

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

FISIOLOGIA PÓS-COLHEITA DE SORVETÃO (*Zingiber spectabile* Griff.)
CULTIVADO NO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

MARIA HERBÊNIA LIMA CRUZ SANTOS

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de
DOUTOR EM AGRONOMIA, Área de
Concentração em Horticultura.

BOTUCATU - SP
Março - 2007

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

FISIOLOGIA PÓS-COLHEITA DE SORVETÃO (*Zingiber spectabile* Griff.)
CULTIVADO NO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

MARIA HERBÊNIA LIMA CRUZ SANTOS

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Giuseppina Pace Pereira Lima

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia - Área de Concentração em
Horticultura.

BOTUCATU - SP

Março - 2007

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

S237f Santos, Maria Herbênia Lima Cruz, 1966-
Fisiologia pós-colheita de sorvetão (*Zingiber spectabile* Griff.) cultivado no submédio São Francisco / Maria Herbênia Lima Cruz Santos. - Botucatu : [s.n.], 2007.
xi, 94 f. : il. color., gráfs., tabs.

Tese (Doutorado) -Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2007
Orientador: Giuseppina Pace Pereira Lima
Inclui bibliografia

1. Plantas - Reguladores. 2. Enzimas. 3. Fenóis.
4. Polia-minas. I. Lima, Giuseppina Pace Pereira. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

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

**TÍTULO: "FISIOLOGIA PÓS-COLHEITA DE SORVETÃO (*Zingiber speciale*
Griff.) CULTIVADO NO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO. "**

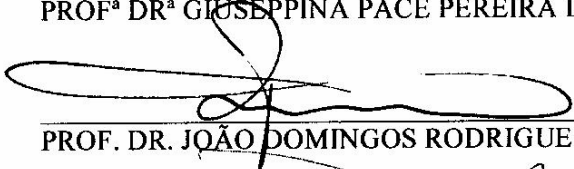
ALUNA: MARIA HERBÊNIA LIMA CRUZ SANTOS

ORIENTADORA: PROFª DRª GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROFª DRª GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA



PROF. DR. JOÃO DOMINGOS RODRIGUES



PROFª DRª DENISE LASCHI



PROFª DRª TEREZINHA RANGEL CÂMARA



DR. JOSÉ LUIS MOSCA

Data da Realização: 16 de março de 2007.

RESUMO

Inflorescências de sorvetão apresentam brácteas amarelas quando jovens, são muito decorativas e utilizadas, principalmente, em projetos de jardinagem e como flores de corte. Fatores pré e pós-colheita afetam a expansão do cultivo dessa espécie. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi estudar alguns aspectos da fisiologia pós-colheita de inflorescências de sorvetão cultivadas no Submédio São Francisco. Hastes florais recém colhidas foram submetidas a diferentes tratamentos (água destilada; 75 mg L⁻¹ de nitrato de prata - AgNO₃; 1000 mg L⁻¹ de cloreto de cobalto - CoCl₂; 5 mg L⁻¹ de ácido giberélico - GA₃ - ProGibb® e 10 mg L⁻¹ de 6-Benzilaminopurina - BAP), em ambiente com temperatura e umidade controlada, por 15 dias. A longevidade foi acompanhada a partir de análises não destrutivas (escala de notas, massa da matéria fresca, consumo e pH da solução conservante) e destrutivas (atividade de peroxidase e polifenoloxidasas, teor de carboidratos totais e redutores, fenóis, putrescina, espermina e espermidina). As análises não destrutivas demonstraram que hastes de sorvetão tratadas com giberelina e nitrato de prata apresentaram melhor aspecto visual conforme a escala de notas; aquelas tratadas com AgNO₃ absorveram maior volume de solução durante o período experimental, enquanto que as tratadas com nitrato de prata e BAP mostraram maior massa da matéria fresca. As menores alterações do pH da solução conservante ocorreram nos tratamentos contendo os reguladores vegetais. As análises destrutivas mostraram que inflorescências mantidas em solução conservante à base de giberelina e em água destilada, mantiveram suas reservas de açúcares totais três dias a mais que as hastes submetidas aos demais tratamentos. Os teores de açúcares redutores apresentaram considerável aumento em inflorescências tratadas com a citocinina. O BAP promoveu alterações na atividade da peroxidase e induziu os menores teores de fenóis, enquanto que a giberelina promoveu redução da atividade da polifenoloxidase. Hastes florais tratadas com BAP mostraram altos teores de putrescina ao longo do experimento. Em relação à espermina, grandes variações foram observadas em todos os tratamentos, sendo que inflorescências tratadas com GA₃ e BAP apresentaram os menores valores. Os tratamentos utilizados não promoveram aumento nos teores de espermidina. Conclui-se que a partir das análises não destrutivas, os tratamento com nitrato de prata e giberelina foram os mais eficiente na manutenção da vida de vaso de sorvetão. Com base nas análises bioquímicas, os melhores tratamentos foram os que utilizaram reguladores vegetais.

Palavras chave: reguladores vegetais, enzimas, fenóis, poliaminas.

POSTHARVEST PHYSIOLOGY OF BEEHIVE GINGER (*ZINGIBER SPECTABILE* GRIFF) CULTIVATED IN THE LOWER MIDDLE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN. Botucatu, 2007. 94 p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: MARIA HERBÊNIA LIMA CRUZ SANTOS

Adviser: Prof^a. Dr^a. GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA

SUMMARY

Beehive ginger inflorescences have yellow bracts when they are young, which are ornamental and are specially used in gardening projects and as cut flowers. However, there are crop management and postharvest factors that affect the expansion of the species. So, the objective of this work was to study some physiological postharvest aspect of beehive ginger inflorescences grown in the lower middle São Francisco river basin. Flower stems just harvested were submitted to different treatments (distilled water; 75 mg L⁻¹ of silver nitrate - AgNO₃; 1000 mg L⁻¹ of cobalt chloride - CoCl₂; 5 mg L⁻¹ de GA₃ - Progibb® and 10 mg L⁻¹ of 6-benzylamino purine - BAP), in an environment with controlled temperature and humidity, for 15 days. The longevity was monitored from non-destructive analysis (grading scale, fresh weight, consumption and pH of the preservative solution) as well as destructive ones (peroxidase and polyphenol oxidase activity, total soluble and reducing carbohydrates, phenols, putrescine, spermine and spermidine content). The non-destructive analysis showed that the beehive ginger stems treated with gibberelin and silver nitrate presented a better visual aspect according to the grading scale, the ones treated with AgNO₃ absorbed a greater volume of the solution during the experimental period, while the ones treated with silver nitrate and BAP had a greater fresh weight. The smallest variation of the preservative solution pH took place with the treatments containing the plant regulators. The destructive analysis revealed that the inflorescences maintained in preservative solutions with gibberelin and distilled water kept their stocks of total soluble sugars for 3 days longer than the stems submitted to the other treatments. The contents of reducing sugars increased

considerably in inflorescences treated with cytokinin. The BAP promoted alterations in the activity of the peroxidase and induced the lowest contents of phenols, while the gibberelin reduced the activity of the polyphenol oxidase. Flower stems treated with BAP revealed the highest contents of putrescine during the experiment. There was a great variation in relation to the spermine in all treatments, and the inflorescences treated with GA₃ and BAP showed the lowest values. The treatments used in the experiment did not increase the spermidine content. From the non-destructive analysis it was concluded that the treatments with silver nitrate and gibberelin were the most efficient to keep the vase life of beehive ginger. Based on the biochemical analysis the best treatments were the ones that used plant regulators.

Keywords: plant regulators, enzymes, phenols, polyamines.

1 INTRODUÇÃO

A floricultura gera renda e grande número de emprego, tanto no meio rural como urbano, fixa a mão-de-obra no campo e utiliza pequenas áreas, antes consideradas inadequadas para outras atividades agropecuárias. A viabilidade do cultivo de plantas ornamentais no mercado interno brasileiro está diretamente relacionada com o custo de produção nacional, inferior ao de outros países que não prescindem do hábito de consumir flores. Além disso, em função da diversidade ambiental, é possível diversificar as espécies cultivadas, e ainda produzir flores sem o consumo adicional de energia elétrica requerido durante o inverno no hemisfério norte.

O agronegócio de flores possui cerca de 4 mil produtores que cultivam uma área de 6 mil hectares em 304 municípios com 12 pólos de produção, gerando 110 mil empregos, distribuídos entre produção, distribuição, varejo e apoio. O estado de São Paulo responde por grande parte da floricultura nacional, principalmente, pela produção de rosas e crisântemos. No entanto essa atividade já começa a se descentralizar e se desenvolver em outras regiões do país. As exportações brasileiras de flores e plantas ornamentais fecharam o ano de 2005 somando cerca de US\$ 26 milhões (IBRAFLOR, 2006).

Atualmente, a tendência do mercado mundial de flores está voltada para as espécies tropicais por sua beleza, exotismo e durabilidade. O Brasil possui grande contingente de espécies, nativas ou não, de flores e plantas ornamentais que se enquadram nesses padrões de referência, como algumas espécies ornamentais pertencentes às famílias Araceae, Cactaceae e Bromeliaceae e à ordem Zingiberales, com destaque para as famílias Costaceae, Heliconiaceae e Zingiberaceae.

O sorvetão, sorvete, shampoo ou gengibre ornamental (*Zingiber spectabile* Griff), pertencente à família Zingiberaceae, apresentam em suas inflorescências brácteas amarelas quando jovem, são muito decorativas e utilizadas, principalmente, como flores de corte e em projetos de jardinagem. As hastes possuem boa resistência ao transporte e longa durabilidade após a colheita, características que têm contribuído para o aumento da comercialização nos mercados nacional e internacional.

A região do Submédio São Francisco, especificamente o dipolo Juazeiro-BA/Petrolina-PE, vem experimentando nas últimas décadas um crescente dinamismo. Isto se deve, em grande parte, à agricultura, principalmente nos perímetros irrigados. No entanto, a necessidade de introduzir novas espécies vegetais nas áreas de cultivo da região, associada aos aspectos edafoclimáticos e à qualidade da água para irrigação, coloca a floricultura tropical numa condição privilegiada, principalmente quando se considera o aeroporto local com terminal de cargas, o que aproxima a região dos mercados da Comunidade Européia, Americano e Asiático, assim como dos principais mercados do Norte/Nordeste.

O agronegócio de flores na região do Submédio São Francisco vem se desenvolvendo há, aproximadamente, oito anos, porém, essa atividade ainda não apresenta grande expressão, em virtude, principalmente, do volume produzido ser ainda muito tímido. Por outro lado, dentro da perspectiva da diversificação de culturas agrícolas para os perímetros irrigados, é imprescindível estudar aspectos técnicos referentes ao manejo das flores tropicais nas condições do semi-árido nordestino.

O cultivo dessas espécies esbarra na dificuldade de obtenção de mudas, levando alguns produtores a importá-las. Embora essas espécies apresentem certa resistência a doenças, a propagação vegetativa e o intercâmbio de germoplasma podem favorecer a disseminação de fitopatógenos entre campos de produção (SEWAKE & UCHIDA, 1995). A carência de informações sobre aspectos de pré-colheita como, nutrição mineral, adubação e tratamentos fitossanitários dessas espécies, além da falta de informações

sobre a colheita e a fisiologia pós-colheita das inflorescências, aspectos que tendem a influenciar a conquista de mercados, dificultam a expansão da floricultura tropical.

