se supor que a idade da planta, foi mais importante que a concentração, porque se trabalhou com baixas concentrações de GA₃.

Na região de Holambra/SP, o diâmetro da haste também é uma característica importante na qualidade do crisântemo de corte, já que o mercado tem preferência por plantas com hastes espessas e rígidas.

Ao se analisar o diâmetro da flor com média de 4,97 cm, segundo análise de variância essa característica não foi influenciada significativamente pelas concentrações de GA₃. Tal resposta refere-se ao baixo crescimento do disco floral, uma vez que não houve diferenças de comprimento de lígulas. O diâmetro da flor é um fator determinante da qualidade, especialmente nesta cultivar devido ao seu aspecto visual, mas também não apresenta padrões de classe.

FARINA et al. (1989) obtiveram poucas diferenças significativas para o diâmetro da flor com aplicações de GA₃ (100 mg L⁻¹) em Gerbera, cultivares Terrasun, Liflora e Joyce.

Na literatura foi possível verificar que geralmente, GA₃ causam aumento no número de botões florais ou no número de flores ou inflorescências, contrariando os resultados observados nesta pesquisa, onde o valor médio encontrado em crisântemo cv 'Faroe' foi de 16 botões florais por haste não apresentando diferença entre os tratamentos estudados. Em *Syngonium podophyllum* Schott cv. White Butterfly tratadas de GA₃ (0, 10, 20, 40 e 80 mg L⁻¹), o melhor valor médio de número de flores emitidas por planta (2,4) ocorreu no tratamento 80 mg L⁻¹, quando comparado ao tratamento do controle (HENNY et al., 1999). Valor inferior foi encontrado em *Hemerocallis hybrida* cv. Graziela Barroso na terceira aplicação de GA₃, a qual apresentou 2,93 botões florais por planta (OTTMANN, 2006).

Outros trabalhos apresentam como resultado diferenças significativas para a variável número de flores foram morango (*Fragaria x ananassa* Duch. cultivares Seascape, Laguna e Camarosa) submetidas a três concentrações de GA₃ (0, 50 e 200 mg L⁻¹), com o melhor resultado para o número de flores abertas encontrado na concentração 50 mg L⁻¹ de GA₃ na cultivar Seascape, planta de fotoperíodo neutro (PAROUSSI et al., 2002) e duas espécies de *Cryptocoryne*, *C. lucens* e *C. beckettii*, submetidas a quatro concentrações de GA₃ (0, 250, 500 e 750 mg L⁻¹), onde os melhores valores para o número de flores foram encontrados na espécie *C. lucens* para as concentrações 500 e 750 mg L⁻¹, respectivamente, 13 e 13,5, enquanto que a espécie *C. beckettii* não apresentou diferença entre os tratamentos estudados (KANE et al., 1995).

Dedranthema grandiflora Tzevelev cv. 'Viking' (crisântemo de corte / planta de dia curto) submetida a quatro épocas de aplicação (2, 4, 8 e 10 semanas após instalação do experimento no período verão/outono) de GA₃ (0, 100, 200 e 300 mg L⁻¹) não apresentou diferença significativa entre as concentrações de GA₃ para a variável número de flores. Estes resultados controversos corroboram com a afirmação já citada, que o efeito de uma substância reguladora de crescimento, além de depender dos fatores ambientais, depende também da concentração, número de aplicações, época de aplicação, estágio de crescimento da planta e da espécie ou cultivar tratada (COELHO et al., 1983; ALMEIDA e PEREIRA, 1996).

O crisântemo de corte cv. 'Faroe', não foi obtido precocidade nos diferentes tratamentos utilizados (0, 15, 30 e 45 mg L⁻¹). Nas condições de Cordeirópolis (SP), a média de dias onde foi observado o tempo de reação (indução ao florescimento) até a colheita foi de 53 dias (7,5 semanas). Provavelmente, este resultado indica que plantas de dias curtos como o crisântemo não respondem aplicação de GA₃. Entretanto, como já foi citado neste trabalho a aplicação exógena estaria condicionada a fatores como estrutura da giberelina, sítio de ação e sensibilidade do órgão, além da espécie, cultivar e dos fatores ambientais.

Resultados semelhantes foram observados por AL-KHASSAWNEH et al. (2006) sobre o crescimento e florescimento de *Iris nigricans* Dinsm., usando reguladores vegetais, especialmente GA₃, nas concentrações testadas (125, 250, 375 e 500 mg L⁻¹) no florescimento da espécie.

Diversos trabalhos comprovam a precocidade do florescimento por meio da aplicação de GA₃. CHANG e SUNG (2000) observaram em rododendro (*Rhododendron pulchrum*) que a aplicação de GA₃ foi efetiva nas taxas de crescimento de botões e de flores por planta, mostrando a cor dos botões 10 dias antes e antecipando a floração em 9 dias em relação ao controle. Trabalhando também com esta espécie, JOINER et al. (1983) observaram diferentes respostas à aplicação de GA₃ na mesma concentração entre dois cultivares analisados. Um cultivar apresentou florescimento mais precoce do que o outro. Provavelmente, isto tenha ocorrido face à necessidade diferenciada de GA₃ para indução floral ou de diferentes níveis endógenos de giberelina. O mesmo autor justifica ainda este fato pelos diferentes hábitos de crescimento e morfologia do cultivares terem resultado em diferentes absorções e efetividade das giberelinas. A aplicação de GA₃ acelerou também a floração em *Limonium* x 'Misty Blue' quando comparado ao controle, conferindo uma porcentagem superior entre 8 e 12,6 em relação à plantas não tratadas.

Para aglaonema (*Aglaonema* sp) o aparecimento da primeira flor foi favorecida pela aplicação de GA₃ sob concentrações de 100 e 200 mg L⁻¹, mas na concentração seguinte (400 mg L⁻¹) este evento aconteceu 5 dias depois, mas mesmo assim, a precocidade da floração foi com GA₃ quando comparado ao controle (HENNY, 1983). WIDMER et al. (1974) observaram em ciclâmen com diversos tratamentos envolvendo concentrações e número de aplicações de GA₃ que todas as plantas floresceram antes do controle.

Algumas prováveis explicações para a falta de efeito das concentrações estudadas em crisântemo cv. 'Faroe' podem ser propostas. Além das plantas de dias curtos não responderem aplicação exógena do regulador, as concentrações utilizadas neste trabalho foram ineficientes na indução do florescimento por serem muito baixas, ou uma única aplicação acabou causando efeito contrário e talvez a espécie necessite de mais aplicações de GA₃. Além de, como já foi citado antes a aplicação exógena estaria condicionada a fatores como estrutura da giberelina, sítio de ação e sensibilidade do órgão, além da espécie, cultivar e dos fatores ambientais.

Com a antecipação da colheita, há uma melhor otimização do espaço na estufa, impedindo falhas na programação dos plantios, falhas na produção ou ainda num aumento do número de ciclos de cultivo por ano, o que pode resultar em melhoria na renda do produtor. Existem diversos estudos que mostram a falta de efeito de GA₃ no florescimento de diversas espécies, mas também muitos outros estudos revelam situações contrárias. Segundo MURFET (1977), o florescimento é o resultado final de processos fisiológicos, seqüências bioquímicas e ação gênica, com todo o sistema responsável pela influência do estímulo ambiental ao longo do tempo. Certamente, as relações entre alguns dos componentes deste sistema são obscuras e difíceis de serem traçadas. E por isso, aplicações de reguladores vegetais como GA₃ não seriam capazes de isoladamente promoverem o florescimento em diversas espécies, como ocorreu em crisântemo cv. 'Faroe'.

6.2 Avaliação da senescência floral

As hastes de crisântemo cv. 'Faroe' permaneceram com sua base imersa na água em temperatura do ar ambiente em média de 25,2° C (48,5% de UR). No início do experimento, as hastes e as flores apresentaram turgidez, firmeza, brilho e coloração característica, aspecto que refletia a colheita recentemente realizada, assim como a hidratação dos tecidos. Dessa forma, após o processo de padronização, todas as flores receberam as notas, conforme a escala de notas mostrada em material e métodos.

Segundo análise de variância, houve diferença significativa na época e interação entre época e condicionamento térmico. Neste experimento, pode-se supor que a perda de durabilidade das flores é resultante do envelhecimento do tecido durante as épocas de avaliação. Para as demais variáveis estudadas em relação às notas atribuídas ao longo dos dias de avaliação, não houve diferença significativa quanto à aplicação de GA₃ (Tabela 6, Apêndice I). Ou seja, aplicação de GA₃ não promoveu redução na senescência floral, independente da exposição à temperatura ambiente, ou durante o armazenamento em câmara fria.

Tabela 6. Análise de variância dos dados referente atribuição de notas na qualidade pós-colheita de flores, durante o tempo de vida de vaso de crisântemo cultivar 'Faroe' em função da aplicação de GA₃ a campo. Botucatu – SP, 2007.

Fonte de Variação	Quadrado Médio	
	GL	Notas
Condicionamento térmico	1	138,07 ^{ns}
Época	9	66,16 ^{**}
GA ₃	3	0,60 ^{ns}
Condicionamento térmico*Época	9	0,12 ^{**}
Condicionamento térmico*GA ₃	3	1,17 ^{ns}
Época*GA ₃	27	0,86 ^{ns}
Condicionamento térmico*Época*GA ₃	27	0,81 ^{ns}
Erro	484	1,07
CV (%) =		15,29

^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade

Os resultados observados nesta pesquisa são diferentes de diversos trabalhos encontrados na literatura. DEHALE et al. (1993) relataram que aplicação foliar de 100 mg L⁻¹ de GA₃, além de aumentar o diâmetro das hastes, disco floral e das inflorescências, aumentou também a vida de vaso de 12 variedades de crisântemo cultivadas em estufas (vaso). Esse efeito foi também observado em crisântemo 'Gompie-cha', no qual a aplicação de 100 mg L⁻¹, em plantas cultivadas em estufas (vaso), prolongou a vida de vaso em 16 dias, em comparação às não tratadas (FREITAS et al., 2001). Provavelmente, este efeito tenha sido devido à concentração usada, diferente do aplicado nesta pesquisa.

Em lírio, FRANCO e HAN (1997) observaram que aplicação de GA₃ em soluções conservantes retardou significativamente o amarelecimento e a taxa respiratória, porém não influenciaram a longevidade das flores.

Verificou-se que a evolução da senescência da flor teve um comportamento semelhante tanto para as hastes mantidas diretamente em condição de ambiente como as que foram submetidas em refrigeração, pois envelheceram praticamente no

mesmo ritmo, representado por uma curva de resposta quadrática (Figura 11). Na época 8 (14 dias para as hastes em câmara fria e 16 dias para as hastes em ambiente), nota-se que as hastes apresentaram-se muito degeneradas, isto é, tornaram-se não comerciais (Figuras 12 e 13). Observou-se também nesta época, que 88% das hastes dos dois tratamentos apresentavam oxidação em suas bases e amarelecimento (69%), sinais estes, de perda de qualidade do produto. Segundo o produtor, o cultivar ‘Faroe’ tem aproximadamente 22 dias de vaso.

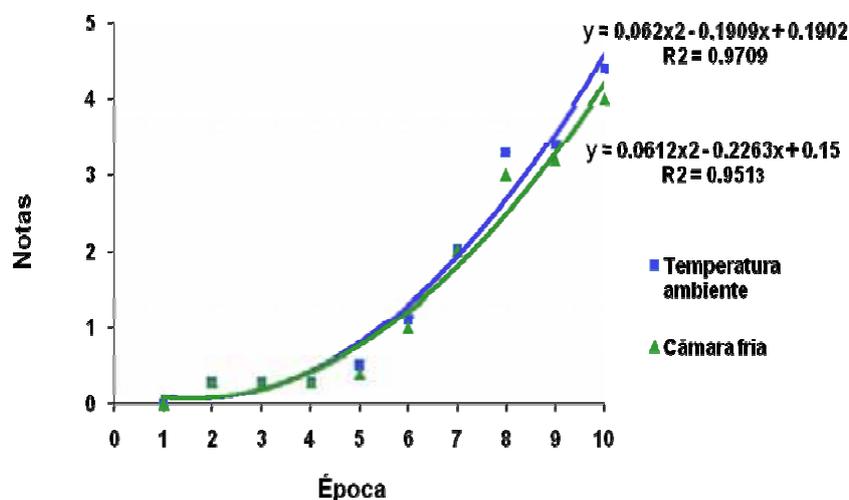


Figura 11. Qualidade pós-colheita de flores, durante o tempo de vida de vaso de crisântemo cultivar. ‘Faroe’. Botucatu – SP, 2007.



Figura 12. 14 dias de vaso-refrigeração.



Figura 13. 16 dias de vaso-sem refrigeração.

Ficou evidente que após a exposição das hastes em temperatura ambiente, o período de condicionamento em câmara fria não contribui significativamente para o aumento da vida das flores. A atividade metabólica verificada nas flores durante esse período foi resultado da temperatura de armazenagem 10° C (95% de UR), que comprovou a sensibilidade do crisântemo cv. 'Faroe' à temperaturas altas, o que implica na utilização de temperaturas mais baixas para o armazenamento, desde que não se utilize temperaturas que provoquem injúrias por frio.

Segundo KAYS (1991), a sensibilidade de uma planta ou parte dela ao *chilling* (injúria pelo frio) varia em função da espécie, cultivar, parte da planta e tempo de exposição à baixa temperatura. Por outro lado, se esperava que o comportamento das flores desse trabalho fosse diferente, isto é, que a senescência fosse mais lenta, devido ao menor tempo de armazenamento, que resultaria em uma maior reserva energética das flores e principalmente pelo uso do GA₃. É importante salientar que após a exposição à temperatura ambiente, que variou entre 22 e 28° C (Figura 14), com média de 25,2° C (48,5% de UR)

ocorreu aumento do metabolismo das flores, ocasionando a sua degradação. Assim, pode-se afirmar que a temperatura encontrada geralmente em floriculturas, que possuem condicionadores de ar, gira em torno de 20° C, que representa a condição local de consumo, geralmente sem refrigeração. Segundo MCCONCHIE (2002), a temperatura é determinante para a taxa de respiração, quanto mais alta a temperatura, mais alta a taxa de respiração e mais rápido será a deterioração da flor. Altas temperaturas aumentam a perda de água e aceleram o envelhecimento das flores (MORAES et al., 1999).