A longevidade das flores está relacionada com fatores genéticos, anatômicos e fisiológicos. A otimização das relações hídricas, o fornecimento de substratos respiratórios e o controle de microrganismos podem promover o controle e ou retardar a senescência. Além disso, a adição de produtos químicos nas soluções conservantes pode minimizar a ação de patógenos e aumentar a vida pós-colheita de flores.

Assim, o objetivo desse trabalho foi estudar alguns aspectos da fisiologia pós-colheita de inflorescências de sorvetão (*Zingiber spectabile* Griff) cultivadas no Submédio São Francisco, a partir do uso de soluções de conservação sobre a longevidade das inflorescências em ambiente com temperatura e umidade controlada, por meio de análises visuais, físicas e bioquímicas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos Gerais

A família Zingiberaceae, maior da ordem Zingiberales, é constituída de 53 gêneros e mais de 1.200 espécies nativas de regiões tropicais, especialmente do sul e sudeste da Ásia (CRONQUIST 1981; KRESS et al., 2002) expandindo-se da África tropical até a América do Sul e Central (TOMLINSON, 1962). As espécies, principalmente da floresta primária, crescem em habitats sombreados ou semi-sombreados, ricos em húmus. Muitas espécies da família têm valor econômico fornecendo alimentos (féculas dos rizomas), perfumes, condimentos de propriedades aromáticas, corantes, fibras, além do potencial ornamental, que se destaca pela beleza da folhagem e da inflorescência.

O sorvetão, sorvete, maracá, shampoo ou gengibre ornamental (*Zingiber spectabile* Griff) é uma espécie de origem asiática, nativa da Malásia, pertencente à família Zingiberaceae. É planta ornamental tropical, herbácea, rizomatosa, robusta, perene, com hastes mais ou menos eretas, podendo atingir até 2,50 m de altura. Possui folhas alongadas, lanceoladas e aveludadas na parte inferior do limbo. As hastes, com até 0,80 m, saem diretamente dos rizomas e têm, na extremidade, uma inflorescência (LAMAS, 2002).

As inflorescências terminais apresentam forma cilíndrica que mais lembra um sorvetão. Essa inflorescência é composta de brácteas de coloração amarelo-brilhante quando novas, tornando-se vermelhas quando maduras, principalmente quando cultivada a pleno sol. As flores, que lembram orquídeas, são pequenas, de coloração amarela e lilás, e emergem entre as brácteas (BEZERRA E LOGES, 2005)

As inflorescências de sorvetão podem ter um diâmetro de até 12,0 cm e nas condições do nordeste brasileiro emergem durante o período dos meses mais quentes (de novembro a abril). A planta apresenta um crescimento vigoroso, e pode ser, facilmente transplantada. As inflorescências mostram muita resistência ao manuseio, boa produtividade, e são bastante utilizadas em jardinagens e como flor de corte na floricultura tropical (LAMAS, 2002). Todas as partes da planta exalam o aroma característico de gengibre (BEZERRA E LOGES, 2005).

O termo flores tropicais algumas vezes não significa flor e inflorescências e sim brácteas, que normalmente são coloridas. No antúrio (*Anthurium andraeanum*) a flor consiste de uma folha modificada (espata) e a espádice. Na espádice encontram-se mais de 300 flores minúsculas dispostas em espiral. Inflorescências do gênero *Alpinia* e *Heliconia* são similares, constituídas de brácteas (folha modificada) de colorido vibrante, muito decorativas, que conferem beleza e promovem proteção das flores conspícuas (LIMA et al., 2006).

A floricultura está presente no mundo todo e abrange o cultivo de flores de corte, englobando desde flores tropicais até as de clima temperado, movimentando simultaneamente grandes indústrias de insumos agrícolas, além de uma série de serviços paralelos (LIMA et al., 2006). Essa atividade é uma das formas mais adiantadas da evolução agrícola, pois exige alta tecnologia e um sistema rápido de distribuição e comercialização. Apresenta alta rentabilidade por área, exige grande quantidade de mão-de-obra e gera empregos. Apresenta-se como uma opção de fixação de mão-de-obra no meio rural e de melhor aproveitamento dos minifúndios, antes considerados impróprios para outras atividades agropecuárias (SATURNINO, 1979).

A produção de flores e plantas ornamentais no Brasil teve início por volta da década de 30, quando imigrantes japoneses estabeleceram-se nos arredores da cidade de São Paulo e deram início à pequena produção comercial, voltada para consumidores da grande São Paulo. Um novo impulso foi dado somente em meados da década de 60, quando imigrantes holandeses trouxeram novas técnicas de produção para a

região de Holambra. Até então, as flores disponíveis no mercado eram somente rosas, gladiolos, cravos e algumas variedades de crisântemos (PINTO, 1997).

O cultivo de espécies nativas com potencial ornamental e ou introduzidas que apresentam boa adaptabilidade às condições ambientais da região, pode ser um dos aspectos determinantes no agronegócio nacional de flores. O desenvolvimento da floricultura em alguns estados da região Nordeste foi significativo nos últimos anos, em especial o cultivo de flores tropicais, que se destacam pela beleza de cores e formas, durabilidade e aceitação no mercado externo (LOGES et al., 2005). Entre os principais problemas que a floricultura brasileira tem que superar está o manejo pós-colheita, que tem sido inadequado.

2.2 Deterioração das flores de corte

O armazenamento é uma das etapas mais importantes para manutenção do equilíbrio entre mercado distribuidor e consumidor de flores de corte (DIAS-TAGLIACOZZO & CASTRO, 2002). As plantas ornamentais, particularmente as flores de corte, têm uma vida útil muito limitada. As flores se deterioram rapidamente, como ocorre com frutas e hortaliças, por causa de processos catabólicos que ocorrem mais intensamente após a colheita (HARDENBURG et al., 1988), e exigem, portanto, técnicas de conservação específicas que contribuam para manter a qualidade floral pós-colheita.

Existem algumas razões para a senescência das flores, dentre as quais se destacam os aspectos de pré-colheita, como uso excessivo de fertilizantes e aspectos de colheita, como o ponto de colheita. Além dos aspectos de pós-colheita, assim, é conveniente considerar: esgotamento das reservas (especialmente carboidratos), ocorrência de microrganismos (principalmente bactérias e fungos), maturação natural e envelhecimento, murchamento (perda de água por transpiração e ou obstrução dos vasos condutores de água), injúrias, temperatura de armazenamento inadequada, baixa qualidade da água de imersão, além do acúmulo de etileno (OLIVEIRA, 1996).

Sabe-se que, em muitas espécies vegetais, o regulador vegetal etileno age como importante regulador da senescência em flores (DAVIS et al., 1995). O etileno pode agir em tecidos imaturos, inibindo o crescimento e em órgãos maduros, na promoção do amadurecimento, da senescência e da abscisão de flores e frutos (REID,

1985). A resposta do tecido vegetal ao etileno é acompanhada pela indução autocatalítica do próprio hormônio, ou seja, a exposição do tecido ao etileno estimula a sua biossíntese, devido ao aumento das enzimas ACCsintase (Ácido 1 -aminociclopropeno - 1 - carboxílico sintase) e ACCoxidase (Ácido 1 - aminociclopropeno - 1 - carboxílico oxidase). Segundo Altvorst & Bovy (1995), um dos possíveis mecanismos que contribuem para a indução da biossíntese do etileno é a mudança na receptividade do tecido ou na sensibilidade ao etileno. Conforme relataram Nowak & Rudnicki (1990), as flores de corte variam quanto ao grau de sensibilidade ao etileno, de acordo com a espécie estudada, sendo as liliáceas classificadas como sensíveis à sua ação. A idade das flores também é importante, já que se observa a existência de uma relação direta entre idade da planta e sensibilidade ao etileno, e, quanto mais velho o tecido, menores serão as concentrações de etileno necessárias para desencadear o processo de senescência (PORAT et al., 1995).

A resposta ao etileno se dá, provavelmente, pela sua ligação a um receptor específico, responsável por enviar o sinal para sua ativação. Um dos métodos utilizados com sucesso na inibição da produção ou ação do etileno é o tratamento das flores cortadas com o íon prata (Ag^+), uma vez que esse íon atua como inibidor competitivo da ligação entre o etileno e o seu receptor (ALTVORST E BOVY, 1995). Para flores de corte, tem-se dado preferência à utilização do complexo iônico tiosulfato de prata (STS), devido à sua boa mobilidade na planta e por apresentar menores problemas quanto à fitotoxidez (CAMPANHA, 1997), além de possuir ação germicida (FLORACK et al., 1996).

2.3 Fisiologia do ponto de colheita das flores de corte

O ponto de colheita de uma flor e/ou inflorescência relaciona-se com muitos fatores, entre os quais se incluem a maturidade, a hora da colheita, a época do ano, a distância do mercado, a exigência do consumidor e a demanda. Além disso, as condições de cultivo, pré-colheita, luz intensa e temperatura alta durante a comercialização, afetam a qualidade das flores cortadas. A maturidade fisiológica é definida como o ponto em que o produto pode ser colhido continuando, se necessário, o seu desenvolvimento, até atingir a sua qualidade máxima (STABY et al., 1976).

As flores destinadas para estocagem ou transporte são geralmente colhidas no estágio de maturidade mais precoce, desde que seja mantida a longevidade em vaso. Algumas flores são colhidas em botão (rosas, gladiolos, íris) porque elas continuam o desenvolvimento em água após a colheita. Outras, como orquídeas, antúrios e gérberas não completam totalmente a abertura floral quando colocadas em água (NOVAK et al., 1991).

Inflorescências de helicônia podem ser colhidas quando atingem adequado estágio de maturidade, pois a abertura adicional das brácteas não ocorre após o corte. Desse modo, helicônias “Golden Torch” e “Andromeda”, dependendo do efeito desejado, devem ser colhidas quando uma das três brácteas esteja aberta (BROSCHAT et al., 1994). Em condições experimentais constatou-se, no entanto, que inflorescências colhidas em estágio precoce de desenvolvimento, quando submetidas a tratamentos adequados, completaram sua abertura floral (CASTRO, 1993).

Para sorvetão, após a colheita, devem ser feitas a limpeza cuidadosa das brácteas e a retirada das flores. Inflorescências com até 18 cm apresentam maior durabilidade. Acima deste tamanho poderá perder a turgescência e pender, comprometendo a beleza. No entanto, é comum o mercado solicitar inflorescências com tamanho superior a 18 cm. Quanto à qualidade é considerado inflorescência do Tipo A quando as brácteas terminais estão fechadas, o pseudocaule apresenta comprimento acima de 40 cm e diâmetro mínimo de 1 cm (LOGES et al., 2005).

A vida pós-colheita de flores de corte varia grandemente, o antúrio, por exemplo, pode durar de 8 a 19 dias (PAULL et al., 1992) e diferentes espécies de helicônia, de 7 a 12 dias (POWELL, 1989). A longevidade de flores cortadas é extremamente importante e o uso de soluções conservantes pode contribuir para manter a qualidade e prolongar a durabilidade pós-colheita. Assim, pesquisas vêm sendo desenvolvidas no sentido de minimizar os fatores que influenciam a senescência de flores cortadas, aspecto que tem evoluído nos últimos anos, sendo prática corrente nos países em que a floricultura representa importante fonte de geração de recursos.

2.4 Refrigeração

Apesar da floricultura ser uma presença expressiva no panorama econômico agrícola, o setor enfrenta ainda diversos entraves ao seu crescimento. A

magnitude das perdas pós-colheita de flores no Brasil até o consumo final do produto é de, no mínimo, 30%. Como reflexo de tal fato, tem-se a importância da tecnologia pós-colheita, considerando-se o perfeito manejo das condições que determinam a manutenção da qualidade e a redução de perdas de produtos perecíveis, como as flores. O manejo correto engloba processos específicos como o rápido resfriamento, o transporte refrigerado, a armazenagem e o manuseio adequado (ARRUDA et al, 1996).

O armazenamento sob refrigeração é um método eficaz, na redução dos processos metabólicos dos vegetais, pois, diminui a taxa respiratória, a transpiração e reduz a incidência de microorganismos, além de preservar o produto por maior tempo, na forma mais comum de consumo (CASTRO E HONÓRIO, 1992; REYES E PAUL, 1995). Contudo, temperaturas abaixo da mínima de segurança (TMS) podem causar desordens fisiológicas, as quais tornam o vegetal muito susceptível a injúrias causadas pelo frio - *chilling injury* (COUEY, 1982).

No caso específico de rosas, Kuc e Workman (1964) concluíram que a taxa respiratória é seis vezes menor, quando mantidas a 5⁰C, em comparação com aquelas armazenadas a 25⁰C. Reid (1980) estudando rosas e cravos, demonstrou que a taxa respiratória aumentou 25 a 30 vezes quando as hastes foram transferidas de 0⁰C para 20⁰C, nas duas espécies.

Existem dois tipos de resfriamento: úmido, no qual as hastes são armazenadas com sua porção basal na água e; a seco, usado para períodos prolongados, no qual as flores colhidas precocemente, túrgidas e manuseadas rapidamente são colocadas em caixas, dentro de câmaras frias (CASTRO E HONÓRIO, 1992). No manejo pós-colheita de rosas, costumeiramente são utilizados os dois métodos de resfriamento, sendo que no armazenamento a seco dá-se preferência à caixa de papelão, como embalagem.

O sorvetão tem sido cultivado, principalmente, para o uso no paisagismo e na comercialização como flor de corte. Depois de colhidas, as hastes devem ser imersas em água limpa. Essa prática aumenta a durabilidade, pois retira o calor do campo e promove a limpeza das hastes. Após a limpeza e secagem, devem ser embaladas individualmente, protegidas por malhas ou bolsas plásticas. As caixas onde serão acondicionados os maços devem ser revestidas com filme de polietileno (LAMAS, 2002).

O ideal para o armazenamento e transporte do sorvetão é um ambiente refrigerado a uma temperatura entre 15-18° C e com umidade relativa elevada. Quando ocorrem exposições a baixas temperaturas, as inflorescências apresentam

murchamento precoce e escurecimento das brácteas, além de favorecer a desidratação (DIAS-TAGLIACOZZO & CASTRO, 2005).

O armazenamento a frio traz benefícios, mas nem sempre é suficiente. A aplicação conjunta ou separada de um tratamento com produtos químicos no manejo pós-colheita, geralmente melhora a longevidade e, conseqüentemente, o período de comercialização. As soluções conservantes para flores obedecem, basicamente, uma composição que permita fornecer energia às flores ou bloquear o desenvolvimento microbiano ou a síntese de etileno (BELLÉ et al., 2004).

2.5 Compostos químicos utilizados nas soluções conservantes

A longevidade de flores é definida como o tempo que as flores mantêm as propriedades decorativas, isto é, o tempo desde o corte até que surjam os sintomas visíveis de senescência. 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 (HALEVY & MAYAK, 1981). O grupo de componentes mais comuns usados em soluções conservantes são os carboidratos (principalmente a sacarose), germicidas e inibidores da produção ou da ação do etileno (íons de prata e outros) (DIAS-TAGLIACOZZO et al., 2003). Os reguladores vegetais, principalmente giberelina e citocinina, merecem destaque.

O uso de soluções conservantes para a manutenção da qualidade pós-colheita de *Heliconia angusta* pode triplicar o período de longevidade floral. Os tratamentos de manutenção mostraram-se mais eficientes do que os com solução de fortificação. De acordo com Castro (1993), como solução conservante para *H. angusta*, recomenda-se utilizar a combinação de 200 g L⁻¹ de sacarose, 0,2 g L⁻¹ de ácido cítrico, 0,3 g L⁻¹ de citrato de 8-hidroxiquinolina (8-HQC), 0,05 g L⁻¹ de nitrato de prata e 0,005 g L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃) em manutenção e para solução de fortificação, altera-se a concentração do ácido giberélico para 0,05 g L⁻¹.

2.5.1 Íon Prata

O íon prata tem sido utilizado com sucesso na inibição da produção ou da ação do etileno em flores cortadas, uma vez que este atua como inibidor competitivo da ligação entre o etileno e o seu receptor (ALTVORST & BOVY, 1995). O tratamento das flores com inibidores da síntese ou ação do etileno faz-se necessário em plantas sensíveis ao gás, pois previne a senescência típica das pétalas. Certos sais, como o nitrato de prata, podem impedir a ação prejudicial do etileno tanto endógeno como exógeno. O nitrato de prata também possui propriedades inibidoras do desenvolvimento de microorganismos, que causam a oclusão dos vasos condutores, limitando a absorção de soluções (GONZAGA et al., 2001).

Quanto ao bloqueio microbiano dos vasos xilêmicos, Paulin (1997) expõe que, para assegurar a livre circulação de líquido e manter um balanço hídrico adequado, a solução mais factível parece ser evitar os tamponamentos dos vasos do xilema. Para isso, os pesquisadores têm buscado tratamentos que possam ser aplicados na água. Entre os agentes bactericidas mais usados estão sais de prata (Nitrato de Prata, Acetato de Prata e Tiosulfato de Prata - STS), Hipoclorito de Cálcio, Hipoclorito de Na, Thiabendazole (TIBA), 8-Hidroxiquinolina (8-HQC), Cloranfenicol e outros.

Solução de fortificação com STS ou Crysál® antes do transporte estendeu a vida de vaso por 2 dias, em comparação com flores não tratadas. A vida de vaso também foi prolongada pelo pré-resfriamento e transporte a baixas temperaturas. Já a solução de conservação contendo 3% de sacarose, 150 mg L⁻¹ de sulfato de 8-hidroxiquinolina e 50 mg L⁻¹ de STS aumentou a vida de vaso por 10 dias, além de melhorar a qualidade das flores após o transporte por até 72h (JONGSUK et al., 1996).

Ohkawa et al. (1999) analisando o efeito dos compostos de prata STS e AgNO₃ sobre a conservação pós-colheita de rosas cv. Asami Red, observaram aumento da vida de vaso e redução da incidência *benk neck* (anelamento e tombamento). A longevidade de girassol foi afetada por sacarose a 4%, que aumentou em até cinco dias a vida de vaso das inflorescências em relação à testemunha. O nitrato de prata associado à sacarose não influenciou na longevidade de girassol (GONZAGA et al., 2001).

2.5.2 Cobalto

Inibidores da síntese ou da ação de hormônios são valiosos para o estudo das rotas biossintéticas e dos papéis fisiológicos de tais substâncias. Dentre os inibidores da síntese do etileno, se destaca, o aminoetoxi-vinil-glicina (AVG), o ácido aminoxiacético (AOA) bloqueiam a conversão do AdoMet a ACC e o cobalto. O íon cobalto é um inibidor da rota de síntese do etileno, bloqueando a conversão do ACC em etileno realizada pela ACC oxidase, a última etapa na biossíntese do etileno (TAIZ & ZEIGER, 2004).

O prolongamento da vida útil das flores de corte em resposta ao cobalto foi relacionado com o aumento da absorção de água pela flor cortada, com a melhora no balanço da água durante a abertura, com o retardamento na perda do peso da matéria fresca e com a prevenção do *bent neck*. Além disso, o cobalto é um inibidor da síntese de etileno (LAU & YANG, 1976). O nitrato de cobalto impediu a ocorrência do *bent neck* em rosas, provavelmente por aumentar a absorção de água pelas hastes (MURR et al., 1979). Provavelmente pelo maior tempo de vida útil dos vasos condutores das hastes florais.

Rosas cv. Samantha também exibiram maior vida útil quando induzidas à abertura em soluções contendo íons de cobalto (VENKATARAYAPPA et al., 1980). No entanto, o cloreto de cobalto não apresentou efeitos favoráveis sob condições experimentais no prolongamento da longevidade, durabilidade comercial e máxima qualidade de inflorescência de *Heliconia hirsuta*, *H. aurea*, *H. stricta* e *H. laneana* var. *laneana* (CASTRO, 1993).

2.5.3 Reguladores Vegetais

O uso de reguladores vegetais para prolongar o período de armazenamento pós-colheita de espécies vegetais, tem se intensificado. Já foi constatado que a aplicação exógena de reguladores vegetais, como giberelinas ou citocininas, interfere na senescência de folhas. Isso pode ser claramente observado em lírio, quando a aplicação do ácido giberélico e benziladenina em folhas isoladas retardou significativamente o amarelecimento e reduziu a taxa respiratória das folhas (FRANCO & HAN, 1997).

2.5.3.1 Giberelina

As giberelinas vêm sendo amplamente utilizadas em pós-colheita de produtos hortícolas por sua ação, quando aplicadas exogenamente, retardando a coloração em frutos e folhas de algumas espécies, apesar de não ter sido encontrada correlação entre mudança de coloração e conteúdo endógeno de giberelinas (DAVIS, 1995).

Hastes cortadas de solidago e crisântemos 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).

A aplicação de ácido giberélico em solução conservante também pode retardar o amarelecimento de folhas de lírio, porém, não influencia a longevidade das flores (MELLO et al., 2001). A aplicação de 20 mg L⁻¹ de ácido giberélico por 24h em rosas aumenta, indiretamente, a vida de vaso das flores, por meio da diminuição do desenvolvimento de *Botrytis cinerea* nas pétalas (SHAUL et al., 1995). O uso de ácido giberélico pode prolongar a longevidade de crisântemo, incrementando, assim, sua vida de vaso (D'HONT et al., 1991).

A aplicação foliar de 100 mg L⁻¹ de ácido giberélico, além de aumentar a massa das hastes, diâmetro do disco floral e das inflorescências, pode aumentar também a vida de vaso de 12 cultivares de crisântemo (DEHALE et al., 1993). Esse efeito foi observado em crisântemo 'Gompie-chá', no qual a aplicação de 100 mg L⁻¹, em plantas cultivadas em estufa, prolongou a vida de vaso em 16 dias, em comparação às não tratadas (FREITAS et al., 2001). A indução da absorção de uma solução por meio da exposição das hastes à temperatura elevada com baixas doses (10 e 20 mg L⁻¹) de ácido giberélico, também tem causado aumento da durabilidade do crisântemo 'Reagam' em 2,2 dias (LASCHI et al., 1999).

A atividade benéfica do ácido giberélico (GA₃) na pós-colheita do crisântemo foi observada por D'Hont et al. (1991) no qual esse regulador vegetal teve ação retardante na senescência e no amarelecimento das folhas, quando aplicado em solução à dosagem de 150 e 200 mg L⁻¹. Por outro lado, Brackmann et al. (2005) encontraram que a

aplicação de ácido giberélico em solução conservante pós-colheita acelerou a senescência das flores e folhas das cultivares de crisântemo avaliadas.