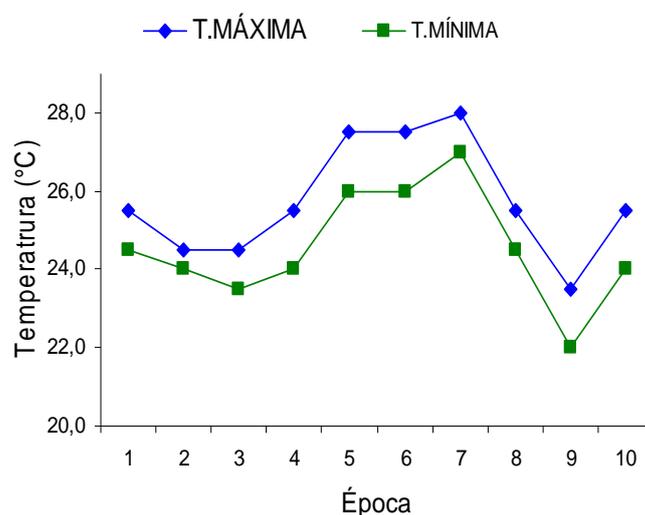


Figura 14. Temperaturas máximas e mínimas do ar (°C) durante o tempo de vida de vaso de crisântemo cultivar 'Faroe'. Botucatu – SP, 2007.

Durante os dois dias de armazenamento à temperatura de 10° C (95% UR), provavelmente não foi suficiente na diminuição da respiração das plantas, favorecendo assim, a rápida senescência das flores de crisântemo após sua retirada da câmara fria. Assim como, altas temperaturas durante o armazenamento elevam quantidades de etileno que acumulam na atmosfera da câmara fria, que além de estimular sua própria síntese, pelo

mecanismo de autocatálise, aceleram o amadurecimento dos vegetais (BRACKMANN et al., 2005). Porém, sabemos que isto varia entre as espécies.

Segundo JOBLING et al. (1991) e LARRIGAUDIÈRE e VENDRELL (1993), a capacidade de converção do ACC (ácido 1-carboxílico-1-amino ciclopropano) em etileno é induzido mais rapidamente a baixa temperatura (0 - 5° C). Outro fator da alta produção de etileno, é que no processo de transformação da metionina em SAM (S-adenosil metionina) ocorre o consumo de ATP (ABELES et al., 1997). Este ATP é decorrente da cadeia respiratória. Fica evidente que, após a exposição à temperatura ambiente, as flores de crisântemo cv. 'Faroe', apresentaram uma taxa respiratória acentuada, gerando mais ATP, necessário para a produção de SAM, elevando a produção de etileno.

O armazenamento na temperatura 10° C, mesmo fora da faixa recomendada para o crisântemo de corte, isto é, de 0 a 5° C, poderia ter sido considerado como o método mais eficiente para manter a qualidade das hastes, pois, a maioria dos produtores preferem utilizar temperaturas mais elevadas, já que a temperatura de 20° C representa a condição encontrada no local de consumo. Porém, a temperatura de 10° C não contribuiu em manter a qualidade das hastes no tempo de vaso em crisântemo cv. 'Faroe'. Entretanto, fica evidente que essa redução no tempo de vida foi devido, provavelmente, não ter sido utilizadas soluções de pulsing durante o experimento, no qual é uma prática muito comum usada por produtores da região de Paranapanema.

O controle da senescência das flores de corte é um processo que varia entre espécies e requer a otimização das relações hídricas, redução da abscisão ou murchamento das pétalas e flores, controle do crescimento dos microrganismos, e em muitos casos, o fornecimento de substratos respiratórios.

6.3 Consumo da solução e medida do pH

Verifica-se através da análise de variância que não ocorreu diferença significativa no consumo da solução e medida de pH quanto à aplicação de GA₃ (Tabela 7). No entanto, foi observada interação entre o GA₃ e a variável época (Tabela 8).

Tabela 7. Análise de variância do consumo da solução (CS) e pH durante o tempo de vida de vaso em hastes de crisântemo de cultivar 'Faroe' em função da aplicação de GA₃ a campo. Botucatu – SP, 2007.

Fonte de Variação	Quadrados Médios		
	GL	Hastes	
		(CS)	pH
Condicionamento térmico	1	83,46 ^{**}	133,82 ^{**}
Época	9	36,46 ^{**}	43,08 ^{**}
GA ₃	3	0,58 ^{ns}	0,34 ^{ns}
Condicionamento térmico*Época	9	0,29 ^{**}	0,18 ^{**}
Condicionamento térmico*GA ₃	3	1,22 ^{ns}	1,43 ^{ns}
Época*GA ₃	27	0,74 ^{**}	0,68 ^{**}
Condicionamento térmico*Época*GA ₃	27	0,62 ^{ns}	0,94 ^{ns}
Erro	405	6,15	5,18
CV (%) =		8,68	11,20

^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade

Tabela 8. Resultados do teste tukey para comparação das médias entre as épocas dentro de cada nível de GA₃ em relação o consumo da solução durante o tempo de vida de vaso de crisântemo cultivar ‘Faroe’.

Época	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
GA ₃ (mg L ⁻¹)	Médias									
0	-	6,23cA	6,21cA	6,20cA	6,21cA	6,48bA	6,52bA	6,63bA	6,76aA	6,85aA
15	-	6,21cA	6,22cA	6,20cA	6,20cA	6,46bA	6,52bA	6,62bA	6,75aA	6,83aA
30	-	6,22cA	6,21cA	6,19cA	6,21cA	6,49bA	6,53bA	6,61bA	6,76aA	6,84aA
45	-	6,22cA	6,22cA	6,20cA	6,21cA	6,48bA	6,53bA	6,62bA	6,76aA	6,84aA

¹Médias minúsculas seguidas das mesmas letras nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade de erro.

Nota-se neste experimento como não foi utilizado nenhuma solução conservante, então pode-se supor que essa interação é devido a diminuição da absorção de água das hastes durante o tempo de vida de vaso associada a obstruções dos vasos xilemáticos que são de natureza fisiológica e que ocorrem por embolia ou presença de microrganismos, especialmente bactérias que se multiplicam na parte basal das hastes aumentando assim, o pH da solução devido a não melhoria do balanço hídrico. A embolia é um processo de formação rápida de bolhas no xilema denominado de cavitação. Então, estas bolhas de gás formam uma obstrução ou entupimento no conduto e trás sérias conseqüências a coesão da água e, portanto não pode mais conduzir água (ZIMMERMANN, 1983). Não foi observado diferença entre as concentrações de GA₃.

Segundo HALEVY e MAYAK et al. (1981) a qualidade e a longevidade de flores estocadas ou transportadas podem ser aumentadas tratando-as com condicionamentos específicos ou soluções de absorção rápida (solução de fortificação), imediatamente antes e ou após a estocagem ou transporte.

Isso foi observada em hastes cortadas de solidago e crisântemos que diferiram quanto às respostas aos tratamentos pós-colheita em função ao tipo de giberelina utilizada. A combinação que GA₄ + GA₇ (10 mg L⁻¹) foi eficiente na manutenção da qualidade de hastes de solidago e GA₃ nas concentrações de 20 e 30 mg L⁻¹ causou efeito deletério nas

folhas de solidago. Essas concentrações de GA₃, entretanto, foram mais eficientes na manutenção da pós-colheita de crisântemo (LASCHI et al., 1999).

Segundo a análise de variância, houve diferença significativa entre as variáveis condicionamento térmico e época (Tabela 9). Essa diferença significativa e associada ao efeito da absorção de água relacionado ao aumento da taxa de transpiração devido à perda de água no decorrer do experimento e também como citado antes, a obstrução da haste causada por microorganismos ou por fatores geneticamente determinados (JONES e HILL et al., 1993). Entretanto, não ocorreu diferença significativa entre o tipo de condicionamento térmico (sem e com refrigeração).

Tabela 9. Resultados do teste tukey para comparação das médias entre o tipo de condicionamento térmico dentro de cada época de avaliação, em relação o consumo da solução durante o tempo de vida de vaso em crisântemo cultivar 'Faroe'.

Época	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Condicionamento térmico (sem refrigeração e com refrigeração) Médias										
SR	-	6,22bA	6,21bA	6,20bA	6,21bA	6,50aA	6,57aA	6,67aA	6,77aA	6,86aA
CR	-	6,21cA	6,22cA	6,20cA	6,20cA	6,46bA	6,52bA	6,61bA	6,74aA	6,83aA

¹Médias minúsculas seguidas das mesmas letras nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade de erro.

Resultados contraditórios foram observados por FARAGHER e MAYAK (1984), trabalhando com rosas, observou que a senescência se torna lenta quando as plantas são mantidas em câmara fria por um determinado período, porém quando expostas à temperatura ambiente sofrem um avanço aumentando assim, a taxa de transpiração. Para BRACKMANN et al. (1998), flores de *Zinnia* expostas por dois dias à baixa temperatura, perderam cerca de 5% do seu peso após seis dias de exposição à temperatura ambiente. Segundo GONZAGA et al. (2001), o balanço hídrico é um fator determinante na longevidade

dos órgãos das plantas, e a deficiência de água no organismo acelera o processo de senescência. Altos níveis de hidratação dos tecidos são em geral associados ao aumento da vida em vaso das flores de corte, enquanto perdas de 10 a 15% de sua massa fresca podem levar à morte dos tecidos (MORAES et al.,1999).

A temperatura é o fator ambiental mais importante na conservação de produtos hortícolas, afeta diretamente os processos naturais de respiração, transpiração e outros aspectos bioquímicos e fisiológicos. Provavelmente, durante o tempo de vida de vaso neste trabalho, o aumento da temperatura ambiente, tenha contribuído no aumento da perda de água das hastes de crisântemo. Já que neste experimento, a temperatura do ar ambiente oscilou entre 22° C a 28° C. Este fato só ocorre, quando houver diferença de pressão de vapor entre o produto (hastes) e o ar ambiente. Segundo (HONÓRIO e MORETTI, 2002), a perda de água pelos produtos poderá ser reduzida com a elevação da umidade do ar do ambiente, pela redução da temperatura do produto, que reduz a pressão de vapor de água e pela adequação da velocidade do ar do ambiente.

Quanto ao valor do pH durante o tempo de vida de vaso de crisântemo, nota-se que variou entre 6,96 a 7,91 em hastes mantidas sem refrigeração e 6,93 a 7,16 para as hastes que foram condicionadas em câmara fria (Tabela 10).

Tabela 10. Resultados do teste tukey para comparação das médias entre o tipo de condicionamento térmico dentro de cada época de avaliação, em relação ao pH da solução durante o tempo de vida de vaso em crisântemo cultivar 'Faroe'.

Época	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Condicionamento térmico (sem e com refrigeração)	Médias									
SR	-	6,96cA	6,93cA	7,01cA	7,04cA	7,08cA	7,09cA	7,58bA	7,54bA	7,91aA
CR	-	6,93aA	6,90aA	7,04aA	7,06aA	7,06aA	7,06aA	7,08aB	7,13aB	7,16aB

¹Médias minúsculas seguidas das mesmas letras nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade de erro.

Observou-se na época 8 que corresponde 16 dias de vida de vaso que na ausência de refrigeração, o pH aumentou 7,13% a mais quando comparada com as hastes que foram submetidas a dois dias de armazenamento em câmara fria. Provavelmente, o pH tenha aumentado nas soluções em virtude da troca catiônica ou pela liberação de exudados pelas hastes de crisântemo. É possível que em virtude disso, as hastes antes de serem colhidas, estavam mantendo o metabolismo a partir da quebra das reservas de compostos, tais como açúcares.

A temperatura (10° C – 95% UR) de armazenamento, pode não ter contribuído na durabilidade pós-colheita, porém contribuiu na manutenção do pH, sem muitas oscilações até a época 7 (14° dia de vaso).

Diversos trabalhos relatam que o uso de soluções conservantes mantem o pH baixo, favorável à manutenção da vida pós-colheita de flores de corte. A concentração de 200 mg L⁻¹ de 8-HQC e baixo pH preveniu o bloqueio vascular, em quatro cultivares de rosas pela redução do crescimento de bactérias na haste floral (VAN DOORN e PERIK, 1990).

Esse aumento observado neste trabalho, apesar de ter mostrado significância, as concentrações de GA₃ não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 11).

Tabela 11. Resultados do teste tukey para comparação das médias entre as épocas dentro de cada nível de GA₃ em relação ao pH da solução durante o tempo de vida de vaso de crisântemo cultivar ‘Faroe’.

Época	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
GA ₃ (mg L ⁻¹)	Médias									
0	-	6,95bA	6,92bA	7,03bA	7,03bA	7,06bA	7,09bA	7,42aA	7,56aA	7,54aA
15	-	6,93cA	6,93cA	7,03cA	7,05cA	7,08cA	7,09cA	7,41bA	7,54aA	7,64aA
30	-	6,93bA	6,92bA	7,01bA	7,06bA	7,07bA	7,06bA	7,49aA	7,48aA	7,53aA
45	-	6,95bA	6,92bA	7,02bA	7,05bA	7,07bA	7,07bA	7,47aA	7,59aA	7,58aA

¹Médias minúsculas seguidas das mesmas letras nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade de erro.

6.4 Proteínas totais

Os resultados da análise de variância do teor de proteína total durante o tempo de vida de vaso em folhas e flores de crisântemo, cultivar ‘Faroe’, estão apresentados na Tabelas 12, 13, 14, 15 e 16 e Apêndice II e III.

A interação da variável tipo de condicionamento térmico com época e concentrações de GA₃ e época foi estatisticamente significativa, indicando que seus efeitos não são independentes. O fator principal, isto é, concentrações de GA₃ apresentou diferença estatisticamente significativa nas folhas.

Tabela 12. Análise de variância do teor de proteína total durante o tempo de vida de vaso em folhas e flores de crisântemo cultivar ‘Faroe’ em função da aplicação de GA₃ a campo. Botucatu – SP, 2007.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios	
		Folhas	Flores
Condicionamento térmico	1	1,45**	7,52**
Época	3	50,77**	27,84**
GA ₃	3	0,69**	0,42 ^{ns}
Condicionamento térmico*Época	3	0,11**	3,79**
Condicionamento térmico*GA ₃	3	0,10 ^{ns}	0,28 ^{ns}
Época*GA ₃	9	0,13**	0,08**
Condicionamento térmico*Época*GA ₃	9	0,06 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Erro	64	2,86	3,41
CV (%) =		16,08	9,37

^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

Os resultados do teste de comparação de médias entre as épocas dentro de cada nível de GA₃ são apresentados na Tabela 13 e 14. Os resultados indicam diminuição acentuada no teor de proteínas nas folhas e flores no tempo de vida de vaso.

Tabela 13. Resultados do teste tukey para comparação das médias entre as épocas dentro de cada nível de GA₃ em relação teor de proteína total durante o tempo de vida de vaso em folhas de crisântemo cultivar. ‘Faroe’.

Aplicação de ácido giberélico (GA ₃)		0	15	30	45	mg L ⁻¹
Época	Repetições	Média	Média	Média	Média	
4	3	8,65aB	8,54aB	8,43aB	8,95aA	
8	3	8,64aA	8,34aA	8,46aA	8,60aA	
12	3	6,86bA	6,74bA	6,87bA	6,83bA	
16	3	5,75cA	5,58cA	5,46cA	5,73cA	

¹Médias minúsculas seguidas das mesmas letras nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade de erro.

Tabela 14. Resultados do teste tukey para comparação das médias entre as épocas dentro de cada nível de GA₃, em relação teor de proteína total durante o tempo de vida de vaso em flores de crisântemo cultivar ‘Faroe’.

Aplicação de ácido giberélico (GA ₃)		0	15	30	45	mg L ⁻¹
Época	Repetições	Média	Média	Média	Média	
4	3	11,55aA	11,50aA	11,25aA	11,44aA	
8	3	11,30aA	11,17aA	10,76aA	11,27aA	
12	3	9,91bA	9,83bA	9,85bA	9,80bA	
16	3	9,28cA	9,04cA	8,96cA	9,31bA	

¹Médias minúsculas seguidas das mesmas letras nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade de erro.

Em relação às aplicações do regulador, nota-se maior teor de proteínas na maior concentração de GA₃, diferente significativamente das demais concentrações, apenas na 1ª época de análise nas folhas. A partir desses resultados, pode-se observar que o regulador não afetou o teor de proteínas em crisântemo cv. ‘Faroe’. Em rosas, SOOD et al.(2006) também notaram que o teor de proteínas foi maior em plantas jovem e menor nos estádios de

máximo desenvolvimento. Essa diminuição de proteínas tem sido relatado em diversos trabalhos e pode ser atribuído à ação de proteases.

Para variável tipo de condicionamento térmico, constatou-se que as hastes expostas em temperatura ambiente apresentaram teor de proteína total nas flores em menor quantidade se comparadas com aquelas da câmara fria (Tabela 15). Nas folhas não houve diferença (Tabela 16).

Tabela 15. Resultados do teste tukey para comparação das médias entre o tipo de condicionamento térmico dentro de cada época de avaliação, em relação teor de proteína total durante o tempo de vida de vaso em flores de crisântemo cultivar ‘Faroe’.

Época de avaliação (dias após o corte)		4	8	12	16
Condicionamento térmico	Repetições	Média	Média	Média	Média
CR (com refrigeração)	3	11,51aA	10,24bB	10,06cA	9,83dA
SR (sem refrigeração)	3	11,42aA	11,08bA	9,64cB	8,27dB

¹Médias minúsculas seguidas das mesmas letras nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade de erro.

Tabela 16. Resultados do teste tukey para comparação das médias entre o tipo de condicionamento térmico dentro de cada época de avaliação, em relação teor de proteína total durante o tempo de vida de vaso em folhas de crisântemo cultivar ‘Faroe’.

Época de avaliação (dias após o corte)		4	8	12	16
Condicionamento térmico	Repetições	Média	Média	Média	Média
CR (com refrigeração)	3	8,66aA	8,50bA	7,00cA	5,48dA
SR (sem refrigeração)	3	8,54aA	8,38bA	6,54cB	5,67dA

¹Médias minúsculas seguidas das mesmas letras nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade de erro.

Para as hastes das folhas e flores armazenadas em câmara fria, até aos 12 dias de exposição à temperatura ambiente, ocorreu acentuado decréscimo nos teores, sendo que após este período, aos 14 dias (que corresponde 16 dias de vaso), notou-se senescência total, terminando portanto, a vida de vaso de crisântemo cv. 'Faroe'. De modo geral, estes resultados sugerem que a temperatura ambiente deve estar ativando mais intimamente enzimas de degradação como protease, clorofilase, entre outros, pois segundo BUCHANAN et al. (2000) e GRUÍSSEM et al. (2000), são responsáveis pelos primeiros sinais de senescência, através da alteração do metabolismo das plantas.

Diminuição do teor de proteínas após a colheita foi observada por diversos autores, mesmo usando soluções conservantes como sacarose, 8-hidroxiquinolina, entre outros (STRICKLAND, 1972; EASON e WEBSTER, 1995).

A porcentagem de proteínas é um dado que também avalia as condições pós-colheita, já que, de acordo com GORIN et al. (1986), ocorre aumento na atividade da protease após a colheita e diminuição do teor de proteínas em tecidos senescentes. BLOM et al. (1997) afirmam que os sinais visíveis de senescência ocorrem antes da diminuição de carboidratos e proteínas observado durante a senescência de *Sandersonia aurantiaca*.

Além disso, a diminuição no teor de proteínas observada após a colheita, podem ser atribuídas ao desmembramento das organelas e degradação das macromoléculas, resultante da mobilização de nitrogênio e demais nutrientes para outros tecidos (EASON et al., 2002).

O conteúdo de proteínas insolúveis em *Chamelaucium uncinatum* diminui marcadamente após a colheita, de acordo com estudos de OLLEY et al. (1996), enquanto as solúveis apresentaram mudanças menores. As proteínas insolúveis, ligadas as membranas ou parede celular, são aparentemente degradadas para uso de substrato respiratório, mesmo que a célula contenha ainda níveis de açúcar. Em rosas a aplicação de GA₃ por aspersão evitou diminuição no conteúdo de proteínas (SABEHATA e ZIESUN, 1994). Já em ervilhas, KANG et al. (1982) observaram diminuição no teor de proteínas no início da senescência em plantas que não foram tratadas com o GA₃.

BARROS et al. (1991) aplicaram GA_3 em lima ‘Tahiti’, na concentração de 40 mg L^{-1} , tendo verificado um retardamento no aparecimento de coloração amarela dos frutos. SILVA e DONADIO (1997) apontam o tratamento com GA_3 20 mg L^{-1} como uma obrigatoriedade para a exportação desta espécie cítrica, como forma de manter a cor verde da casca e retardar o envelhecimento do fruto durante o transporte. SPÓSITO et al. (2000) trataram limas ‘Tahiti’ com GA_3 10 mg L^{-1} , tendo observado manutenção da coloração da casca dos frutos por até 45 dias.

DREVDAHL e THIMANN et al. (1977) observaram que a diminuição nos teores de proteínas em plantas de aveia está associada às mudanças na atividade de enzimas degradativas e variações climáticas (TRIPPI et al., 1982). De acordo com COORTS (1973), há menos proteínas em tecidos senescentes, enquanto que LASCHI (2000) observaram aumento de proteínas em hastes de rosa cv ‘Grand Gala’.

A clivagem proteolítica tem um papel importante no desenvolvimento, homeostase e senescência de tecidos vegetais. Através dos estudos sobre PDC (células programadas para morte), tem sido demonstrada o aumento de proteases e sua relação com a senescência como possível regulador da morte programada em células vegetais (GUERREIRO et al., 1998; GIETL e SCHMID, 2001).

Na senescência, a hidrólise de proteínas pode ser devida à síntese “de novo” de enzimas proteolíticas ou ativação de enzimas já existentes devido à diminuição do efeito de inibidores (VIERSTRA, 1996) e pela expressão de genes associados à senescência (BUCHANAN-WOLLASTON, 1997).

Segundo (NI e BRADFORD, 1993; ARTECA et al., 1996) mostraram que o GA_3 estimula a α -amilase e outras enzimas proteolíticas, promovendo a hidrólise do material de reserva. Assim, a diminuição de proteínas encontrada neste trabalho se deve provavelmente, a ação de enzimas proteolíticas envolvidas com a senescência natural de tecidos durante a pós-colheita e nota-se que a aplicação de GA_3 não modificou a atividade dessas enzimas.

Geralmente a aplicação de GA₃ tende a retardar a senescência de flores (HALEVEJ e MAYAK, 1981). Provavelmente, neste trabalho a aplicação no campo das concentrações usadas de GA₃ não foram eficientes em prolongar a vida pós-colheita de flores de crisântemo cv. 'Faroe', analisando pelo teor de proteínas totais, um indicador de senescência.

Certamente, o uso de giberelina diretamente no vaso ou em aspersão direta sobre as flores (KIM e MILLER, 2008) poderia ter prolongado a vida de vaso destas plantas.

6.5 Carboidrato total solúvel

Os resultados da análise de variância do teor de carboidrato total solúvel durante o tempo de vida de vaso em folhas e flores de crisântemo, cv. 'Faroe', estão apresentados na Tabela 17 e Apêndice IV e V.

Tabela 17. Análise de variância do teor de carboidrato total solúvel durante o tempo de vida de vaso em folhas e flores de crisântemo cultivar 'Faroe' em função da aplicação de GA₃ a campo. Botucatu – SP, 2007.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios	
		Folhas	Flores
Condicionamento térmico	1	1,60 ^{**}	5,58 ^{**}
Época	3	176,55 ^{**}	252,51 ^{**}
GA ₃	3	0,11 ^{ns}	1,94 ^{ns}
Condicionamento térmico*Época	3	0,34 ^{**}	0,09 ^{**}
Condicionamento térmico*GA ₃	3	0,07 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Época*GA ₃	9	0,27 ^{**}	0,47 ^{**}
Condicionamento térmico*Época*GA ₃	9	0,06 ^{ns}	0,13 ^{ns}
Erro	64	4,33	4,79
CV (%) =		12,83	10,04

^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade

Através dos dados verifica-se a interação entre as variáveis tipo de condicionamento térmico com época e concentrações de GA₃ e época, como foi observado no teor de proteínas totais. Para as demais variáveis avaliadas não houve interação do GA₃ com os fatores mencionados.

O teor de carboidratos em função da dose de GA₃ não apresentou diferença significativa nas folhas e flores, porém mostraram diferença em relação às épocas.

Nota-se que ocorreu diminuição no teor de carboidratos com o tempo de cultivo, independente das concentrações (Tabelas 18 e 19). Segundo CONEGLIAN (1994) em experimento com pós-colheita de frutos de mamoeiro mantidos sob refrigeração foi mais eficaz quando utilizaram-se os reguladores vegetais auxina, giberelina, e citocinina em conjunto, já que, dessa maneira, obtiveram-se níveis mais elevados de carboidratos totais solúveis, além de vitamina C, açúcares totais e acidez.

WEBBER et al. (1985) relataram que o uso de giberelinas tanto endógena como exogenamente, propicia para suportar o crescimento vegetativo, sendo que o aumento no florescimento só ocorre quando uma certa concentração é alcançada e/ou quando outros fatores necessários para o crescimento vegetativo tornam-se limitantes. SOUZA et al. (2005) citam que os reguladores vegetais podem levar a aumentos de produção por desviarem a translocação de carboidratos para outros órgãos de produtividade. Neste trabalho, pode-se verificar que os teores de carboidratos totais solúveis foram maiores em flores comparados às folhas, concordando com SOUZA et al. (2005).

Tabela 18. Resultados do teste tukey para comparação das médias entre as épocas dentro de cada nível de GA₃, em relação teor de carboidrato total solúvel durante o tempo de vida de vaso em folhas de crisântemo cultivar 'Faroe'.

Aplicação de ácido giberélico (GA ₃)		0	15	30	45	mg L ⁻¹
Época	Repetições	Média	Média	Média	Média	
4	3	18,53aA	18,55aA	18,86aA	18,51aA	
8	3	18,12aA	18,18aA	18,35aA	18,27aA	
12	3	15,96bA	15,91bA	15,64bA	15,38bA	
16	3	12,94cA	12,82cA	12,41cA	12,77cA	

¹Médias minúsculas seguidas das mesmas letras nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade de erro.

Tabela 19. Resultados do teste tukey para comparação das médias entre as épocas dentro de cada nível de GA₃, em relação teor de carboidrato total solúvel durante o tempo de vida de vaso em flores de crisântemo cultivar ‘Faroe’.

Aplicação de ácido giberélico (GA ₃)		0	15	30	45	mg L ⁻¹
Época	Repetições	Média	Média	Média	Média	
4	3	24,86aA	25,01aA	23,95aA	24,79aA	
8	3	22,91bA	22,58bA	21,97bA	22,69bA	
12	3	19,61cA	19,48cA	19,58cA	19,73cA	
16	3	17,43dA	16,97dA	17,02dA	17,44dA	

¹Médias minúsculas seguidas das mesmas letras nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade de erro.

Pode-se supor que a redução na quantidade de carboidrato solúvel observada neste experimento se deve a vários fatores, como, por exemplo, aumento na produção de etileno e elevação na taxa respiratória, ocasionada pelas operações de corte e transporte. Segundo CHITARRA e CHITARRA (2005), o etileno tem papel fundamental, pois promove a síntese de enzimas que atuam na degradação dos polímeros da parede celular e dos carboidratos, o que levaria à redução nas reservas durante a senescência. Além disso, por não ter mais uma fonte de síntese ou reservas, essas substâncias foram consumidas durante o metabolismo normal das células.

Os carboidratos apresentam diversas funções: podem agir como fonte de energia (MOALEN – BENO et al., 1997), regulador osmótico (BIELESKI, 1993) e precursor metabólico de outras moléculas (SOOD et al., 2006).

Na relação fonte – dreno, as folhas são geralmente consideradas a fonte de assimilados e, o dreno, qualquer parte da planta (flor). Desta forma, neste experimento, a distribuição diferenciada de carboidratos totais solúveis entre regiões (fonte e dreno) no crisântemo, caracteriza uma competição por assimilados, visto que teores elevados nas flores proporcionaram baixos acúmulos nas folhas. LARCHER et al. (2000) citam que a distribuição de açúcares na planta tem sido relatado que em algumas espécies cultivadas,

sendo que as folhas mais próximas ao solo abastecem o sistema radicular e as mais próximas ao ápice, suprem os meristemas da parte aérea e, sobretudo, as flores.

Geralmente, o teor de carboidratos em flores de corte é limitada, portanto a competição por essas substâncias durante o desenvolvimento de flores pode ocorrer. A deficiência de carboidratos, principalmente de reserva pode resultar em danos na flor, como a não abertura do botão floral (VAN DER MEULEN – MUISERS et al., 2001). Estas observações explicam o ocorrido neste trabalho, isto é, maior teor de carboidratos nas flores (dreno) em relação às folhas (fonte).

Em laranjas peras tratadas com GA₃ o aumento dos níveis de carboidratos nas inflorescências e nas folhas pode ser devido a um incremento da capacidade fotossintética das folhas ou a uma modificação do modelo da distribuição de assimilados na planta (MARTINEZ-CORTINA e SANZ, 1991). O GA₃ parece ter papel especialmente importante como regulador de enzimas hidrolíticas. Estes resultados diferem do encontrado neste trabalho.