2.5.3.2 Citocinina

Muitos efeitos são atribuídos às citocininas no prolongamento da longevidade das flores colhidas. MacLean & Dedolph (1962) sugerem que a citocinina retarda a senescência de flores, em função da redução da taxa respiratória. Estudos com plantas tropicais mostraram que a resposta à citocinina varia muito em folhagem e que esta variação de resposta na longevidade das hastes florais depende da espécie, da época do ano em que ocorre a colheita e da cultivar (PAULL & CHANTRACHIT, 2001).

Soluções à base de citocinina têm sido aspergidas diretamente sob a parte aérea, para estender a vida de prateleira de plantas envasadas, pois este regulador promove a maturação de cloroplastos e retarda a senescência de folhas destacadas (GEORGE, 1993), sendo usada na conservação pós-colheita de flores e plantas envasadas, preservando-se assim, a qualidade e vigor foliar.

A citocinina benziladenina (BA), aplicada na forma de imersão ou *spray* (100 mg L⁻¹ de BA) aumentou a vida pós-colheita de antúrio (*Anthurium andreanum*), helicônia (*Heliconia psittacorum* cv. 'Andromeda', *H. chartacea* cv. 'Sexy Pink') e inflorescências vermelha e *pink* de *Alpinia purpurata* (PAULL & CHANTRACHIT, 2001). BA e metanol aumentaram a vida pós-colheita de flores de crisântemo, mantendo a coloração das folhas e flores e retardando a senescência (PETRIDOU et al., 2001).

A vida de vaso e de prateleira de minicrisântemos da variedade Rage foram prolongadas com a aplicação de 0,5 mM de 6-benzilaminopurina (6-BA), atrasando o descarte em 11 dias, o que correspondeu a um aumento em mais de 50% na vida de vaso, igualando-a às variedades Summer Time e Davis (BARBOSA et al., 2006). Esses resultados suportam o trabalho realizado por Musgrave (1994), o qual sugere que as citocininas funcionam como captadoras de radicais livres e mantêm esta atividade em alta, o que resulta na inibição da senescência. Chaitanya & Naithani (1988) argumentam que a citocinina inibe e/ou reduz danos à membrana por suprimir o estresse oxidativo via aumento da superóxido dismutase, a qual poderia reduzir a peroxidação dos lipídios.

A aspersão de 200 mg L⁻¹ de 6-BA às hastes de alpinia associado à solução de 1% de sacarose e ácido cítrico, aumentou a longevidade comercial e total em aproximadamente 10 dias. Em hastes que receberam somente aspersão de 6-BA, o aumento da longevidade comercial foi de aproximadamente 8 dias e a total de 6 dias em relação à testemunha (DIAS-TAGLIACCOZZO, 2003).

2.6 Avaliação da vida pós-colheita das flores de corte

Para avaliar a vida pós-colheita de flores e inflorescências, em geral se utiliza análises visuais, físicas e bioquímicas. As análises visuais em geral são baseadas numa escala de notas, onde se estabelecem critérios que são observados ao longo do experimento. As análises físicas da conservação de hastes florais consistem da pesagem da massa de matéria fresca diariamente ou em dias alternados, quando o armazenamento é úmido é possível quantificar o volume de solução absorvido pelas hastes ao longo dos dias, aferição de pH de solução conservante, entre outros. As análises bioquímicas, em geral, se estuda marcadores bioquímicos de senescência, dentre esses, podemos destacar: carboidratos; compostos fenólicos; enzima: peroxidase - POD; poifenoloxidase - PFO; poliaminas: putrescina - PUT; espermina - SPM; espermidina – SPD.

2.7 Aspectos Bioquímicos da pós-colheita das flores de corte

O processo de senescência em células vegetais é provocado por uma série de mudanças fisiológicas e bioquímicas, como o aumento da atividade das enzimas, degradação do amido e da clorofila, modificações nas membranas, aumento do processo respiratório e da produção de etileno, perda da permeabilidade da parede celular e redução do peso da matéria fresca provocada pela perda de água (MAYAK, 1987).

2.7.1 Açúcares Totais e Redutores

As flores em geral são classificadas como produtos altamente perecíveis, pela natureza efêmera dos diferentes tecidos que as formam, pela alta atividade respiratória e normalmente, pelo reduzido conteúdo de carboidratos de reserva. Assim, práticas adequadas de pós-colheita e o tratamento com soluções de condicionamento ou de fortificação imediatamente após a colheita, contendo carboidratos ou inibidores da ação do etileno podem aumentar a vida de vaso de diversas flores (NOWAK & RUDNICKI, 1990).

O condicionamento das flores ou folhas ornamentais de corte pode ser definido como o tratamento utilizado nas primeiras 24 horas após a colheita, quando elas são saturadas com soluções contendo substâncias químicas, como as já citadas (ICHIMURA & HIRAYA, 1999). A adição de carboidratos, especialmente a sacarose, tanto em solução de condicionamento como em solução de vaso, é eficaz no aumento da longevidade de diversas espécies de flores de corte, como observado em flores de ervilha por Ichimura & Hiraya (1999).

As soluções de manutenção, também conhecidas como soluções de vaso, contribuem para aumentar a longevidade e a qualidade das flores cortadas, podendo ser utilizadas substâncias, isoladamente ou em conjunto (MATTIUZ et al., 2005). O uso de sacarose em solução na forma de condicionamento prolonga a longevidade das flores de *Gypsophila paniculata* e *Strelitzia reginae* (DOWS et al., 1988; DOORN E REID, 1992; FINGER et al., 1999), porém o efeito de soluções de sacarose, tanto na forma de condicionamento como na forma de solução em vaso, pode variar consideravelmente entre as espécies.

Carneiro et al. (2002) em trabalho pós-colheita com *Zinnia elegans*, observaram que o corte periódico da base das hastes promoveu melhor suprimento de água às flores, estendendo a longevidade. O condicionamento das flores com 10% de sacarose por 18 ou 24 horas, acelerou a senescência das flores em vaso. Os autores relatam também que a taxa de produção de etileno foi inibida pelo aumento da concentração de sacarose na solução de condicionamento.

Em várias espécies, a sacarose tem sido eficiente em prolongar a vida de vaso e promover a abertura de botões imaturos, propiciando colheita antecipada e maior vida de vaso da flor cortada. Em flores de *Strelitzia reginae* e *Anthirrhinum majus* a

aplicação de sacarose, além de estender a vida de vaso, promoveu a abertura de floretes (FINGER et al., 1999; ICHIMURA & HISAMATSU, 1999).

As flores tratadas com soluções de sacarose têm maior vida de vaso e uma floração mais prolongada, quando comparadas com flores conservadas somente em água. No caso do crisântemo, a longevidade aumenta em até duas vezes. Além disso, a adição de açúcar permite que as flores se desenvolvam completamente, o que nem sempre acontece quando se coloca somente água. Aparentemente, uma maior sobrevivência pode ser associada com o peso da matéria fresca constante por mais tempo (PAULIN et al., 1978).

Hastes de sorvetão, após passarem pelo processo de limpeza e uniformização, foram submetidas à solução de fortalecimento com sacarose nas concentrações de 10%, 15% e 30% por duas horas à temperatura ambiente (25⁰C). Em seguida as hastes foram transferidas para recipientes com água a pH 3,25. Ao final do experimento, observou-se que a solução de fortalecimento na concentração de 10% foi mais eficiente na manutenção da vida pós-colheita, pois as hastes permaneceram com potencial comercial por 9 dias, 2 a mais que as hastes mantidas em água pura (CAVALCANTE et al., 2005).

Barbosa et al. (2006) observaram que inflorescências de lírio colhidas no estágio jovem apresentaram maior diâmetro quando pré-tratadas com STS; todavia, este tratamento comprometeu a abertura dos botões e a qualidade das mesmas, enquanto que a sacarose possibilitou a abertura dos botões colhidos jovens e aumentou da vida útil das inflorescências. Os autores concluíram que a adição de sacarose, na concentração de 5% permitiu a colheita de inflorescências de lírio em estágio mais jovem, obtendo-se maior vida de vaso durante a vida pós-colheita.

Bellé et al. (2004) estudando a abertura de inflorescências e a vida de vaso de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev. 'Bronze Repin') colhido precocemente, as hastes foram armazenadas a baixas temperaturas e foram submetidas a solução de fortificação com diferentes substâncias contendo sacarose. Os autores observaram que não foi possível uma abertura perfeita da inflorescência. A grande vantagem, no entanto, foi prolongar a vida das inflorescências com a possibilidade de colocá-las no mercado, uma vez que os defeitos observados não inviabilizariam a comercialização das hastes.

A senescência e o murchamento das flores ou inflorescências de corte podem estar associados à redução da absorção de água pelas hastes. As obstruções dos vasos xilemáticos são de natureza fisiológica e ocorrem por embolia ou presença de microrganismos, especialmente bactérias que se multiplicam na parte basal das hastes (SACALIS, 1993; WILLIAMSON & MILBURN, 1995). Campanha et al. (1997) observaram que cortes periódicos da base das hastes de *Strelitzia reginae* resultam em maior absorção de água, hidratação das sépalas e prolongam a vida em vaso das inflorescências.

A utilização de solução de fortificação com 5, 10, 14, 20% de sacarose por 30, 60, 90 e 120 minutos não influenciou a longevidade final das inflorescências de esporinha (*Consolida ajacis* Nieuwl). No entanto, quando foi associado com tiosulfato de prata nas concentrações 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1,0 mM, combinados ou não com sacarose a 5% por 30 minutos, elevou-se entre 1,49 a 1,99 vezes a vida das inflorescências e reduziu-se em 2,14 a 3,98 vezes a abscisão das flores (CARNEIRO et al., 2003).

Tecidos vegetais de rosas apresentaram quantidades diferenciadas de açúcares solúveis (fonte imediata de energia e substrato respiratório). As flores, normalmente funcionam nas plantas como drenos, onde há maior necessidade de açúcares para a manutenção do metabolismo. Durante a pós-colheita essa necessidade tende a aumentar, já que ocorre a manutenção das folhas e essas funcionam como fonte, ou seja, transformam principalmente o amido em moléculas menores, açúcares solúveis, que são translocados para as flores e, provavelmente, como observado por Laschi (2000), para a região do pescoço (drenos).

O acúmulo de glicose deve-se ao fato de, ao ser retirada da planta, a flor comporta-se como um dreno, ocorrendo translocação das folhas para os tecidos das pétalas. Esse transporte ocorre em forma de sacarose (açúcar de transporte) para, ao atingir as flores, formar glicose (TAIZ & ZEIGER, 1998). As folhas funcionam como fonte, onde o carboidrato de reserva (principalmente amido) se transforma em açúcares solúveis (glicose e frutose), sendo desta forma transportado para o caule. O conteúdo de amido nas folhas é reduzido por hidrólise, liberando açúcares solúveis (glicose e frutose) e assim aumentando a concentração desses.