Para variável tipo de condicionamento térmico, os teores de carboidratos totais solúveis diminuíram continuamente durante o tempo de vida de vaso em folhas e flores de crisântemo cv. 'Faroe' (Tabelas 20 e 21).

Tabela 20. Resultados do teste tukey para comparação das médias entre o tipo de condicionamento térmico dentro de cada época de avaliação, em relação teor de carboidrato total solúvel durante o tempo de vida de vaso em folhas de crisântemo cultivar 'Faroe'.

Época de avaliação (dias após o corte)		4	8	12	16
Condicionamento térmico	Repetições	Média	Média	Média	Média
CR (com refrigeração)	3	18,70aA	18,25aA	15,90bA	13,00cA
SR (sem refrigeração)	3	18,59aA	18,21aA	15,76bA	12,47cA

¹Médias minúsculas seguidas das mesmas letras nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade de erro.

Tabela 21. Resultados do teste tukey para comparação das médias entre o tipo de condicionamento térmico dentro de cada época de avaliação, em relação teor de carboidrato total solúvel durante o tempo de vida de vaso em flores de crisântemo cultivar 'Faroe'.

Época de avaliação (dias após o corte)		4	8	12	16
Condicionamento térmico Repetições		Média	Média	Média	Média
CR (com refrigeração)	3	24,77aA	22,75bA	19,43cA	16,50dA
SR (sem refrigeração)	3	24,44aA	22,33bA	19,12cA	15,93dA

¹Médias minúsculas seguidas das mesmas letras nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade de erro.

Geralmente, após a colheita o conteúdo de carboidratos tende a diminuir devido à respiração (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Em *Chamelaucium uncinatum* OLLEY et al. (1996) observaram diminuição nos níveis de açúcar após a colheita. Já COSTA et al. (1987) estudando o efeito de diferentes épocas de colheita dos caules do abacaxizeiro na composição química dos mesmos, constatou que os teores de carboidratos estruturais sofriam acréscimos significativos até aos 60 dias após a retirada dos frutos, sendo que após esta época, a nível de campo, estes carboidratos apresentaram acréscimos com diferenças pouco significativas. De acordo com KAYS (1991) este composto é fonte primária de substrato respiratório.

Neste trabalho, nota-se que ocorre diminuição nos teores de carboidratos tanto em folhas, como em flores de crisântemo cv. 'Faroe', independente do tratamento térmico e os resultados mostraram ainda, que não houve influência do tratamento pré-colheita com GA₃ nos níveis de carboidratos, mesmo sendo esse hormônio um importante regulador de enzimas hidrolíticas (MARTINEZ-CORTINA e SANZ, 1991).

Em algumas flores de corte é possível que a reserva de carboidratos contida na haste, possa ser utilizada pela flor. Essa reserva estende o potencial de longevidade das flores (KAYS, 1991). Para algumas espécies, os carboidratos presentes na flor sugerem um aumento da durabilidade pós-colheita desta, entretanto em outras espécies, não é suficiente

para suprir o metabolismo da haste floral após o corte, podendo os carboidratos serem translocados das folhas para a flor (MARISSSEN, 2001).

6.6 Atividade da peroxidase

Pela análise de variância notou-se diferença significativa na interação entre GA₃ e época na atividade da peroxidase nas folhas e flores durante o tempo de vida de vaso (Tabela 22).

Tabela 22. Análise de variância da atividade da peroxidase ($\mu\text{moles H}_2\text{O}_2$ decomposto. g massa fresca⁻¹. minuto⁻¹) durante o tempo de vida de vaso em folhas e flores de crisântemo de corte cultivar 'Faroe' em função da aplicação de GA₃ a campo. Botucatu – SP, 2007.

Fonte de Variação	Quadrados Médios		
	GL	Folhas	Flores
Condicionamento térmico	1	23,05**	15,16**
Época	3	72,63**	65,59**
GA ₃	3	0,76 ^{ns}	2,02 ^{ns}
Condicionamento térmico* Época	3	8,25**	8,33**
Condicionamento térmico*GA ₃	3	0,69 ^{ns}	0,76 ^{ns}
Época*GA ₃	9	0,06**	0,07**
Condicionamento térmico*Época*GA ₃	9	0,13 ^{ns}	0,18 ^{ns}
Erro	64	0,06	0,02
CV (%) =		11,48	17,39

^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

Nota-se que não ocorreu diferença significativa na aplicação de GA₃ no campo na atividade da peroxidase e o aumento da atividade da peroxidase é observada na Tabela 23, que pode ser devido ao envelhecimento dos tecidos. Segundo BRENNAN et al.,

1977 e BOWLER et al., 1992 durante a senescência há a formação de peróxidos e aumento de radicais livres, causando alteração na atividade da peroxidase, como observado neste trabalho.

Para a variável tipo de condicionamento térmico, as atividades de peroxidases (POD) apresentaram diferenças significativas nas folhas e flores aumentando continuamente durante o tempo de vida de vaso em crisântemo, cv. 'Faroe'. Os resultados indicam aumento na atividade da enzima peroxidase após a colheita, se tornando mais acentuado com o início da senescência ao 12^o dia (Tabela 23).

Tabela 23. Atividade da peroxidase ($\mu\text{moles H}_2\text{O}_2$ decomposto. g massa fresca⁻¹. minuto⁻¹) durante o tempo de vida de vaso em folhas e flores de crisântemo cultivar 'Faroe'. Botucatu – SP, 2007.

Coleta (dias)	Temperatura ambiente	Câmara fria	Temperatura ambiente	Câmara fria
	Folha	Folha	Flor	Flor
04	0,0019dA	0,0021cA	0,0016dA	0,0018dA
08	0,0026cA	0,0022cB	0,0022cA	0,0021cA
12	0,0039bB	0,0042bA	0,0036bA	0,0038bA
16	0,0061aA	0,0057aB	0,0057aB	0,0063aA
CV (%) = 6,94				

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No presente estudo não foram observadas diferenças significativas na atividade desta enzima entre as flores até o 12^o dia após o corte em relação tipo de condicionamento térmico. No entanto, verificaram diferenças entre as folhas. Esse fato reforça a possibilidade que a atividade não foi intensificada pelo uso da refrigeração, já que, as hastes não apresentaram sintomas de injúria pelo frio durante nos dois dias de armazenamento refrigerado.

Tanto nas folhas, como nas folhas, nota-se aumento da atividade da peroxidase no tempo. TEISSON (1979) afirma que a atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase é praticamente nula no momento da colheita e durante a conservação a baixas temperaturas. SILVA et al. (2000) citam que, atividade das enzimas é alterada com o início da senescência, em decorrência da desintegração das membranas das organelas e na formação H_2O_2 a partir de NADH e O_2 , sendo inicialmente detectada sua atividade pela redução de alcoóis aromáticos na polimerização de lignina em parede celular de plantas (MADER e AMBERG-FISHER, 1982). Segundo BURZO et al. (1988), a atividade da peroxidase é mais alta nos tecidos cujas células sofreram danos, por estímulos do meio, como estresse hídrico e danos mecânicos, que podem desencadear a síntese "de novo" da enzima, elevando sua atividade (CIVELLO et al., 1995).

Durante o experimento de pós-colheita foi observado diminuição na cor verde das folhas com o envelhecimento. Essa degradação de clorofila pode estar associada com a peroxidase, como sugerido por MARTINEZ et al. (2001). A peroxidase medi a degradação de clorofila na presença de compostos fenólicos, usando peróxido de hidrogênio, gerando um radical fenólico, o qual degrada clorofila para um composto sem cor (YAMAUCHI et al., 1997). COSTA et al. (2002) observaram aumento da atividade da peroxidase em flores de brócolis durante a pós-colheita, mostrando correlação com a degradação de clorofila.

Aumento da atividade da peroxidase em pétalas *Chrysanthemum morifolium* Ram foi discutida por BARTOLI et al. (1995), os quais sugerem que durante a senescência o aumento da atividade estaria relacionado com a defesa de moléculas oxidantes, que promovem danos nas membranas da células, alterando o metabolismo celular.

Neste trabalho, à temperatura de armazenamento ter sido maior do que a recomendada, a atividade da peroxidase aumentou com o tempo, pois as hastes de crisântemo foram levadas para o ambiente, o que diminui a vida pós-colheita das flores, acelerando a senescência (ISCHIMURA et al., 1991), promovendo a formação de peróxidos e espécies reativas de oxigênio, o que foi potencializada pela condição de envelhecimento.

6.7 Poliaminas livres

Os resultados da análise de variância indicaram diferenças significativas nos teores de putrescina (Put), espermidina (Spd) e espermina (Spm) nas folhas durante o tempo de vida de vaso quanto aplicação de GA₃ (Tabela 24).

Tabela 24. Análise de variância do teor de poliaminas livres durante o tempo de vida de vaso em folhas de crisântemo de corte cultivar 'Faroe' em função da aplicação de GA₃ a campo. Botucatu – SP, 2007.

Fonte de Variação	Quadrados Médios			
	GL	(Put)	(Spd)	(Spm)
Condicionamento térmico	1	8.07**	7.56**	10.43**
Época	3	33.18**	31.84**	44.56**
GA ₃	3	0.34**	0.61**	0.53**
Condicionamento térmico* Época	3	5.16**	3.56**	4.93**
Condicionamento térmico*GA ₃	3	0.59 ^{ns}	0.48 ^{ns}	0.42 ^{ns}
Época*GA ₃	9	0.14**	0.23**	0.16**
Condicionamento térmico*Época*GA ₃	9	0.11 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.08 ^{ns}
Erro	64	2.21	1.96	3.13
CV (%) =		15,79	13,56	18,40

^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

Embora o GA₃ não tenha retardado a senescência, os resultados observados demonstraram pela análise estatística ação da giberelina nas três poliaminas estudadas. Estes resultados são consistentes com a sugestão que as giberelinas têm a possibilidade de atuarem como mensageiras secundárias capazes de mediar os efeitos de outros hormônios (VALLE et al., 1989).

GARCIA MARTINEZ e CARBONELL et al. (1980.) trabalhando com banana notaram aumento nos teores de putrescina, espermidina e espermina após aplicação de

giberelinas e citocininas. Este processo foi acompanhado por um aumento da atividade da enzima descarboxilase (ADC) após o tratamento com GA₃.

Os resultados da análise de variância indicaram diferenças significativas nos teores de espermina (Spm) nas flores durante o tempo de vida de vaso quanto aplicação de GA₃, por outro lado as outras poliaminas não apresentaram significância (Tabela 25).

Tabela 25. Análise de variância do teor de poliaminas livres durante o tempo de vida de vaso em flores de crisântemo de corte cultivar 'Faroe' em função da aplicação de GA₃ a campo. Botucatu – SP, 2007.

Fonte de Variação	Quadrados Médios			
	GL	(Put)	(Spd)	(Spm)
Condicionamento térmico	1	2,86 ^{**}	11,43 ^{**}	9,56 ^{**}
Época	3	53,05 ^{**}	36,62 ^{**}	40,03 ^{**}
GA ₃	3	0,47 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,58 ^{**}
Condicionamento térmico* Época	3	7,36 ^{**}	8,95 ^{**}	7,08 ^{**}
Condicionamento térmico*GA ₃	3	0,36 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,43 ^{ns}
Época*GA ₃	9	0,09 ^{**}	0,13 ^{**}	0,08 ^{**}
Condicionamento térmico*Época*GA ₃	9	0,11 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Erro	64	3,61	3,44	2,87
CV (%) =		28,43	14,66	16,75

^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade

Os resultados das análises de poliaminas estão apresentados abaixo na Tabelas 26 e 27 respectivamente, putrescina (Put), espermidina (Spd) e espermina (Spm).

Nota-se que em folhas de hastes de crisântemo cv. 'Faroe' ocorreu diminuição no tempo dos teores das três poliaminas estudadas, tanto em hastes mantidas em temperatura ambiente, como em câmara fria. Os maiores teores foram encontrados para espermina (Spm), suprido de espermidina (Spd) e putrescina (Put) em ambos os tratamentos térmicos (Tabela 26).

Tabela 26. Teor de Putrescina (Put) Espermidina (Spd) Espermina (Spm) ($\mu\text{g g}^{-1}$) durante o tempo de vida de vaso em folhas de crisântemo cultivar 'Faroe'. Botucatu – SP, 2007.

Coleta (dias)	Temperatura ambiente			Câmara fria		
	(Put)	(Spd)	(Spm)	(Put)	(Spd)	(Spm)
04	33,356aB	85,461aA	130,806aA	50,189aA	69,568aB	124,049aA
08	20,146bB	78,612aA	134,089aA	31,026bA	54,568bB	100,163bB
12	17,816bB	40,271bB	120,555bA	30,440bA	52,973bA	88,163cB
16	7,876cB	35,831bB	104,972cA	26,741bA	48,908bA	80,836cB

CV (%) = 3,73

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em flores pode ser notada a mesma tendência encontrada nas folhas, isto é de diminuição ao longo do tempo e os maiores teores encontrados para espermina (Spm), suprido de espermidina (Spd) e putrescina (Put) (Tabela 27).

Tabela 27. Teor de Putrescina (Put) Espermidina (Spd) Espermina (Spm) ($\mu\text{g g}^{-1}$) durante o tempo de vida de vaso em flores de crisântemo cultivar 'Faroe'. Botucatu – SP, 2007.

Coleta (dias)	Temperatura ambiente			Câmara fria		
	(Put)	(Spd)	(Spm)	(Put)	(Spd)	(Spm)
04	51,712aA	94,808aA	168,907aA	53,588aA	100,782aA	163,075aA
08	49,001aA	78,612aA	134,089aA	31,026bB	39,481bB	141,219bA
12	38,233bA	45,523bA	89,768cB	37,918bA	21,216cB	106,209cA
16	41,467aA	35,518cA	84,408cB	32,571bA	31,482bA	101,519cA

CV (%) = 4,25

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Diversos trabalhos têm demonstrado que ocorre diminuição nos teores de poliaminas com a senescência e atribuem este efeito à competição com etileno, por S-adenosilmetionina (SAM) (BOUCHEREAN et al., 1999) para formação de espermidina (Spd) e espermina (Spm).

Segundo LEE et al. (1997) as poliaminas alteram a produção de etileno pela redução da atividade da sintase do ACC e da oxidase do ACC. Ao passo que, segundo ROUSTAN (1993), o etileno pode inibir a formação de poliaminas pela redução da atividade da descarboxilase da arginina e descarboxilase do SAM (SAMDC). LI e WANG (2004) observaram que somente em condições elevadas de estresse, há uma competição metabólica entre o etileno e poliaminas, sendo nestas condições, há uma ativação da ADC (atividade da descarboxilase da arginina) e inibição da síntese da espermidina (AZIZ et al., 1997).