2.7.2 Peroxidase - POD

Maturação e senescência geralmente ocorrem após a parada do crescimento e incluem uma série de processos de desorganização celular (Gaspar et al., 1982). Associado com a desintegração da membrana celular e a hidrólise dos polissacarídeos da parede celular, há aumento da respiração (MATILE & WINKENBACH, 1971). A senescência pode corresponder a um estado de oxidação dos tecidos, que pode acontecer na forma de acúmulo de peróxidos (BRENNAN & FRENKEL, 1977; MAYAK & HALEVY, 1980) ou do aumento na atividade de lipoxigenases, resultando em lipídeos hidroperóxidos. Esse aumento de peróxidos e radicais livres está aparentemente relacionado com o aumento na atividade da peroxidase durante a senescência (BREDEMEIJER, 1973; MISHRA et al., 1976).

As peroxidases estão implicadas em vários processos bioquímicos e fisiológicos. As PODs são hemoproteínas que na presença de H_2O_2 , catalizam a oxidação de substratos como fenóis, aminas e certos compostos heterocíclicos como ácido ascórbico (DILLEY, 1970). Sua presença em vegetais tem sido relacionada à biogênese do etileno (MATTO & MODI, 1969; CLEMENTE & PASTORE, 1998), balanço hormonal (GORTNEN & KENT, 1988; CLEMENTE & PASTORE, 1998), integridade da membrana e controle respiratório (DILLEY, 1970), degradação da clorofila e senescência das plantas (WALKER, 1964; CLEMENTE & PASTORE, 1998). Trata-se portanto de um importante fator no controle da maturação e senescência. Sua atividade parece aumentar durante a maturação de diversos frutos (MATTOO & MODY, 1969).

Assim, pode-se afirmar que a peroxidase está relacionada com o climatério respiratório. No último passo da biossíntese de etileno, isto é, com a transformação de ácido 1 aminociclopropano-1-ácido carboxílico (ACC), há hipóteses de que algumas peroxidases e lipoxidases sejam responsáveis pela catálise (MACHAKKOVA & ZMRHAL, 1981; ROHWER & MADER, 1981). Estudos fisiológicos mostram paralelismo entre estas enzimas e a produção de etileno pelos vegetais (SIEGEL, 1993).

Araújo (1995) relata que a peroxidase é uma enzima importante sob os pontos de vista nutricional, de coloração e de “flavor”. O escurecimento do tegumento tem sido atribuído também à presença de compostos fenólicos e, nos últimos anos, as pesquisas intensificaram-se a respeito do papel que esses compostos podem ter em leguminosas e especialmente no feijão. Esses compostos ocorrem naturalmente nas

sementes de cereais e leguminosas e, se presentes em grandes quantidades, podem diminuir a biodisponibilidade de proteínas minerais (IADEROZA et al., 1989).

2.7.3 Fenóis e Polifenoloxidase (POF)

A oxidação enzimática de compostos fenólicos pela peroxidase e polifenoloxidase resulta, reconhecidamente, no escurecimento de tecidos vegetais (WHITEHEAD & SWARDT, 1982). Há uma classe de enzimas que catalizam a oxidação de mono e difenóis para quinonas, conhecidas como polifenoloxidases, fenolases, tirosinases, catecolases e cresolases. Essas enzimas estão envolvidas na formação de materiais poliméricos coloridos, que provocam reações que podem ser chamadas de “escurecimento enzimático” ou “melanização”.

O escurecimento de tecidos tem sido atribuído à presença de compostos fenólicos e, nos últimos anos, as pesquisas têm se intensificado. 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 concentração de compostos fenólicos diminui durante a maturação e permanece baixa até a colheita. A atividade de polifenoloxidase segue um padrão similar àquele dos fenóis durante o amadurecimento. O escurecimento geralmente é correlacionado com a atividade dos fenóis. Fenóis e PFO são, geralmente, responsáveis pelas reações de escurecimento enzimático. As reações produzem cor, flavor, e valor nutritivo não desejado e o grau de escurecimento nos diferentes tecidos vegetais varia de acordo com os conteúdos de compostos fenólicos e atividade da polifenoloxidase (LEE et al., 1990).

As PFO podem estar localizadas no cloroplasto, onde estão associadas com a membrana interna do tilacóide. Podem também ser encontradas no citosol e em vesículas entre o plasmalema e a parede celular (OBUKOWICZ & KENNEDY, 1981). Muitos fenólicos estão presentes principalmente nos vacúolos, mas são

sintetizados no citosol (VAMOS-VIAGYÁZÓ, 1981) e podem às vezes, serem depositados na parede celular.

Danos nas membranas de organelas tais como vacúolos, fazem com que os fenóis entrem em contato com as polifenoloxidasas (LEJA et al., 2003) promovendo sua atividade. Muitas células podem reagir aos danos celulares e depositar compostos fenólicos na parede celular, os quais poderiam então reagir com as polifenoloxidasas presentes no apoplasto.

O escurecimento interno dos está diretamente relacionado com conteúdo de fenóis e com a atividade da polifenoloxidase (LUCHSINGER et al., 1996). Esses distúrbios decorrem da exposição dos vegetais a baixas temperaturas, conhecido como danos por frio, apresentando sintomas como a presença de pigmentação escura. Esses danos ocasionados por frio não se manifestam durante ou imediatamente após a saída do armazenamento refrigerado, mas os sintomas são evidenciados no período de amadurecimento ou comercialização, normalmente após um a dois dias em temperatura de 15 a 20°C (LUCHSINGER et al., 1996).

Atualmente têm-se estudado os mecanismos bioquímicos e fisiológicos responsáveis pelo processo de aparecimento de danos por frio, relacionando a atividade da polifenoloxidase e o teor de compostos fenólicos com o aparecimento e desenvolvimento do escurecimento interno da polpa dos frutos (BRADY, 1993; CANTILLANO, 1998). A incidência do escurecimento interno depende de fatores como época de colheita, condições de armazenagem, cultivares e práticas culturais, como irrigação e manejo do solo (CRISOSTO et al., 1997). O potencial dessas fisiopatias depende da quantidade de compostos fenólicos e do nível de atividade da enzima PFO, a qual catalisa o escurecimento enzimático na polpa das frutas (SIDDIQ et al., 1992).

2.7.4 Poliaminas - PA`s

As poliaminas (putrescina - Put, espermidina - Spd e espermina - Spm), classificadas como reguladores vegetais, estão relacionadas com diversas respostas fisiológicas, como a senescência e o estresse. Nos vegetais, a diamina putrescina é sintetizada a partir de arginina e ornitina. A putrescina é convertida à espermidina e à

espermina por sucessivas transferências de 1 ou 2 grupos aminopropil via SAM (S-adenosil metionina) (LIMA et al., 1999).

As PA's, exceto putrescina, podem estar envolvidas em diversos processos, incluindo a regulação da duplicação do DNA, transcrição de genes, divisão celular, desenvolvimento de órgãos, senescência, amadurecimento de frutos, senescência foliar e respostas a mudanças ambientais, confere respostas positivas em relação a permeabilidade das membranas (BOUCHEREAU et al., 1999).

As poliaminas (Put, Spd e Spm) ocorrem amplamente no reino vegetal. Os mecanismos de biossíntese e catabolismo destas amins são conhecidos, enquanto muito pouco se sabe sobre seu papel fisiológico nas plantas. Segundo Kumar et al., (1997), as PA's formam uma classe de amins alifáticas que estão presentes em todos os organismos vivos e provavelmente envolvidos em grande número de processos biológicos, incluindo crescimento e desenvolvimento vegetal.

As PA's são moléculas carregadas positivamente em pH fisiológico e o primeiro passo na biossíntese de poliaminas nas plantas superiores e bactérias é a descarboxilação da ornitina ou da arginina, em reações catalisadas pelas enzimas ornitina descarboxilase (ODE; EC 4.1.1.17) e arginina descarboxilase (ADC; 4.1.1.19). A espermina e a espermidina são sintetizadas a partir da putrescina pelas subseqüentes adições de grupos aminopropílicos doados pela S-adenosilmetionina (SAM) descarboxilase. Tais adições são catalisadas por aminopropil-transferases específicas denominadas espermidina sintase e espermina sintase (BOUCHEREAU et al., 1999).

Há evidências de que as poliaminas naturais estabilizam a membrana e retardam a senescência (SMITH, 1985). S-adenosilmetionina (SAM) também pode ser transformada sucessivamente em ácido aminopropil-carboxílico e etileno (SLOCUM et al., 1984), pelo fato das poliaminas e do etileno e competirem pelo mesmo precursor, ou seja, S-adenosilmetionina. Essa substância pode se constituir na chave metabólica para a regulação da senescência.

As poliaminas podem prevenir mudanças associadas à senescência, ligadas ao incremento da produção de etileno (SUTTLE, 1981).

O etileno é o hormônio vegetal, que provoca atraso no alongamento e promoção da senescência (BURG, 1968), enquanto as poliaminas atrasam a senescência em folhas destacadas e protoplastos (SMITH, 1985). As poliaminas inibem também a

biossíntese de etileno em diversos tecidos vegetais (APELBAUM et al., 1981). Assim, um balanço entre esses dois reguladores vegetais é essencial para acelerar ou retardar a senescência (PANDEY et al., 2000).

Apesar de compartilharem um precursor comum – SAM, a função metabólica do etileno e das poliaminas são diferentes. Geralmente, as poliaminas aparecem em baixas concentrações em tecidos senescentes e altas em verdes, o contrário do que é geralmente observado para o etileno e peroxidases (LIMA, 1994). Este declínio poderia ser a causa da iniciação ou aceleração da produção de etileno via ACC sintase e/ou o aumento da sensibilidade dos tecidos pela adição do etileno. É possível que as poliaminas (provavelmente em conjugação com outros reguladores vegetais) sejam requeridas para expressão do gene ACC-sintase e dessa forma para a inibição do etileno (YAHIA et al, 2001).

Upfold & Van Staden (1991), em estudos com cravo, observaram que tanto putrescina como espermina foram efetivas em atrasar a senescência. Maiores teores de putrescina endógena foram detectados em flores abertas se comparadas com botões, e isto poderia explicar o efeito negativo obtido quando as poliaminas foram aplicadas nas flores abertas.

As poliaminas estabilizam complexos moleculares em membranas (BESFORD, et al., 1993) e reduzem danos nas membranas provocados pelas lipoxigenases (TIBÚRCIO et al., 1990). O papel das poliaminas endógenas e o benefício das exógenas, em diversos vegetais é possivelmente, o de retardar a senescência, como relatado por diversos autores (LESTER, 2000; BOUCHEREAU et al., 1999).

Nos últimos anos, as PA's têm sido mostradas como apresentarem importante papel na regulação de processos metabólicos (VALERO et al., 2002), desde participar de processos organogênicos, como proteção contra estresse. As poliaminas podem ocorrer nas suas formas livres e ligadas. Nas suas formas livres têm sido relacionadas como agentes anti-senescentes, por atrasar a produção de etileno e o aumento da respiração (VALERO et al., 1999). Nas formas ligadas, parecem agir como reservas de poliaminas, que podem ser liberadas durante o crescimento ou serem transportadas para locais de necessidade (MARTIN-TANGUY, 1997).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Inflorescências de sorvetão (*Zingiber spectabile* Griff.) foram obtidas da fazenda Flora do Vale no município de Petrolina/PE, latitude 9° 39' 32'' e longitude 40° 50' 57'' e altitude 1182 m. A região do Submédio São Francisco é caracterizada por apresentar clima do tipo Bsw^h, segundo a classificação de Köppen, correspondente a uma região climaticamente semi-árida (REDDY & AMORIM NETO, 1983). De acordo com a classificação de Gaussen o clima é do tipo 4aTh – tropical quente de seca acentuada, com índice xerotérmico entre 150 e 200 e um período entre sete e oito meses secos (JACOMINE et al. 1976). As chuvas são mal distribuídas, sendo que o período chuvoso vai de novembro a março, com maior intensidade nos meses de janeiro a março; e o período seco vai de abril a outubro com uma precipitação média anual entre 400 e 500 mm.