SERRANO et al. (2001) observaram em cravos mantidos em água sob temperatura entre 20° C e 22° C no teor de putrescina (Put) e diminuição de espermidina (Spd) no tempo pós-colheita, diferente do encontrado neste trabalho, onde ocorre diminuição ao longo do tempo das três poliaminas. Segundo KAUR-SAWHNEY (1980) e LIMA (2000), as poliaminas aparecem em baixas concentrações em tecidos maduros e altas, em verdes, ao contrário do que é geralmente observado para o etileno e peroxidases, confirmando os resultados observados nesta pesquisa

Essa diminuição pode ser atribuída à ação de enzimas, como as poliaminas oxidases, que agem sobre as poliaminas, oxidando-as, gerando peróxidos (BOUCHEREAN et al., 1999), substrato para enzimas peroxidases que apresentam, portanto, aumento da atividade peroxidase (Tabela 23). Poderia ainda, estar ocorrendo concomitantemente, aumento na produção de etileno, pelo desvio do substrato metionina para a síntese de ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano (ACC), através da diminuição da atividade da enzima SAM - descarboxilase, que catalisa a formação de espermidina (Spd) e espermina (Spm) (PANDEY et al., 2000).

Poliaminas tem sido relatadas como agente protetor contra diversos tipos de estresse apresentando efeito anti-senescente, retardando a perda de clorofila, deterioração de membranas e aumento na RNAase e atividade de proteases (EVANS e

MALMBERG, 1989), enquanto etileno age como um promotor de senescência (PANDEY et al., 2000).

Neste trabalho, a ação das giberelinas não foi efetiva em retardar a senescência de flores de crisântemo cv. 'Faroe', verificado tanto pelas análises visuais e físicas, como pelo aumento da atividade da peroxidases e diminuição no teor de proteínas. Assim, a degradação de poliaminas e proteínas e aumento da atividade da peroxidase representam a senescência observada, demonstrando que foi baixa ação da giberelina aplicada no campo na pós-colheita contrariando a estatística.

7. CONCLUSÕES

O uso de baixas concentrações 0, 15, 30 e 45 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃) em uma única aplicação a campo, não teve interferência nas características fenotípicas de hastes de crisântemo cv. 'Faroe', assim como não promoveram incremento na qualidade pós-colheita das flores.

O armazenamento de crisântemo cv. 'Faroe' a 10° C não promoveu aumento da vida pós-colheita.

A ação da giberelina aplicada a campo não foi efetiva em retardar a senescência das hastes de crisântemo cv. 'Faroe'. Houve aumento da atividade da peroxidase e diminuição no teor de proteínas, carboidratos e poliaminas no tempo de vida de vaso.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACH, H.; BODE, H.; ROBINSON, D. G. & GRAEBE, J. E. ent-Kaurene synthase is located in proplastids of meristematic shoot tissue. **Planta**, V.202, p.211-219, 1997.

ABLES, F. et al. **biology**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1997. 414 p.

ADASCHI, M. **Effects of temperature and stem length on changes in carbohydrate content in summer-grown cut chrysanthemums during development and senescence**. Tokyo University of Tokyo, 2000 113 p.

ALFENAS, A. C. et al. Extração de proteínas para eletroforese. In: ALFENAS, A. C. **Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins** : fundamentos e aplicações em plantas e microrganismos. Viçosa: UFV, 1998. p. 85-114.

ALMEIDA, J. A. S. de; PEREIRA, M. de F. D. A. Efeito de GA₃ e Paclobutrazol no desenvolvimento vegetativo do girassol. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, p. 55 - 60, 1996.

AL-KHASSAWNEH, N. M.; KARMA, N. S.; CIVIL, R. A. Growth and flowering of black Iris (*Iris nigricans* Dinsm.) following treatment with plant growth regulators: **Scientia Horticulturae**, Amsterdam v. 107, p. 187-193, 2006.

AOAC. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry.** 1995, chapter 34, p.1.

ARTECA, R. N. **Plant growth substances: principles e application.** New York: Chapman & Hall, 1995. 332 p.

ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, Oxford, v. 166, p. 3-16, 2004.

AZIZ, A; MARTIN-TANGUY. J.; LARHER, F. Plasticity of polyamine metabolism associated with high osmotic stress in rape leafe discs and with ethylene treatment. **Plant Growth Regulation**, cidade, v. 21, p. 153-163, 1997.

BACKER, E. A.; HAYES A. L.; BUTLER, R. C. **Physicochemical properties of agrochemicals: their effects on foliar penetration.** Pesticide Science, v. 34, p. 167-182, 1992.

BAGNI, N., TORRIGIANI, P. y BARBIERI, P. Effect of various inhibitors of polyamine synthesis on the growth of *Helianthus tuberosus*. **Medical Biology**, 59: p. 403-409.

BARROS, S. A.; RODRIGUES, J. D.; RODRIGUES, S. D.; PEDRAS, J. F. Efeito do ácido giberélico e do uniconazole na fisiologia pós-colheita do limão 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tanaka). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.13, n.3, p. 223-226, 1991.

BARTOLI, C. G., GUAIAMETt, J. Ethylene Production and Responses to Exogenous Ethylene in Senescing Petals of *Chrysanthemum morifolium* RAM cv. Unsei. **Plant Science**. v..124, p. 15 – 21, 1997.

BERNIER, G. et al. Physiological signals that induced flowering. **The Plant Cell**, Rockville, v. 5, p. 1147-1155, oct. 1993.

BERGMEYER, H. U.; GAWEHN, K.; GRASSL, M. Enzymes as biochemical reagents In: BERGMEYER, H. U. (Ed.) **Methods of enzymatic analysis.** 2nd ed. New York: Academic Press, 1974. p. 493-495.

BIASI, L. A. Reguladores de crescimento vegetal. In: WACHOWICZ, C. M; CARVALHO, R. I. N. **Fisiologia vegetal: Produção e pós-colheita.** Curitiba: Champagnat, 2002. p. 63-94.

- BIELESKI, R. L. Fructan hydrolysis drives petal expansion in the ephemeral daylily flower. *Plant Physiol.* 103, p. 213–219. 1993.
- BONGERS, F. J. A economia das flores. **Agroanalysis**, São Paulo, v. 15, n. 9, p. 1-4, set. 1995.
- BORGES, A. **Flores: o cultivo da cor**. São Paulo: MD Comunicação, 1995. 96 p.
- BRACKMANN, A. Armazenamento de *Zinnia elegans* JACQ. Em diferentes temperaturas e soluções conservantes. **Rev. Bras. de Agrociência**, v.4, no 1, 20-25, Jan.-Abr., 1998.
- BRACKMANN, A., et al. Qualidade pós-colheita de crisântemos (*Dendranthema grandiflora*) mantidos em soluções de ácido giberélico. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1451-1455, nov/dez, 2005.
- BRENNAN, T.; FRENKEL, C. Involvement of hydrogen peroxidase in the regulation of senescence in pear. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 59, p. 411-416, 1997.
- BRENNER, M.; L, CHEIKH, N. The role of hormones in photosynthate partitioning and seed filling. In-Plant hormones. **Physiology, biochemistry and molecular biology**. DAVIES, P. J. (ed.). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. p. 649-670, 1995.
- BRUM, G.; McKANE, L.; KARP, G. **Biology: exploring life**. 2.rd ed. New York: John Wiley, 1994. 1030 p.
- BOOIJ, R. Effect of growth regulators on curd diameter of cauliflower. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 38, p. 23-32, 1989.
- BOSE, T. K.; JANA, B. K.; MUKHOPADHYAY, T.; P. Effects of growth regulators on growth and flowering in *Hippeastrum hybridum* Hort. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 12, p. 195-200, 1980.
- BOUCHEREAU, A. et al. Polyamines and environment challenges: recent development. **Plant Physiology**, v. 140, p. 103-125, 1999.
- BOWLER, C; CHUA, N. -M. Emerging themes of plant signal transduction. **The Plant Cell**, v. 6, p. 1529-1541, 1994.

BOWES, G. Facing the inevitable: plants and increasing atmospheric CO₂. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 44, p. 309-332, 1993.

BUCHANAN –WOLLASTON, V. The molecular biology of leaf senescence; **J. Exp. Bot.** v. 48, p. 181–199, 1997.

BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry and molecular biology of plants**. 3rd ed. Rocjville: American Society of Plant Physiologists, 2000. 1367 p.

BUDAG, P. R.; SILVA, T. P. da. Cadeias produtivas do estado de Santa Catarina: Flores e plantas ornamentais. Florianópolis: EPAGRI, 2000. 51 p. (Boletim Técnico, n.106)

BURZO, I. et al. Research concerning the browning during storage of Afuz-ali grapes. **Lucrări Stiintifice**, Bucharest, v. 19, p. 55-61, 1988.

CAMPOS, A. D. et al. Atividade de peroxidase e polifenoloxidase na resistência do feijão à antracnose. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 7, p. 637-643, 2004.

CASTRO, E. F. C. A floricultura no Brasil. 1993 Disponível em: <<http://www.uesb.br/flower/florbrasil2.html>> Acesso em: 12 mai. 2004.

CASTRO, S. G. F. Avaliação da qualidade de flores cortadas de chuva-de-ouro após armazenamento em câmara fria a baixa temperatura. In: **Encontro de Energia no Meio Rural**, Sept. 2000.

CHANG, Y. S.; SUNG, F. H. Effects of gibberellic acid and dormancy-breaking chemicals on flower development of *Rhododendron pulchrum* Sweet and *R. scabrum* Don. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 83, n. 3/4 p. 331-337, mar. 2000.

CHALOUPKOVÁ, K. & SMART, C. C. 1994. The abscisic acid induction of a novel peroxidase is antagonized by cytokinin in *Spirodela polyrrhiza* L. **Plant Physiology**, v. 105, p. 497-507.

CHATTOPADHAYAY, M. Protective role of exogenous polyamines on salinitystressed rice (*Oryza sativa*) plants. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 116, p. 192–199, 2002.

CHITARRA, M. I. F e CHITARRA A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE. 1990. 320 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2^a. Ed. Lavras: Editora UFLA, 2005, 785 p.

CIVELLO, P. M. Peroxidase from strawberry fruit (*Fragaria ananassa* Duch.): partial purification and determination of some properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 43, n. 10, p. 2596-2601, 1995.

COELHO, Y. de S. et al. Efeitos do ácido giberélico (GA₃) no crescimento de porta-enxertos para citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 18, n. 11, p. 1229-1232, 1983.

COLLI, S. Outros reguladores: brassinosteróides, poliaminas, ácido jasmônico e salicílico. In KERBAY, G. B. **Fisiologia vegetal**. São Paulo; Guanabara Koogan, 2004.

CONEGLIAN, R. C. C. **Efeitos da temperatura, fungicida e alguns fitorreguladores na fisiologia póscolheita de mamão (*Carica papaya* L.) cv 'Solo'**. Botucatu: Instituto de Biociências, 1994. 142 p. (Tese - Doutorado em Botânica).

COORTS, G. D. Internal metabolic changes in cut flowers. **Hortscience**, v. 8, p. 195-198, 1973.

CORBINEAU, F. El enfriamiento de flores y plantas. **Universidad de Pierre y Marie Curie**, Paris y CNRS. Mendon, Francia, p.62-90, 1992.

CORDEIRO, J. A. D. **Crescimento, diferenciação e produção em plantas de sorgo granífero *Sorghum bicolor* (L.) Moench, tratadas com os ácidos giberélico-3 e a-naftalenoacético**. 1979. 50 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1979.

CORSATO, E. C. Fenologia e carboidratos de reserva (*Diospyros kaki* L.) 'RAMA FORTE' em clima tropical. Universidade de São Paulo, São Paulo, 42 p. 2004.

COSTA, L. Efeito da época de colheita do abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. cv Smooth Cayenne) nos teores de carboidratos e atividades da bromelina do caule. Lavras: ESAL, 1987. 63 p. (Dissertação- Mestrado em Ciência dos Alimentos).

COSTA, L. M; CIVELLO, M. P; CHAVES, R. A. Effect of ethephon and 6-benzylaminopurine on chlorophyll degrading enzymes and a peroxidase-linked chlorophyll bleaching during post-harvest senescence of broccoli (*Brassica oleracea* L.) at 20 °CA outra dimensão da dimensão fractal. In-**Ciência Hoje**, São Paulo: SBPC, n. 183, p. 40-47, jun. 2002.

CROZIER, A. et al. Biosynthesis of hormones and elicitor molecules. In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. (Eds). **Biochemistry & molecular Biology of plants**. Rockville. American Society of Plant Physiologists. chap. 17, p. 911-915.

DAI, Y. R. Promotion by giberellic acid polyamine biosynthesis in internodes of light-grown dwarf peas. *Plant Physiol.* v, 69; p. 103-105, 1982.

DARNELL, R. L., BIRKHOLO, K. B. Carboirdate contribution to fruit development in two phenologically distinct rabbiteye blueberry cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 121, n. 6, p. 1132-1136, 1996.

DAYKIN, A.; SCOTT, I. M.; FRANCIS, D.; CAUSTON, D. R. Effects of gibberellin on the cellular dynamics of dwarf pea internode developpement. **Planta**, Berlin, v. 203, n. 4, p. 526-535, Apr. 1997

DEHALE, M. H. et al. Lufluevre of foliar application of GA₃ on quality of chrysanthemum. **Journal of Soils and Crops**, v. 2, n. 6, p. 135-137, 1993.

DE HERTOIGH, A.; LE NARD, M. **The physiology of flower bulbs**. Elsevier: Amsterdam, 1993. p. 811.

DENCHEVA, A., KLISURKA, D. Interaction between peroxidases and IAA-oxidase in the course of growth and differentiation of the plant cells. **Physiologie Végétale**, Paris, v. 20, n. 3, p. 385-394, 1982.

DENNIS, D. T.; BLAKELEY. Carbohydrate metabolism. **Biochemistry Molecular Biology of Plants**, v. 71, p .630-674, 2000.

DILLEY, D. R. Hormonal controlo f fruit ripening. **HortScience**, v. 4, p. 111-114, 1969.