A área de cultivo apresenta solo classificado como Neosolo Fluvico. Os tratos culturais realizados pelo produtor foram acompanhadas durante seis meses, os quais antecederam a época da colheita das inflorescências de sorvetão, sendo que quinze dias antes da colheita foi realizada coleta e análise de solo da área de cultivo das plantas de sorvetão.

A colheita foi realizada por volta das seis horas da manhã. Para o processo de colheita foram utilizadas tesouras com lâminas afiadas, o corte foi realizado na parte basal das hastes florais (conjunto inflorescências de sorvetão com aproximadamente 20 cm de comprimento e haste de 40 cm), as quais foram colhidas com brácteas túrgidas, apresentando brilho, firmeza e coloração característica. Ainda no campo, as hastes foram hidratadas, divididas e amarradas em feixes de 10 unidades, envoltas em papel seco e colocadas em posição vertical em caixas plásticas para o transporte até o Laboratório de Pós-Colheita da Universidade Estadual da Bahia – UNEB, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - DTCS, *Campus* III em Juazeiro/BA, onde receberam os tratamentos.

O experimento foi conduzido na UNEB/ DTCS, e na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, *Campus* de Botucatu. Na UNEB foram realizadas as análises visuais, quantificados o consumo de solução conservante, pH de solução conservante e determinada a massa de matéria fresca das hastes florais de sorvetão e na UNESP foram realizadas as análises bioquímicas.

No laboratório, as hastes florais foram selecionadas conforme o tamanho das inflorescências (20 cm) e a qualidade das brácteas. Foram lavadas em água corrente com bucha macia e sabão neutro retiradas flores presentes dentro das brácteas e resíduos florais. Em seguida foi realizado novo corte da base da haste em bisel e, então, padronizados o comprimento das hastes entre 35 e 40 cm. Após a seleção, as inflorescências atípicas ou que não atenderam os padrões médios de qualidade, conforme escala de notas, foram descartadas.

Feita a limpeza e a padronização, as bases das hastes foram imersas em água destilada durante 1 hora, com o objetivo de se diminuir o calor de campo e restaurar a turgescência (Castro, 1983,1984). Em seguida as hastes florais foram transferidas para garrafas PET de 2,5 L, adaptadas com tampa de isopor, contendo 1 L de solução referente aos respectivos tratamentos (Tabela 1), distribuídas ao acaso em bancada de 70 cm de altura e acondicionadas em sala climatizada no Laboratório de Pós-Colheita, com a temperatura interna de 17 ± 2 °C e umidade em torno de 70%, registradas em termohigrômetro (Figura 1) conforme recomendação de Dias-Tagliacozzo & Castro (2005).

Tabela 1. Tratamentos utilizados na conservação pós-colheita de sorvetão (*Zingiber spectabile* Griff).

T1	Água destilada (TESTEMUNHA)
T2	75 mg L ⁻¹ Nitrato de prata (AgNO ₃)
T3	1000 mg L ⁻¹ de Cloreto de cobalto (CoCl ₂)
T4	5 mg L ⁻¹ de Giberelina (GA ₃): Produto comercial Progibb®
T5	10 mg L ⁻¹ de 6-Benzilaminopurina (BAP)

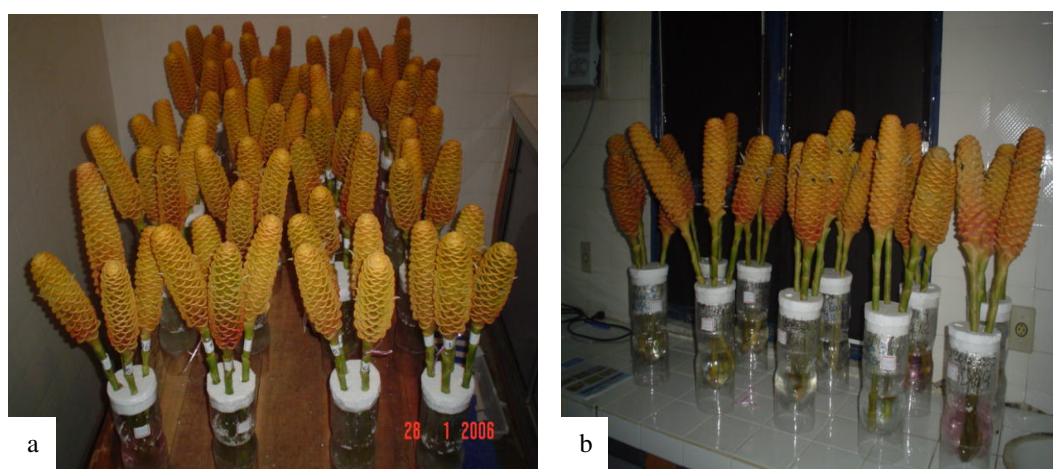


Figura 1. Visão geral do experimento com hastes florais de sorvetão (*Zingiber spectabile* Griff), (a): inflorescências destinadas às análises visuais, (b): inflorescências destinadas às análises bioquímicas, submetidas aos diversos tratamentos e em ambiente climatizado.

O experimento teve duração de 15 dias e durante esse período foram realizadas avaliações não destrutivas (análises visuais: abertura floral, posição do eixo, brácteas apicais, coloração e brilho das brácteas, queda de flores, ocorrência de manchas, longevidade total, durabilidade comercial e máxima qualidade) e destrutivas (análises bioquímicas: atividades da peroxidase e da polifenoloxidase. Teores de açúcares totais e redutores, fenóis e poliaminas livres - putrescina, espermina e espermidina).

Para as análises visuais, foram utilizadas 80 inflorescências de sorvetão (Figura 1a), distribuídas em 5 tratamentos com 4 repetições e 4 inflorescências por repetição. A qualidade das hastes foi avaliada diariamente por pessoas treinadas e foram atribuídas notas.

Paralelamente, 60 hastes florais foram distribuídas em 5 tratamentos semelhantes (Figura 2b), com 4 repetições e 3 inflorescências por repetição. Na ocasião da chegada das inflorescências no laboratório, três inflorescências, foram utilizadas para as análises bioquímicas e as demais foram mantidas nas mesmas condições para se efetuar mais 4 coletas (a cada 3 dias foi realizada uma coleta e em cada coleta foram utilizadas 15 inflorescências, respectivamente 3 por tratamento). As últimas 15 inflorescências de sorvetão que foram utilizadas para as análises bioquímicas (coleta 05 - resultando no total de 75 hastes florais) foram provenientes das inflorescências usadas para as análises visuais, considerando o último dia de avaliação visual - descarte (finalização do experimento).

O delineamento experimental usado para as análises visuais foi inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 4 repetições, utilizando 4 inflorescências por repetição (parcela). Para as análises bioquímicas, a experimentação foi também inteiramente casualizada, com 5 tratamentos e 4 repetições, utilizando 3 inflorescências por repetição (parcela). O software utilizado foi SigmaStat 2.0 e o teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade foi aplicado quando o teste F apresentou significância.

3.1 Análises Visuais (Não Destrutivas)

Nas análises visuais avaliaram-se abertura floral, posição do eixo, coloração e brilho das brácteas, queda de flores, ocorrência de manchas, longevidade total, durabilidade comercial e máxima qualidade, a partir de uma escala de notas, baseado em Dias-Tagliacozzo & Castro (2005) e Cavalcante et al. (2005), com algumas modificações (Tabela 2).

Tabela 2. Escala de notas para análises visuais da longevidade de hastes florais de sorvetão (*Zingiber spectabile* Griff).

NOTA 4	Haste e inflorescência túrgidas, brácteas com brilho e coloração característica (brilho e cor).
NOTA 3	Início de amarelecimento e/ou murcha das bordas das hastes e brácteas.
NOTA 2	Rachaduras nas brácteas evidenciadas pela perda de brilho e turgescência da inflorescência e da haste.
NOTA 1	Perda da turgescência das brácteas e hastes, inclinação da base da inflorescência.
NOTA 0	DESCARTE: Brácteas moles e rachaduras em toda a inflorescência e haste.

3.2 Análises Físicas

3.2.1 Massa de matéria fresca das hastes

Todas as hastes foram pesadas em dias alternados, até o descarte, a fim de se avaliar o consumo de reservas e água durante o armazenamento (Figura 3).



Figura 2. Determinação da massa da matéria fresca de haste floral de sorvetão (*Zingiber spectabile* Griff).

3.2.2 Volume de solução conservante

Inicialmente foram colocados 1000 ml de água destilada ou solução conservante em garrafas PET de 2,5 L, de acordo com cada tratamento aplicado. O volume de solução conservante foi obtido medindo-se em dias alternados a quantidade de água ou solução conservante absorvida pelas hastes florais, através do volume restante do recipiente.

3.2.3 pH da solução conservante

O pH das soluções conservante e o da água destilada, foi aferido com um potenciômetro de bancada antes e depois da imersão da base das inflorescências.

3.3 Análises Bioquímicas (Destrutivas)

Porções transversais mediana de tecidos das inflorescências de sorvetão foram utilizadas como amostras para as análises de atividade enzimáticas e poliaminas (Figura 4). Após cortadas, as amostras foram embaladas, etiquetadas, congeladas em nitrogênio líquido e mantidas em ultra freezer (-80°C) até o momento de seu transporte, em gelo seco, via aérea, para Botucatu - SP. Para as análises de fenóis totais e carboidratos, as amostras de tecidos das inflorescências foram secas em estufa de circulação forçada de ar (70°C) até peso constante, em seguida, trituradas, embaladas, etiquetadas e também enviada para a UNESP/Botucatu.



Figura 3. Coleta de amostras de inflorescência de sorvetão (*Zingiber spectabile* Griff) para análises bioquímicas.

3.3.1 Teor de açúcares redutores

Amostras de inflorescências de sorvetão foram secas em estufa de circulação forçada de ar até peso constante. Alíquotas foram homogeneizadas em água quente e centrifugadas por 10 minutos a $12.500 \times g$. O sobrenadante foi utilizado para análise do teor de açúcares redutores pelo método proposto por Somogyi, modificado por Nelson (1944).

Alíquotas de 1 mL foram utilizadas para a determinação do teor de açúcares redutores e os resultados comparados com a curva padrão de glicose.

Os resultados foram expressos em μg de glicose g matéria fresca⁻¹.

3.3.2 Teor de açúcares solúveis totais

Amostras obtidas de maneira semelhante às aquelas processadas para análise de açúcares redutores foram utilizadas para determinação do teor de açúcares totais solúveis pelo método proposto por Dubois et al. (1956).

Como padrão foi utilizada a glicose e os resultados foram expressos em porcentagem de açúcares solúveis totais.

3.3.3. Atividade da peroxidase - POD

Amostras de inflorescências de sorvetão foram pesadas e homogeneizadas (homogeneizador Pottern Elvehjem) em 5 mL de tampão fosfato de potássio 0,2 M pH 6,7 e centrifugadas a 12.500 g, por 10 minutos a 4 °C, obtendo-se dessa maneira o extrato bruto. O sobrenadante foi utilizado como fonte da enzima peroxidase pelo método proposto (Lima, 1994).