- DREVDAHL, R. A.; THIMANN, K. V. Proteases of senescing oat leaves I. purification and general properties. **Plant Physiology**, v. 59, p. 1059-1063, 1977.
- DUBOIS, M. et al. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. **Analyt. Chem.**, v. 28, p. 350-356, 1956.
- DURIGAN, J. C. **Efeitos de adjuvantes na aplicação e eficácia de herbicidas**. Jaboticabal: FUNEP, p. 42, 1993.
- EASON, J. R.; WEBSTER, D. Development and senescence of *Sandersonia aurantiaca* (Hook.) flowers. *Scientia. Horticulturae* v. 63, p. 113-121, 1995.
- EASON, J. R.; JOHNTON, J. W. Amino acid metabolism in senescing *Sandersonia aurantiaca* flowers: cloning and characterization of asparagine synthetase and glutamine synthetase, cDNAs. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 27, p. 389-396. 2002.
- ERTOLA, R. J.; GIULIETTI, A. M.; CASTILLO, F. J. Design, formulation, and optimization of media. In: **Bioreactor system design**. Marcel Dekker: 1995. p.109- 121.
- EVANS, P. T.; MALMBERG, R. L. Do polyamines have role in plant development? *Ann. Rev. Pl. Physiol.*, v. 40, p. 235-269, 1989.
- FARAGHER, J. D.; MAYAK, S. Physiological responses of cut rose flowers to exposure to low temperature: change in membrane permeability and ethylene production. **J. Exper. Botany**, v. 35, n. 156, p. 956-974, 1984.
- FARINA, E.; PATERNIANI, T.; VOLPI, L. Effect of GA₃ treatments on flowering of gerbera grown for winter production. *Acta Horticulturae, Wageningen*, v. 246, p. 159-166, 1989.
- FLORES, H. E.; GALSTON, A. W. Analysis of polyamines in higher plants by high performance liquid chromatography. *Pl. Physiol.*, v. 69, p. 701-706, 1982.
- FORD, T. W. AND E. W. SIMON. Peroxidase and glucose-6-phosphate dehydrogenase levels in cotyledons of *Cucumis sativus* (L.). **J. Exp. Bot.** v. 23, p. 423-431, 1972.

FOYER, C. H.; GALTIER, N. Source-sink interaction and communication in leaves. In: **Photoassimilate distribution in plants and crops**. ZAMSKI, E., SCHAFFER, A. A. (eds.). Marcel Dekker. Source-sink relationships. New York. p. 311-340.

FOWLER, M. W. Plant cell culture: natural products and industrial application. In: **Biotechnology of higher plants**. Intercept: Reino Unido, 1988, (p.107-158).

FRANCO, R. E.; HAN, S. S. Respiratory changes associated with growth-regulator delayed leaf yellowing in Easter lily. **Society Journal American Horticultural Science**, Alexandria, v. 122, n. 2, p. 117-121, 1997.

FREITAS, S.T. et al. Aplicação de ácido giberélico a campo na vida de vaso de crisântemo 'Gompie-cha'. In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4., 2001, Cachoeira do Sul. **Anais...** Cachoeira do Sul: ULBRA, 2001. v. 4, p. 184.

FRIEDMAN, R.; LEVIN, N; ALTMAN, A. Presence and identification of polyamines in xylem and phloem exudates of plants. *Plant Physiol*, 1986 v. 82, p. 1154-1157.

GALSTON, A. W.; KAUR-SAWHNEY, R. Polyamines and senescence in plants. In: Thompson, W.; E. Nothangel e R. Huffaker (Eds.). **Plant senescence: Its biochemistry and physiology**. Rockville: Amer. Soc. Plant Physiol, 1987. p. 176-181.

GALSTON, A. W. Polyamine and plant response to stress. In: BACHRACH, U.; HEIMER, Y. (Eds.). **The physiology of polyamines**. Boca Raton: CRC Press, 1989. v. 2, cap. 7, p. 99-106.

GALSTON, A. W.; KAUR-SAWHNEY, R. Polyamines in plant physiology. **Plant Physiology**, v. 94, n. 2, p. 406-410, 1990.

GALSTON, A. W.; KAUR-SAWHNEY, R. Polyamines as endogenous growth regulators. In: DAVIES, P.J. **Plant hormones: their role in plant growth and development**. 2nd ed. New York: Nijhoff Publishers, 1994. p. 280-295.

GARCÍA-MARTÍNEZ, J. L. y CARBONELL, J. Fruit-set of unpollinated ovaries of *Pisum sativum* L. Influence of plant-growth regulators. *Planta*, v. 147, p. 451-456.

GASPAR, T. et al. Two-step control of basic and acidic peroxidase and its significance for growth and development. **Physiologia Plantarum**, v. 64, p. 418-423, 1986.

GAST, K. L. B.; FLORES R. Precooling produce – fruits and vegetables. In: **Postharvest Management of commercial horticultural crops**. Kansas: Cooperative Extension Service. 1991.

GIETL, C.; SVHMID, M. Ricinosmes: an organelle for development regulated cell death in senescencing plant tissues **Naturwissenschaften** v. 88, p. 49-58, 2001.

GOLDBERG, R.; LÊ, T.; CATESSON, A. M. Localization and properties of cell wall enzyme actives related to the final stages of lignin biosynthesis. **Journal of Experimental Botany**, v. 36, p .503-510, 1985.

GONZAGA, A. et al. Longevidade pós-colheita de inflorescências de girassol afetada por nitrato de prata e sacarose. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 73-77, 2001

GORIN, N. Protease activity in extracts of petals from cut roses cv. Sonia. **Acta Horticulturae**, p. 81-85, 1986.

GRUSZYNSKI, C. Produção de crisântemos para corte. In: **Produção comercial de crisântemos vaso, corte e jardim**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 166 p.

GRZESIK, M. Factors influencing the effectiveness of growth regulators in nursery production. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 251, p. 371-375, 1989.

GUERREIRO, C. de la CALLEe M, REID MS, VALPUETA V. Analysis of the expression of two thioproteinase genes from daylily (*Hemerocallis* spp) during flower senescence. **Plant Molecular Biology** v. 36, p. 565-571. 1998.

GUGGISBERG, A.; HESSE, M. Putrescine, spermidine, spermine and related polyamine alkaloids. **Alkaloids**, v. 22, p. 85-100, 1983.

HALEVY, A. H.; MAYAK, S. Transport and conditioning of cut flowers. **Acta Horticulturae**, Sweden, v. 43, p. 291- 306, 1978.

HAN, S. Application of growth regulators to delay the development of foliar chlorosis on Easter lilies. **Journal American Society Horticultural Science**, v. 122, n. 3, p .254-258, 1997.

HARDENBURG, R. E., WATADA, A. E., WANG, C. Y. **The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks**. Washington : U.S. Department of Agriculture, 1986. 136 p (Agriculture handbook, n. 66).

HASTENREITER, A. F.; VIEIRA, J. G. Z.; FARIA, R. T. **Longevidade pós-colheita de flores de *Oncidium varicosum* (Orchidaceae). Post-harvest longevity of *Oncidium varicosum* (Orchidaceae) flowers**. Ciências Agrárias, Londrina, v. 27, n. 1, p. 27-34, jan./mar. 2006

HAZEBROEK, J. P.; METZGER, J. D.; MANSAGER, E. R. Thermoinductive regulation of gibberellin metabolism in *Thalpi arvense* L. II. cold induction of enzymes in gibberellin biosynthesis. Rockville: **Plant Physiology**, v. 101, p. 547-552, 1993.

HEDDEN, P., PHILLIPS, A. L. Gibberellin metabolism: new insights revealed by the genes. **Trends Plant Sci**, v. 5, p. 523-530, 2000.

HENNY, R. J. Inducing aglaonema to flower using gibberellic acid treatment. Hortscience, Alexandria, v. 18, p. 374, 1983.

HENNY, R. J.; NORMAN, D. J.; KANE, M. E. Gibberellic acid-induced flowering of *Syngonium podophyllum* Schott 'White Butterfly'. **HortScience**, Alexandria, v. 34, n. 4, p. 676-677, 1999.

HERTOGH, A. A. de; LE NARD, M. **The physiology of flower bulbs**. Amsterdam: Elsevier Science, 1993. 811 p.

HILLMAN, W. S. **The physiology of flowering**. United States of America: Holt, Rinehart and Winston, 1964. 163 p.

HO, L. C.; GRANGE, R. I.; SHAW, A. F. Source/sink regulation. In: **Transport of photoassimilates**. (BAKER, D. A.; MILBURN, J. A. (Eds.)), Longman Scientific & Technical. Essex, 1989 p. 306-343.

HOPKINS, W. G. **Introduction to plant physiology**. 2. ed. New York: J. Wiley, 1999. 512 p.

HOAGLAND, R. E. Biochemical responses of plants to pathogens. In: HOAGLAND, R.E. (Ed.). **Microbes and microbial products as herbicides**. Washington: American Chemical Society, 1990. p. 87-113.

HONÓRIO, S.; MORETTI, C. L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília, EMBRAPA Informação Tecnológica, 2002, cap. 11, p. 231-272.

HIGUCHI, T. Biochemistry and molecular biology of wood. **Springer Series in Wood Science**. Berlin, 353 p. 1997.

HUHTINEN O.; HONKANEN J.; SIMOLA L. Ornithine and putrescine supported divisions and cell colony formation in leaf protoplasts of alders (*Alnus glutinosa* and *incana*). **Plant Sci. Lett.** v. 28, p. 3-9, 1982.

IBRAFLOR. **Padrão IBRAFLOR de qualidade**. Campinas, 2000. 87 p.

IBRAFLOR. **Diagnóstico de cadeia produtiva de flores e de plantas ornamentais do Brasil**. Campinas, 2002. 1 CD-ROM.

ICHIMURA, K.; KOHATA, K.; KOKETSU, M.; SHIMAMURA, M., Ito, A., 1998. Effects of temperature, 8-hydroxyquinoline sulphate and sucrose on the vase life of cut rose flowers. *Postharvest Biology and Technology*. v. 15, p. 33–40, 1989.

ICHIMURA, K. Effects of continuous treatment with sucrose on the vase life, soluble carbohydrate concentrations, and ethylene production of cut snapdragon flowers. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* v. 68, p. 61-66. 1991.

IERSEL, van M. Plant growth stimulator effects on post-transplant growth and flowering of petunia and impatiens plugs. **Horttechnology**, Alexandria, v. 8, n. 1, p. 45-47, Jan./Mar. 1998.

JACSON, M. B.; DREW, M. C. Effects of flooding on growth and metabolism of herbaceous plants. In: KOZLOWSKI, T. T (Ed). **Flooding and plant growth**. Orlando: Academic Press, 1984. chap. 3. p. 47-113.

JAEGHER, G. de; BOYER, N. On the role of membranes and calcium in signal perception and transduction in thigmomorphogenesis of *Bryonia dioica*. In: **Intra-and intercellular communications in plants**. postharvest biology and technology, 1990.

JOBLING, J.; McGLASSON, W. B., DILLEY, D. R. Induction of ethylene synthesizing competency in Granny Smith apples by exposure to low temperature in air. **Postharvest Biology and Tecnology**, v. 1, p. 111-118, 1991.

JARVIS, B. C.; SHANNON, P. R. M.; YASMIN, S. Involvement of polyamines with adventitious root development in stem cuttings of mung bean. **Plant Cell Physiol.** v.24, p. 677-683, 1983.

JOINER, J. N. et al. Effect of exogenous growth regulators on flowering and cytokinin levels in azaleas. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 28, p. 143-151, 1982/83.

JONES, R. B.; HILL, M. The effect of germicides on the longevity of cut flowers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 118, n. 3, p. 350 – 354, 1993.

KHADER, S. E. S. A. Control of the tree height, trunk girth, shoot growth and total assimilation in young grafted mango trees by paclobutrazol. **Indian Journal of Horticulture**, India, v. 4, n. 2, p. 112-115, 1991.

KAMURO, Y.; ONWONA-AGYEMAN, S.; MATSUI, S. The promotive effect of applying mixtures of (S)-(+)-abscisic acid and gibberellic acid on flowering in long-day plants. **Plant Growth Regulation**, Amsterdam, v. 33, p. 189-194, 2001.

KANE, M. et al. Gibberellins promote flowering in two *Cryptocoryne* species. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 2, p. 380, 1995.

KAO, C. H. Differential effect of sorbitol and polyethylene glycol on antioxidant enzymes in rice leaves. **Plant Growth Regulation**, v. 39, p. 83-89, 2003.

KAUR-SAWHNEY R. Polyamines in plant and plant cells. *What's New in Plant Physiology*, v. 111, p. 5–8, 1980.

KAUR- SAWHNEY, R.; GALSTON, A. W. Physiological and biochemical studies on the antisenesescence properties of polyamines in plants. In: SLOCUM, R. D.; FLORES, H. E. (Eds): **Biochemistry and physiology of polyamines in plants**. Boca Raton: CRC, 1991. chap.14, p. 201-211..

KAUR-SAWHNEY, R., APPLEWHITE, P. B. Endogenous protein-bound polyamines: correlation with regions of cell division in tobacco leaves, internodes and ovaries. **Plant Growth Regulation**, v. 12, p. 223-227, 1993.

KAUR-SAWHNEY R.; DAI, R.; GALSTON A. Effect of inhibitors of polyamine biosynthesis on gibberellin-induced internode growth in light-grown dwarf peas. **Plant Cell Physiology**. v. 27, p. 253–260, 1986.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Avi Book, 1991. 532 p.

KHAN, F. U.; TEWARI, G. N. Effect of growth regulators on growth and flowering of dahlia (*Dahlia variabilis* L.). **Indian Journal Horticulture**, Bangalore, v. 60, n. 2, p. 192-194, 2003.

KIM, H-J.; MILLER, W.B. Effects of GA₄₊₇ and benziladenina application on pot production quality seedov pot tulip flowers. **postharvest biology and technology**, v. 47, p. 416-421, 2008.

KINET, J. M.; SACHS, M. R.; BERNIER, G. **The physiology of flowering**. Boca Raton: CRC, 1985. v. 3 274 p.

KING, R. W. Gibberellins in relation to growth and flowering in *Pharbitis nil Chois*. Camberra. **Plant Physiology**, v. 84, n. 1, p. 1126-1131, 1997.

KIYUNA, et al. Parceiros comerciais internacionais da floricultura brasileira, 1989-2002. **Informações Econômicas**, São Paulo: v. 34, n.5, p. 1-28, 2004.

KLUGE, R. et al. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2. ed. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2002. 214 p

KOCH, K.; E. Carbohydrate-modulated gene expression in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 47, p. 509-540, 1996.

KRAME, G. F., WANG, Y. Correlation of reduced chilling injury with increased spermine and spermidine levels in zucchini squash. **Journal of Plant Physiology**, v. 76, p. 479-484, 1989.

KUZNESTSOV, V. I. V. et al. Do polyamines participate in the long – distance translocation of stress signals in plants? **Journal of Plant Physiology, Russian**, v. 49, n. 1, p. 120-130, 2002

LABANCA, E. R. G. **Purificação parcial de elicitores presentes em *Saccharomyces cerevisiae***: atividade como indutores de resistência em pepino (*Cucumis sativus*) contra *Colletotrichum lagenarium* e da síntese de gliceolinas em soja (*Glycine max*). 2002. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000. 531 p.

LARRIGAUDIÈRE, C.; VENDRELL, M. Short-term activation of the conversion of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid to ethylene in rewarmed Granny Smith apples. **Plant Physiology**, v. 31, p. 585-592, 1993.

LASCHI, D. et al. Efeito de ácido giberélico, GA₃ e GA₄ + GA₇, em pós-colheita de crisântemo e solidago. **Revista Brasileira de Horticultura e Ornamentais**, Campinas, v. 5 n. 2, p. 143-149, 1999.

LASCHI, D. **Fisiologia de hastes cortadas de rosa (*Rosa sp*) cv. Grand Gala**. 2000. 110 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociência de Botucatu, Universidade Estadual Paulista de Botucatu, 2000.

LEE, M. M., LEE, S. H., PARK, K. Y. Effects of spermine on ethylene biosynthesis in CUT carnation (*Diathus caryophyllus* L.) flowers during senescence. **Journal of plant Physiology**, v. 151, p. 68-73, 1997.

LI, C.; JIAO, J.; WANG, G. The important roles of reactive oxygen species in the relationship between ethylene and polyamines in leaves of spring wheat seedlings under root osmotic stress. *Plant Science*, v. 166, p. 303-315, 2004.

LICHTENTHALER, H.; K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v. 148, p. 350-382, 1987.

LIMA, G. P. P.; BROETTO, F.; BRASIL, O. G. Efeito da salinidade sobre o teor de proteínas e atividades da peroxidase e redutase de nitrato em calos de arroz. **Acta Biológica Leopoldensia**. v. 20, n. 2, p. 357-363, 1998.

LIMA, G. P. P. Marcadores bioquímicos de injúrias pelo frio e de maturação em bananas. 2000. 103 p. Tese (livre Docencia) - Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

LIMA, G.P.P., ROCHA, S. A., TAKAKI, M. Polyamines contents in some foods from Brazilian population basic diet. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1294-1298, 2006.

LIU, et al. Polyamines titer in the embryonic axis and cotyledons of Glycine Max L. during seed growth and maturation. **Plant Physiology**, v. 76, p. 336-315, 1984.

LIRA FILHO, J. A.; PAIVA, H. N. de; GONÇALVES, W. Paisagismo – princípios básicos. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 163 p.

MADER. M., AMBERG-FISHER. V. Role of peroxidase in lignification of tobacco cells. I. Oxidation of nicotinamide adenine dinucleotide and formation of hydrogen peroxide by cell wall peroxidase. **Plant Physiol** v. 70, p. 1128–1131, 1982.

MAGALHÃES, A. M.; HONÓRIO, S. L.; LEAL, P. A. M. Qualidade das flores e folhagens comercializadas na CEASA/ Campinas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45., 2005, Fortaleza, **Anais...**Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 2005, v. 23, n. 2, CD-ROM.

MANSFIELD, T. A.; MCAINSH, M. R. Hormones as regulators of water balance. In: **Plant hormones. Physiology, biochemistry and molecular biology**. DAVIES, P. J. (ed.). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 1985, p. 598-616.

MARISSSEN, N. Effects of pre-harvest light intensity and temperature on carbohydrate levels and vase life of cut roses. **Acta Horticulturae**, n. 543, p. 331-343, 2001.

MARKKOLA, A. M., O Peroxidase activity as an indicator of pollution stress in the fine roots of Pinus Sylvestris. **Walter, Air and Soil Pollution**, v. 52, p. 149-156, 1990.

MARTINEZ-CORTINA, C.; SANZ, A. Comparison between the effect of the fruit and exogenous GA₃-applications on source-sink relationships in *Citrus* sprouts. **Annals of Botany**, v. 68, p. 143-149, 1991.

MARTINEZ, C. et al. Apoplastic peroxidase generates superoxide anions incells of cotton cotyledons undergoing the hypersensitive reaction to *Xanthomonas campestris* pv.

malvacearum race 18. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, v. 11, n. 11, p. 1038-1047, 1998.

MARTÍNEZ, G. A.; CIVELLO, P. M.; CHAVES, A. L.; AÑÓN, M. C. Characterization of peroxidase-mediated chlorophyll bleaching in strawberry fruit. *Phytochemistry*, Amsterdam, v.58, p.379-387, 2001.

MARTIN-TANGUY, J. The occurrence and possible function of hydroxycinnamoyl acids in plants. *Plant Growth Regulation*, v.3, p. 381-399, 1985.

MASIA, A. Superoxide dismutase and catalase activities in apple fruit during ripening and post-harvest and with special reference to ethylene. *Physiologia Plantarum*, v. 104, p. 668-672, 1998.

MATSUOKA, M. Gibberellin signaling: How do plant cells respond to Ga signals? *Journal of Plant Growth Regulation*, New York, v. 22, p. 123-125, 2003.

MAYAK, S. Senescência of cut flowers. *HortScience*, v. 22, n. 5, p. 863-865, 1987.

MAUCH-MANI, B.; MÉTRAUX, J. P. Salicylic acid and systemic acquired resistance to plant pathogen attack. *Annals of Botany*, v. 82, p. 535-540, 1998.

McCONCHIE, D. New strategies for the management of bauxite refinery residues (red mud)", In: **Proceedings of the 6th international alumina quality workshop**, Brisbane, Australia, Editora, 2002, p. 327-332.

MELLO, A. et al. Aplicação de ácido giberélico em solução conservante na prevenção pós-colheita do amarelecimento de folhas de *Lilium longiflorum* cv. Snow Queen. In- MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, Cachoeira do Sul. **Anais...** Cachoeira do Sul: ULBRA, 2001. v. 4 p. 183, 2001.

METIVIER, J. R. Giberelinas. In: FERRI, M. G. (Coord.) **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EDUSP., 1979b. v. 2, p. 129-161.

METZGER, J. D. Hormones and reproductive development. In: DAVIES, P. J. **Plant hormones**. Holanda: Kluwer Academic Publishers, 1995. p. 617-648.

MIELKE, C. E. **Precocidade e qualidade de Ciclâmen após a aplicação de giberelina.** 2005. 93 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia e Fitossanitarismo) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

MILBURN, J. A.; KALLARACKAL, J. Physiological aspects of phloem translocation. In: **Transport of photoassimilates.** Longman Scientific & Technical. Essex. p. 264-305. 1989.

MOALEM-BENO, D., TAMARI, G., LEITNER-DAGAN, BOROCHOV, A., WEISS, D. Sugar-dependent gibberellin-induced chalcone synthase gene expression in *Petunia* corollas. *Plant Physiol.* v, 13, p. 419–424, 1997.

MORAES, P. J. Efeito da refrigeração e do condicionamento em sacarose sobre a longevidade de inflorescências de *Strelitzia reginae* Ait. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental,** Campinas, v. 5, n. 2, p. 151-156, 1999.

MOTOS, J. R ; OLIVEIRA, M. J. G. de (Coord.). Classificação da qualidade. In.: **Produção de crisântemo em vaso.** Holambra: Flortec, s.d. p. 40-41.

MOURA, C. F. H. **Qualidade de pedúnculos de clones de cajueiro-anão precoce (*Anarcadium occidentale* L. var. *nanum*) irrigados.** 1998. 96 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1998.

MULAS, M. Polyamine biosynthesis in flavedo of *Fortune mandarins* as influenced by temperature of postharvest hot water dips. **Acta Horticulturæ,** v. 463, p. 377-384, 1998.

MUNÔZ-CLARES, R. A.; VELASCO-GARCIA. R. Genio y figura de la betaína aldehído Deshidrogenasa. **Mensaje Bioquímico,** México, v. 28, p. 203-223, 2004.

MURFET, I. C. Environmental interaction and the genetics of flowering. Palo Alto: **Annual Review of Plant Physiology,** v. 28, p. 253-278, 1977.

NAMESNY, A. Producción, comercio y promoción de ornamentales en Brasil. **Horticultura Internacional.** 03 fev. 2002.

NI, B.R.; BRADFORD, K.J. Germination and dormancy of abscisic acid and gibberellin – deficient mutant tomato (*Lycopersicum esculentum*) seeds. **Plant Physiology,** v. 101, p. 607–617, 1993.

NOORDEGRAF, C. V. Production and marketing of high quality plants. **Acta Horticulturae**, Vertemate con Minoprio, n. 353, p. 134-147, 1994.

NOWAK, J.; MYNETT, K. The effect of sucrose silver thiosulphate and 8-hidroxyquinoline citrate on the quality of liliun inflorescences at the bud stage and store at low temperature. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 25, p. 299-302, 1985.

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

NOWAK, R.; M. **Walker's Mammals of the World**. Vol I. 5th ed. The Johns Hopkins Press, London. 642 p, 1991.

OLIVEIRA JUNIOR, E. N.; SANTOS, C. D.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D.; LOPEZ SANTOS, J. Z. Análise nutricional da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil.) durante o amadurecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 846-851, jul./ago., 2003.

OLLEY, C. M., JOYCE, D. C., IRVING, D. E. Changes in sugar, protein, respiration, and ethylene in developing and harvested Geraldton waxflower (*Chamelaucium uncinatum*) flowers. *New Zeal. J. Crop Hort. Sci.* v, 24, p. 143-150, 1996.

OTTMANN, A. A. M.; Indução do florescimento de *Hemerocallis hybrida* cv. Graziela Barroso após aplicação de ácido giberélico (GA3). 69 p. Tese (Mestrado em Produção vegeta)- Universidade Federal, Curitiba, 2006.

OVERBEEKE, J. Van [Kwaliteitsbehoud: snijbloemen Kould] Manutenção da qualidade: flores de corte refrigeradas. **Vakblad Voor De Blomisterij**. Leiden, Holland, v. 43 n. 23, p. 22-29, 1998.

PANDEY, R. K.; MARANVILLE, J. W.; CHETIMA, M. M. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. II. Shoot growth, nitrogen uptake and water extraction. **Agricultural Water Management**. V. 46, p. 1-13, 2000.

PAROUSSI, et al. Growth, flowering and yield responses to GA3 of strawberry grown under different environmental conditions. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 96, p. 103-113, 2002.

PAULIN, A. **Poscosecha de las flores cortadas bases fisiológicas**. Bogotá: Hortitécnica, 1997. 100 p.

PEÑARRUBIA, L.; MORENO, J. Senescence in plants and crops. In: **Handbook of plant and crop physiology**. Marcel Dekker. New York. p. 461-482. 1994.

PÉREZ, F. J.; MORALES, V. A basic peroxidase isoenzyme from the grape pedicel is induced by gibberellic acid. **Australian Journal of Plant Physiology**, Collingwood, v. 26, p. 387-390, 1999.

PEZESHKI, S. R. Plant response to flooding. In: WILKISON, R. E. (E.d.) **Plant-environment interactions**. New York: M.Dekker, 1994. cap. 10, p. 289-321.

PHILLIPS, R., PRESS, M.C., BINGHAM, L. y GRIMMER, C. Polyamines in cultured artichoke explants: effects are primarily on xylogenesis rather than cell division. *Journal of Experimental Botany*, v. 39, p. 473-480. 1998.

PHILLIPS, R., PRESS, M. C.; EASON, E. Polyamines in relation to cell division and xylogenesis in cultured explants of *Helianthus tuberosus*: lack of evidence for growth-regulatory action. **Journal of Experimental Botany**, v.38, p. 164-172, 1987.

PIMENTEL, C. Metabolismo de carbono na agricultura tropical. EDUR, Rio de Janeiro, 159 p, 1998.

PIRES, E. P. J. Emprego de reguladores de crescimento em viticultura tropical. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 194, p. 40-43, jul. 1998.

POLJAKOFF-MAYBER, A. & LERNER, H. R. 1994. Plants in saline environments. In-*Handbook of plant and crop stress*. PESSARAKLI, M. (ed.). Marcel Dekker. New York. p. 65-96.

PORTER, J. R., LAWLOR, D. W. **Plant Growth**: interactions with nutrition and environment Cambridge: University of Cambridge Press, 1991. 284 p.

POWELL, J. **Care and hadling of Heliconia flowers**. Nothern Territory: Department of Primary Industries and Fisheries Tech Bull, 1989.

QUIROGA, M. et al. A tomato peroxidase involved in the synthesis of lignin and suberin. **Plant Physiology**, v. 122, p. 1119-1127, 2000.

RAJAGOPALAN, A.; KADER, J. Regulation of flowering in chrysanthemum (*Chrysanthemum indicum*) by gibberellic acid application. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 64, n. 4, p. 240-243, 1994.

RAMOS, V. H. V. Efeitos do ácido giberélico e cycocel sobre porta-enxertos de mangueira (*Mangifera indica* L.) em viveiro. 1980. 117 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S.E **Biology vegetal**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1996. 728 p.

REID, M. S.; DODGE, L. **Anthurium**: recommendations for maintaining postharvest quality. Department of Environmental Horticulture, University of California. Disponível em: <<http://rics.ucdavis.edu/postharvest2/Produce/ProduceFacts/Orn/anthu.shtml>>. Acesso em: 25 maio 2001.

RODRIGUES, T. de J. D.; LEITE, I. C. **Fisiologia vegetal** - hormônios das plantas. Jaboticabal, 2004, p. 19-37.

ROUSTAN, J. P.; CHRAIBI, K. M; LATCHÉ, A.; FALLOT, J. **Relationship between ethylene and polyamine synthesis in plant regeneration**. In: PECH, J. C. (Ed.) **Cellular and molecular aspects of the plant hormone ethylene**. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, p. 365-366, 1993.

RUDNICKI, R. M.; NOWAK, J.; SANIEWSKI, M. Effect of gibberellic acid on sprouting and flowering of some tulip cultivars. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 23, p. 387-397, 1976.

SABEHATA, A.; ZIERCIN, N. GA₃ Effects on postharvest alteration in cell membranes of rose (*Rosa x Hybrida*) petals. **Journal of plant Physiology**, v. 44, p. 513-517, 1994.

SACALIS, N. J. Prolonging freshness: postproduction care & handling. In: BALL, V. (Org.). **Cut flowers**. 2 rd ed. Illinois: Ball, 1993. p. 47-49.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. 4.th ed. Belmont, Company,1992. p. 682.

SCHMIDT, C. Acido giberélico (GA₃) no crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) de corte 'viking': cultivo verão/outono. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2 p. 1451-1455, mar/apr, 2003.

SEBRAE AGRONEGÓCIO. **Jardim de oportunidades**, n. 1, p. 61, out. 2005.