O sistema de reação continha 1,0 mL do extrato enzimático (extrato bruto), 0,5 mL de solução de H₂O₂ 30 %, 0,5 mL de solução de diclorofenol e aminoantipirina (163 mg de diclorofenol + 81,3 mg de aminoantipirina em 100 mL de H₂O).

Os tubos foram mantidos em banho Maria a 30 °C por 5 minutos, e a reação foi interrompida pela adição de 2 mL de etanol absoluto. Procedeu-se à leitura imediatamente, em espectrofotômetro a 505 nm.

A atividade específica da peroxidase foi expressa em μmol de H₂O₂ decomposto. $\text{minuto}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ massa fresca, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$A = \frac{L \cdot VT}{6,58 \cdot T}$$

onde:

A = atividade da peroxidase

L = leitura

VT = volume total de reação (2 mL)

T = tempo de reação (5 minutos)

6,58 = absortividade molar do composto colorido

3.3.4 Teor de fenóis totais

O teor de fenóis em tecido vegetal de sorvetão foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu (SINGLETON et al., 1965). A curva de referência foi preparada com ácido tânico. Para análise nas plantas, 1 mL de extrato metanólico foi

misturado com reagente de Folin-Ciocalteu e carbonato de sódio (75 g/L). A absorção foi lida após 30 minutos a 20 °C a 765 nm em espectrofotômetro UV-Vis.

3.3.5 Determinação da atividade da polifenoloxidase (PFO)

A extração das amostras seguiu metodologia descrita por Cano et al (1997), com modificações. As amostras de sorvetão foram maceradas e 10 g de amostra fresca foram homogenizadas em 10 mL de tampão fosfato 0,2 M, pH 7,0. Em seguida o material foi filtrado em papel whatman nº1 e centrifugado a 10.000 rpm, por 15 minutos a 4°C. O sobrenadante foi o extrato enzimático utilizado nas reações de determinação. A 0,3 mL do extrato enzimático adicionou-se 1,75 mL de tampão fosfato 0,1 M, pH 6,0 e 0,05 mL de catecol 0,1 M. Em seguida incubou-se essa mistura por 30 minutos em banho Maria a 30°C. A reação foi interrompida com a adição de 0,7 mL de ácido sulfúrico 5%. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 395 nm, expressando o resultado em $\Delta A_{395} \text{ min}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ mf}$.

3.3.6 Teor de poliaminas livres - PA's

O teor de poliaminas livres foi determinado de acordo com o método proposto por Flores & Galston (1982a), adaptado por Lima et al. (2000).

Amostras de inflorescências de sorvetão foram retiradas por meio de um furador, pesadas e homogeneizadas em HClO₄ 5% gelado (100 mg L⁻¹) e em PVP (polivinilpirrolidona) (1g PVP/2 g⁻¹ polpa), deixadas em banho de gelo por uma hora e centrifugadas por 12.500 g, durante 20 minutos. Alíquotas de 200 µL do sobrenadante foram adicionadas a 200 µL de carbonato de cálcio saturado e a 400 µL de cloreto de dansil (5 mg L⁻¹ de cetona) e deixadas por 16 horas no escuro à temperatura ambiente. Após esse período, foram adicionados à mistura 100 µL de prolina (100 mg L⁻¹), as quais ficaram em repouso por 30 minutos no escuro. A separação das poliaminas livres foi feita com 500 µL de benzeno, obtendo-se então o extrato dansilado, o qual foi aplicado em placas de sílica gel 60-G (Sigma-Aldrich) e cromatografadas (1 hora). O solvente utilizado foi clorofórmio-trietilamina (25:2 v/v). Toda separação foi acompanhada mediante luz UV.

Após aproximadamente uma hora, as placas foram secas e levadas para quantificação das poliaminas em V.D.S. (Vídeo Densitometer Scanner), através do programa Image Pro-IPW, no laboratório do Departamento de Física e Biofísica/IB/UNESP. Os padrões foram dancilados e cromatografados da mesma maneira descrita e os resultados expressos em nmoles de poliaminas (putrescina, espermidina e espermina).g matéria fresca⁻¹.

3.4 Análises Fitopatológicas

Foram realizadas, no final do experimento (ocasião de DESCARTE das inflorescências), análises fitopatológicas, no Laboratório de Fitopatologia da UNEB-DTCS.

O material coletado (inflorescência de sorvetão) com os sintomas de lesão do tecido interno (escurecimento dos tecidos internos) foi processado no prazo de 24 horas após a coleta, lavado abundantemente com água corrente e detergente neutro para retirar o excesso de microrganismos epifíticos. Em seguida, em câmara asséptica, o material foi imerso em álcool 70% por 1 minuto, em hipoclorito 3% por 4 minutos e novamente em álcool 70% por 30 segundos, para retirar o excesso de hipoclorito. Em seguida, lavado em água destilada estéril e após a assepsia, retirou-se pequenos fragmentos medindo aproximadamente 10 x 10 mm, os quais foram plaqueados em meio de batata, dextrose e ágar (BDA). As placas com os fragmentos foram incubadas à temperatura ambiente. A partir do terceiro dia de incubação, pequenos fragmentos de ágar com hifas dos fungos recém desenvolvidas foram transferidos para tubos de ensaios contendo meio BDA inclinado. Este procedimento foi realizado por oito dias consecutivos. Os isolados fúngicos que apresentaram estrutura reprodutiva foram armazenados para posterior avaliação e identificação. Para tanto foi feito o micro-cultivo e observados os aspectos macro e micro-morfológicos das estruturas vegetativas e reprodutivas. Os resultados foram comparados com base em literatura específica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análises Visuais

As hastes florais de sorvetão apresentam características favoráveis para a comercialização, são bem apreciadas, possuem morfologia ereta e de tamanho compatível para as operações de colheita, manuseio, embalagem e transporte. Além disso, apresentam boa resistência ao manejo pós-colheita, aspecto comprovado mediante avaliações visuais nas condições em que foi conduzido o presente experimento.

4.1.1 Escala de notas

As hastes florais de sorvetão permaneceram com sua base imersa em diferentes soluções conservantes em ambiente climatizado com temperatura de 17 ± 2 °C e umidade relativa em torno de 70%, durante 15 dias. No início do experimento, as hastes e as inflorescências apresentaram turgidez, firmeza, brilho e coloração característica, aspecto que refletia a colheita recentemente realizada, assim como a hidratação dos tecidos representada pela massa fresca individual de cada haste. Dessa

forma, após o processo de padronização, todas as inflorescências receberam nota máxima, conforme a escala de notas mostrada em material e métodos.

A Figura 4 mostra que inflorescências de sorvetão tratadas com nitrato de prata apresentaram boa longevidade, conforme critério obtido da escala de notas, porém, como o seu uso não vem sendo recomendado, devido a sua toxidez ao meio ambiente, esse tratamento não deve ser recomendado. Depois do nitrato de prata, conforme a escala de notas, o melhor tratamento foi aquele em que se utilizou o GA₃, dessa forma, para aumentar a vida de vaso de hastes florais de sorvetão, seria viável o uso da solução de conservação a base desse regulador vegetal.

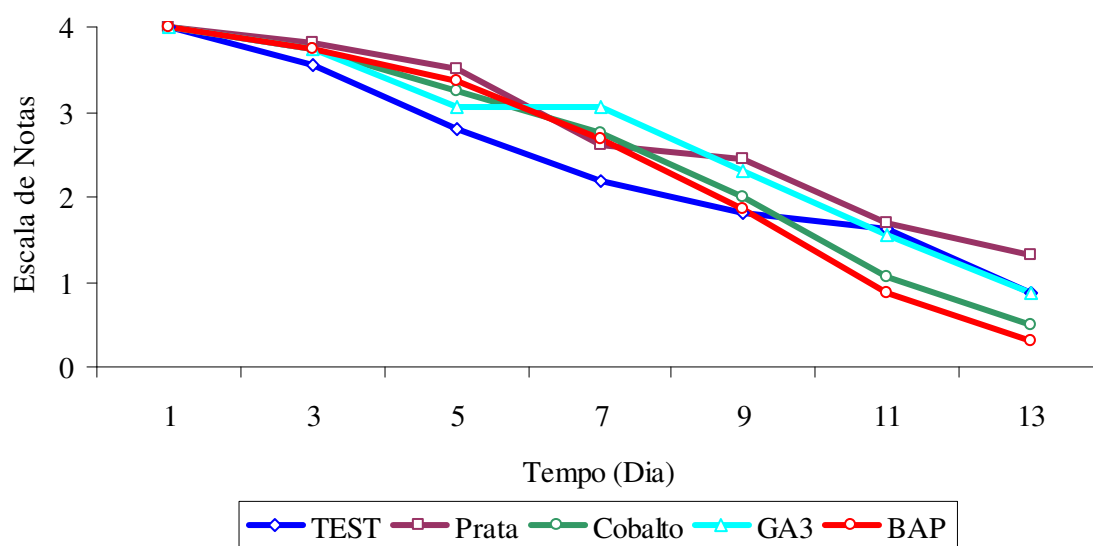


Figura 4. Tendência de notas em inflorescência de *Zingiber spectabile* Griff durante análises visuais.

Laschi et al. (1999) observaram que a aplicação de giberelinas (GA₄ + GA₇) foi eficiente na manutenção da qualidade das hastes de solidago, enquanto o uso de GA₃ isoladamente apresentou efeito deletério. De acordo com os autores, o GA₃ nas concentrações de 10 e 20 mg L⁻¹, foi mais eficiente na manutenção pós-colheita de hastes de crisântemo. Neste trabalho, o uso de 5 mg L⁻¹ de ProGibb em hastes florais de sorvetão foi eficiente na manutenção da qualidade após colheita, em relação aos demais tratamentos.

Outros trabalhos relatam a eficiência da aplicação de ácido giberélico em solução conservante, o qual também pode retardar o amarelecimento de folhas de lírio, porém, não influencia a longevidade das flores (MELLO et al., 2001). A aplicação de 20 mg L⁻¹ de ácido giberélico em rosas, por 24h, aumentou a vida de vaso das flores indiretamente, por meio da diminuição do desenvolvimento de *Botrytis cinerea* nas pétalas (SHAUL et al., 1995). O uso de ácido giberélico pode prolongar a longevidade de crisântemo, incrementando, assim, sua vida de vaso (D'HONT et al., 1991).

O tratamento contendo BAP não mostrou bons resultados em relação à escala de notas, diferente do encontrado para as análises bioquímicas. O BAP não interferiu na vida de vaso das inflorescências de sorvetão conforme as análises visuais baseando-se na escala de notas. Esses resultados estão de acordo com os de Paull & Chantrachit (2001), que não observaram efeito do BAP na vida de vaso de gengibre magnífico (*Zingiber spectabile*) e com os de Dias-Tagliacozzo & Castro (2005), que trabalhando com a mesma espécie não observou diferença significativa quando submeteu as inflorescências a 200 mg L⁻¹ da citocinina em *spray*.

A partir dos resultados obtidos nesse teste, pode-se recomendar o uso de giberelinas, por promover maior longevidade de inflorescências de sorvetão e causar menor impacto ambiental.