SCHECHTER, S.; GOLDSCHMIDT, E. E.; GALILI, D. Persistence of (¹⁴C) gibberellin A₃ and (³H) gibberellin A1 in senescing, ethylene treated citrus and tomate fruit. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 8, n. 3, p. 243-253, 1989.

SEN, S. K.; MAHARANA, T. Growth and flowring response of chrysanthemum to growth regulator treatments. Punjab **Horticultural Journal**, v. 11, n. 3/4, p. 274-277, 1972.

SERRANO, et al. Preservative solutions containing Boris acid delay senescence of carnation flowers. **Postharvest Biology and Tecnology**, v. 23,n 1, p. 133-142, Nov/2001.

SHEWFELT, R. L. Postharvest treatment for extending the shelf life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, p. 70-78, 1986.

SILVA, J. A. A.; DONADIO, L. C. Reguladores vegetais na citricultura. Jaboticabal: **Funep**, 1997. 38 p. (Boletim Citrícola, 3)

SILVA, E. et al. Alterações dos padrões de isoenzimas em sementes de milho infectadas por fungos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 9, p. 1725-1732, set. 2000.

SILVEIRA, R. B. de A. Tentativas de padronização de crisântemos de corte para o Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 3, n. 2, p. 10-14, 1997.

SILVERSTONE, A. L.; SUN, T.; P. Gibberellins and the Green Revolution. **Trends in Plant Science**, v. 5, n. 1, p. 1-2, 2000.

SMITH, T. A. Polyamines. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 36, p. 117-143, 1985.

SOOD, S., VYVAS, D. Physiological and biochemical studies during flower development in two rose species. **Scientia Horticulturae**. v, 108, p. 390–396, 2006.

SOUZA, G. B. (ed). **Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Paulo: Embrapa, 2005. 313 p.

SPONSEL, V. M. Gibberellin biosynthesis and metabolism. In: DAVIES, P. J. **Plant hormones**. physiology, biochemistry and molecular biology. Dordrecht: Kluwer Academic publishers. 1995(p.66-97).

SPÓSITO, M. et al. Armazenamento refrigerado de frutos de limeira-ácida 'Tahiti' tratados com ácido giberélico. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, v. 22, n. 3, p. 345-348, 2000.

STRCKLAND, R.G. Changes in anthocyanin, carotenoid, chlorophyll and protein in developing florets of the *Chrysanthemum*. *Ann. Bot.*, v. 36, p. 459-469, 1972.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 2nd ed. The Benjamin/Cummings, 1998. 564 p.

TAIZ. L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3rd ed. Massachusetts: Sinauer Associates, 2002. 690 p.

TAIZ. L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. 2004. 720 p.

TAKAHASHI, N. et al. Gibberellin. In- **Chemistry of plant hormones**. Boca Raton : CRC, 1988. Chap.3, p. 57-151.

TAMAS, I.; A. Hormonal regulation of apical dominance. In: DAVIES, P.J. (Ed.) **Plant hormones**: physiology, biochemistry and molecular biology. Kluwer, Dordrecht, 1995.

TEIXEIRA, J. B.; MARBACH, P. A. S. Fitormônios. **Universa**, v. 8, n. 1, p. 101,132, 2000.

TEIXEIRA, J. A. S. Polyamines in the regulation of chrysanthemum and tobacco in vitro morphogenic pathways. **Prop Ornamental Plants**, v. 2, p. 9–15, 2002.

TEISSON, C. L'ê brunissement interne de l' Historique, II-Material e métodos. *Fruits*, Paris, v. 34, n. 4, p. 245-281, 1979.

THOMAS, H.; J. L. STODDART.. Biochemistry of leaf senescence in grasses. *Ann. Appl. Biol.* Leaf senescence. **Ann. Rev. Plant Physiol**, v. 31, p. 83-111, 1980.

THOMAS, H.; STODDART, J. L. Leaf senescence. **Annual Review Plant Physiology**, v. 31, p. 83-111, 1980.

TIBURCIO, A. F., FIGUERAS, X. CAMPOS, J.; L. Poliaminas. En: *Fisiología y Bioquímica Vegetal*. Azcon-Bieto, J. y Talon, M. (coord.). Interamericana-McGraw-Hill. Madrid. p. 357-378, 1993b.

TREDER, J.; MATYSIAK, B.; NOWAK, J. The effect of gibberellic acid on growth and flowering of *Cyclamen persicum* Mill. **Folia Horticulturae**, Kraków, v. 11, n. 2, p. 81-86, 1999.

TOOGOOD, A. **Enciclopèdia de la propagació de plantes**. Barcelona: Blume, 2000. 320 p.

TOZI, S. T; SOUZA, S. S. Perdas de regulador de crescimento aplicado com e sem adjuvante no algodoeiro em função de chuva simulada. V Congresso Brasileiro de Algodão. 2004.

UMAHARAN, P.; ARIYANAYAGAM, R. P.; HAQUE, S. Q. Effect of short-term waterlogging applied at various growth phases on growth, development and yield in *Vigna unguiculata*. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 128, n. 2, p. 189-198, mar. 1997.

VALLE, T.; FERNANDEZ, J. J.; NICOLAS, G. Effect of difluoromethylarginine and difluoromethylornithine on seed germination and on epicotyl growth in *Cicer arietinum*. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 27, p. 113-117, 1989.

VAN DER MEULEN-MUISERS. et al. Postharvest flower development in Asiatic hybrid lilies as related to tepal carbohydrate status. **Postharvest Biology and Technology** v. 21, p. 201-221, 2001.

VAN DOORN, W. and PERIK, R. R. J. Hydroxyquinoline citrate and low pH prevent vascular blockage in stems of cut rose flowers by reducing the number of bacteria. **J. Am. Soc. Hortic. Sci.** v, 115, p. 979-981. 1990.

VIERSTRA, R. D. Proteolysis in plants: mechanisms and functions. **Plant Molecular Biology**, v. 32, p. 275-302, 1996.

WANG, Y. T. Greenhouse performance of six potted anthurium cultivars in a subtropical area. **Horttechnology**, v. 9, n. 3, p. 409-412, Jul/Set. 1999.

WEBBER, J. E.; ROSS, S. D.; PHARIS, R. P. & OWENS, J. N. Interaction between gibberellin A4/7 and root-pruning on the reproductive and vegetative process in Douglas-fir. II-Effects on shoot elongation and its relationship to flowering. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 15, p. 348-53, 1985.

WHITMAN, M. C.; HEINS, D. R.; MOE, R.; FUNNELL, A. K. GA4+7plus benzyladenine reduce foliar chlorosis of *Lilium longiflorum*. **Scientia Horticulturae**, v. 89, p. 143-154. jun.2001.

WHITEHEAD, C.S.; SWARDT, G. H. Extraction and activity of polyphenoloxidase and peroxidase from senescing leaves of *Protea neriifolia*. **South African Journal of Botany**, Pretória, v. 1, p. 127-130, 1982.

YAMADA, D. Fitorreguladores. In: CASTRO, C. E. M. **Manual de floricultura**. Maringá, 1992. p. 279.

YAMAUCHI, N., HARAD, K., WATADA, A.. In vitro chlorophyll degradation in stored broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plen.) florets. *Post. Biol. Tech.* v. 12, p. 239-245, 1997.

ZEEVAART, J. A. D. Effects of photoperiod on growth rate and endogenous gibberellins in the long-day rosette plant spinach. (Rockville): **Plant Physiology**, v. 47, p. 821-827, 1971.

ZHAO, H. et al. Stress stimulus induced resistance to *Cladosporium cucumerinum* in cucumber seedling. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 44, p. 36-40, 2005.

ZIMMERMANN, M. H. Xylem structure and the ascent of sap. Berlin: Springer-Verlag, 1983. 143 p.

ZIMMERMAN, J.; K. Role of pseudobulbs in growth and flowering of *Catasetum viridiflavum* (Orchidaceae). **American Journal of Botany**, v. 77, p. 533-54, 1990.

APÊNDICE

Apêndice I. Análise de variância dos dados referente atribuição de notas na qualidade pós-colheita de flores, durante o tempo de vida de vaso de crisântemo de corte cultivar ‘Faroe’ em função da aplicação de ácido giberélico (GA₃) a campo. Botucatu – SP, 2007.

FV	GL	SQ	QM	VALOR F	PROB>F
Condici (CR SR)	1	138.073653	138.073653	3.023	0.0827
Época	9	595.523713	66.169301	61.655	0.0000
GA ₃	3	1.803045	0.601015	0.560	0.6414
Condici* Época	9	1.098754	0,122083	1.185	0,0026
Condici*GA ₃	3	3.513378	1.171126	1.091	0.3526
Época*GA ₃	27	23.359572	0.865169	0.806	0.7450
Condici*Época*GA ₃	27	22.115905	0.819108	0.763	0.7995
Erro	405	434.651421	1.073213		
Total corrigido	484	1219.040687			
CV (%) =	15.29				
Média geral:	6.77				

Apêndice II. Análise de variância do teor de proteína total durante o tempo de vida de vaso em folhas de crisântemo cultivar ‘Faroe’ em função da aplicação de ácido giberélico (GA₃) a campo. Botucatu – SP, 2007.

FV	GL	SQ	QM	VALOR F	PROB>F
Condici (CR SR)	1	1.452876	1.452876	14.249	0.0004
Época	3	152.318445	50.772815	497.946	0.0000
GA ₃	3	2.088003	0.696001	6.826	0.0004
Condici* Época	3	0.346611	0.115537	1.133	0.3424
Condici* GA ₃	3	0.310170	0.103390	1.014	0.3924
Época*GA ₃	9	1.247493	0.138610	1.359	0.2254
Condici*Época*GA ₃	9	0.616993	0.068555	0.672	0.7307
Erro	64	6.525733	2.861965		
Total corrigido	95	164.906324			
CV (%) =	16,08				
Média geral:	7,35				

Apêndice III. Análise de variância do teor de proteína total durante o tempo de vida de vaso em flores de crisântemo cultivar ‘Faroe’ em função da aplicação de ácido giberélico (GA₃) a campo. Botucatu – SP, 2007.

FV	GL	SQ	QM	VALOR F	PROB>F
Condici (CR SR)	1	7.526400	7.526400	62.759	0.0000
Época	3	83.546558	27.848853	232.219	0.0000
GA ₃	3	1.263008	0.421003	3.511	0.0201
Condici* Época	3	11.371892	3.790631	31.608	0.0000
Condici* GA ₃	3	0.845008	0.281669	2.349	0.0808
Época*GA ₃	9	0.733033	0.081448	0.679	0.7248
Condici*Época*GA ₃	9	0.782033	0.086893	0.725	0.6847
Erro	64	7.675200	3.419925		
Total corrigido	95	113.743133			
CV (%) =	9,37				
Média geral:	10,39				

Apêndice IV. Análise de variância do teor de carboidrato total solúvel durante o tempo de vida de vaso em folhas de crisântemo cultivar ‘Faroe’ em função da aplicação de ácido giberélico (GA₃) a campo. Botucatu – SP, 2007.

FV	GL	SQ	QM	VALOR F	PROB>F
Condici (CR SR)	1	1.601667	1.601667	13.598	0.0005
Época	3	529.672658	176.557553	1499.003	0.0000
GA ₃	3	0.345308	0.115103	0.977	0.4091
Condici* Época	3	1.044442	0.348147	2.956	0.0390
Condici*GA ₃	3	0.225208	0.075069	0.637	0.5937
Época*GA ₃	9	2.437817	0.270869	2.300	0.0263
Condici*Época* GA ₃	9	0.595950	0.066217	0.562	0.8228
Erro	64	7.538133	4.331783		
Total corrigido	95	543.461183			
CV (%) =	12,83				
Média geral:	16.32				

Apêndice V. Análise de variância do teor de carboidrato total solúvel durante o tempo de vida de vaso em flores de crisântemo cultivar ‘Faroe’ em função da aplicação de ácido giberélico (GA₃) a campo. Botucatu – SP, 2007.

FV	GL	SQ	QM	VALOR F	PROB>F
Condici (CR SR)	1	5.587350	5.587350	12.849	0.0007
Época	3	757.538742	252.512914	580.716	0.0000
GA ₃	3	5.844508	1.948169	4.480	0.0064
Condici* Época	3	0.287325	0.095775	0.220	0.8822
Condici* GA ₃	3	0.263758	0.087919	0.202	0.8947
Época*GA ₃	9	4.264883	0.473876	1.090	0.3828
Condici*Época*GA ₃	9	1.228633	0.136515	0.314	0.9676
Erro	64	27.829133	4.794830		
Total corrigido	95	802.844333			
CV (%) =	10,14				
Média geral:	20,99				

Apêndice VI. Análise de variância da atividade da peroxidase ($\mu\text{moles H}_2\text{O}_2$ decomposto. g massa fresca⁻¹. minuto⁻¹) durante o tempo de vida de vaso em folhas de crisântemo de corte cultivar 'Faroe' em função da aplicação de ácido giberélico (GA₃) a campo. Botucatu – SP, 2007.

Fonte de Variação	Quadrados Médios		
	GL	Temperatura ambiente	Câmara fria
Condicionamento (CR SR)	1	23,48 ^{**}	19,16 ^{**}
Época	3	72,63 ^{**}	65,59 ^{**}
GA ₃	3	0,76 ^{ns}	0,68 ^{ns}
Condicionamento* Época	3	8,25 ^{**}	8,44 ^{**}
Condicionamento*GA ₃	3	0,69 ^{ns}	0,57 ^{ns}
Época*GA ₃	9	0,06 ^{**}	0,05 ^{**}
Condicionamento*Época*GA ₃	9	0,13 ^{ns}	0,16 ^{ns}
Erro	64	7,58	10,19
CV (%) =		11,48	12,71

Apêndice VII. Análise de variância da atividade da peroxidase ($\mu\text{moles H}_2\text{O}_2$ decomposto. g massa fresca⁻¹. minuto⁻¹) durante o tempo de vida de vaso em flores de crisântemo de corte cultivar 'Faroe' em função da aplicação de ácido giberélico (GA_3) a campo. Botucatu – SP, 2007.

Fonte de Variação	Quadrados Médios		
	GL	Temperatura ambiente	Câmara fria
Condicionamento (CR SR)	1	18,29 ^{**}	15,16 ^{**}
Época	3	54,31 ^{**}	65,59 ^{**}
GA_3	3	1,06 ^{ns}	2,02 ^{ns}
Condicionamento* Época	3	10,04 ^{**}	8,33 ^{**}
Condicionamento* GA_3	3	0,94 ^{ns}	0,76 ^{ns}
Época* GA_3	9	0,12 ^{**}	0,07 ^{**}
Condicionamento*Época* GA_3	9	0,09 ^{ns}	0,18 ^{ns}
Erro	64	6,57	8,06
CV (%) =		21,16	17,39