Quanto à abertura de flores, observou-se que a ântese ocorreu ao longo do experimento, principalmente nas primeiras avaliações (Figura 5a, 5b, 5c, 5d) se estendendo, até aproximadamente o nono dia de observação (Figura 5e). À medida em que ocorria a abertura de flores, essas eram removidas com o intuito de prevenir o seu apodrecimento e criar ambiente favorável para a proliferação de microrganismos nas brácteas, reduzindo assim o tempo de vida útil da inflorescência.

A Figura 5 mostra o aspecto das inflorescências selecionadas nos quatro tratamentos e na testemunha e a evolução da escala de notas atribuídas aos diferentes tratamentos ao longo das observações. Os registros fotográficos sugerem que inflorescências tratadas com Nitrato de Prata, parecem ter emitido mais flores laterais no período de avaliação, sendo que no décimo dia foi observada a emissão de uma flor (Figura 5g), sendo que a mesma não abriu (Figura 5h), no entanto, manteve-se no interior da bráctea, fechada, até o descarte das inflorescências (Figura 5i).

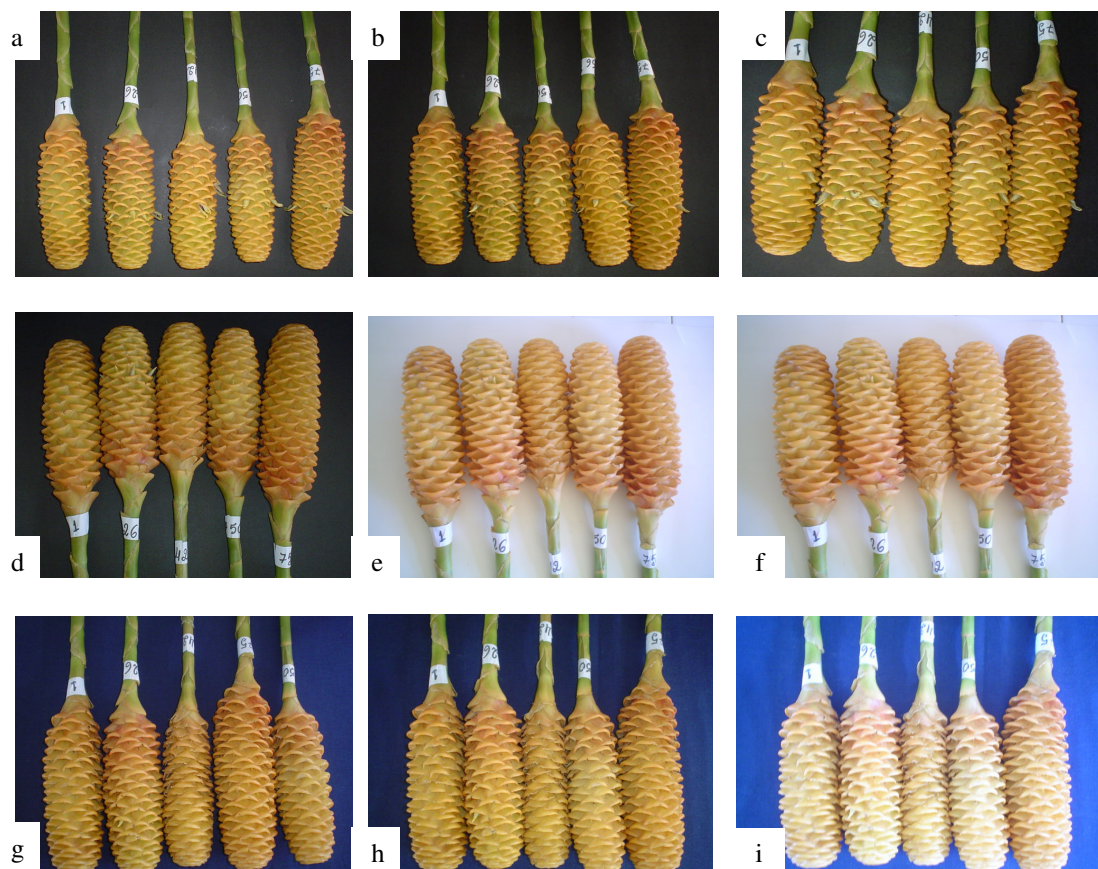


Figura 5. Influência do tempo e dos tratamentos (da esquerda para a direita: Testemunha; AgNO_3 ; CoCl_2 ; GA_3 e BAP) na vida pós-colheita de inflorescências de *Zingiber spectabile* Griff selecionadas para análises visuais durante 15 dias (a) primeiro dia; (b) terceiro dia; (c) quinto dia; (d) sétimo dia; (e) nono dia; (f) décimo primeiro dia; (g) décimo terceiro dia; (h) décimo quarto dia; (i) décimo quinto dia.

A partir das análises visuais das inflorescências selecionadas ao acaso, referentes aos diferentes tratamentos, é possível afirmar que quanto ao parâmetro abertura das brácteas laterais, o tratamento com GA_3 contribuiu para a maior preservação das brácteas, considerando que, atrasaram em dois dias a abertura acentuada das brácteas laterais, quando comparado com os outros tratamentos utilizados (Figura 5d). A abertura das brácteas se acentua-se a partir do nono dia de avaliação. Esse aspecto pode refletir a perda de firmeza e de turgescência da inflorescência e, possivelmente, teve relação direta com o fluxo de água pelos vasos condutores da haste floral, comprometendo a chegada da solução conservante na parte apical, diminuindo-a, contribuindo com a senescência das hastes florais de sorvetão.

As análises visuais permitiram acompanhar a longevidade das inflorescências de sorvetão ao longo do experimento. Inicialmente as inflorescências

mantêm a parte apical túrgida (Figura 6a), em seguida, ao longo das avaliações, ocorre redução da turgescência, que contribui com a expansão generalizada das brácteas associadas a rachaduras e início da inclinação da base da inflorescência (Figura 6b). Esses sinais de senescência se intensificam e podem ser visualizados, principalmente, pela perda de brilho e firmeza, rachaduras acentuadas que evoluem até a necrose dos tecidos, intensificação de murcha associada ou não com a suspeita de patógenos e mudança de coloração (6c). A evolução desses sintomas foram observados na parte apical, mediana e basal das inflorescências, além de inclinação da base da haste.

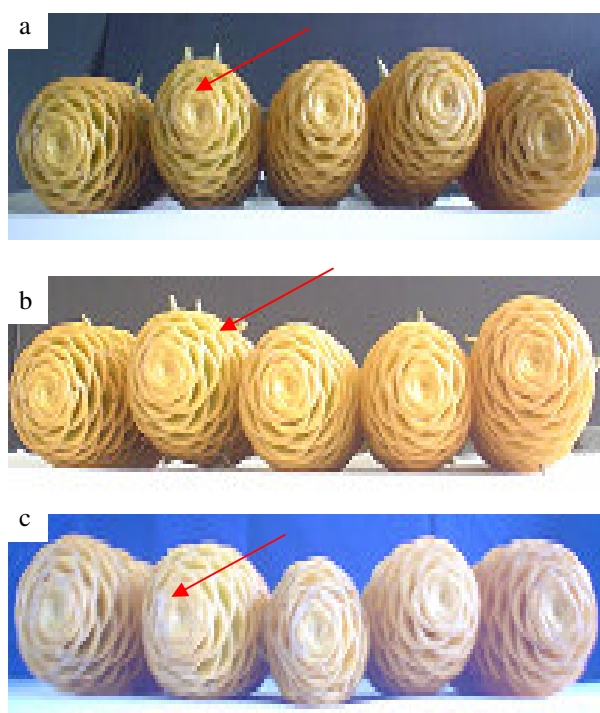


Figura 6. Aspecto da região apical das inflorescências de sorvetão (*Zingiber spectabile* Griff) selecionadas para as análises visuais (da esquerda para a direita: Testemunha; AgNO_3 ; CoCl_2 ; GA_3 e BAP). (a) terceiro dia; (b) nono dia; (c) décimo quinto dia.

O envelhecimento da parte apical mediana e basal da inflorescência e haste acentua-se de forma concomitante, inclusive com a abertura das brácteas laterais, reduzindo a firmeza, aspecto provavelmente relacionado com a perda de turgidez. Além disso, foram observadas rachaduras associadas a “manchas” (amarelecimento ou branqueamento das bordas das brácteas). Algumas inflorescências de sorvetão, provenientes de repetições dos diferentes tratamentos, mantiveram-se bem conservadas durante todo o período de avaliação. Isso reflete a possível resistência pós-

colheita que essa espécie vegetal apresenta e o seu potencial para a floricultura nacional e internacional.

Associados ou não aos sinais de senescência, algumas hastes florais apresentaram escurecimento, iniciando na parte basal interna da bráctea e ao longo do tempo estendeu-se para toda a bráctea, interna e externamente (Figura 7a). Os sinais de escurecimento também são observados em algumas hastes (Figura 7b), os quais sugerem a ocorrência de microrganismos. Dessa forma, os tecidos vegetais das inflorescências e hastes foram submetidos à análise microbiológica e foram encontrados isolados de culturas do fungo *Colletotrichum* sp., associados com os sintomas da lesão do tecido interno (escurecimento).

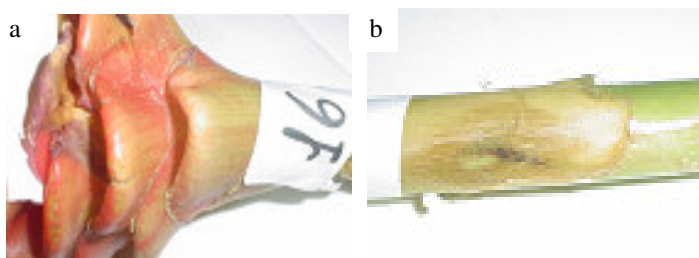


Figura 7. Escurecimento e necrose de brácteas e hastes de sorvetão (*Zingiber spectabile* Griff). Sintoma sugestivo da ocorrência de patógenos. (a): escurecimento em brácteas; (c): escurecimento e necrose na haste.

4.2 Análises Físicas

4.2.1 Massa de matéria fresca das hastes

Verifica-se pela Tabela 3a que ocorreu diferença significativa para massa de matéria fresca das hastes entre coletas e tratamentos. Essa diferença, no entanto, não foi observada na interação tratamento e coleta. Nota-se que ocorreu redução na massa de matéria fresca das hastes florais de sorvetão no período de avaliação (Tabela 3b).

Tabela 3a. Análise de variância da massa de matéria fresca das hastes florais de *Zingiber spectabile* Griff.

Causas de Variação	G	SQ	SM	F	P (5%)
Dias de observação	7	266484.570	38069.224	26.223	*
Tratamento	4	45657.057	38069.224	7.862	*
Coleta x Tratamento	28	15478.429	552.801	0.381	n.s.
Resíduo	600	15478.429	1451.772		
Total	629	1198683.405	1875.874		

* - significativo a 5%, n.s. – não significativo

Média Geral = 266,08

Coeficiente de variação = 14,32%

Tabela 3b. Massa de matéria fresca das hastes florais de *Zingiber spectabile* Griff durante período de armazenamento em ambiente climatizado.

Dias de observação	TEST	Nitrato de Prata	Cloreto de Cobalto	GA3	BAP	Médias
24/01/06	298,08	309,10	302,89	298,2	326,36	306,93a
26/01/06	279,92	286,65	272,46	277,62	301,24	283,58b
28/01/06	265,31	280,43	260,41	268,12	286,93	272,34bc
30/01/06	262,16	276,62	248,17	263,50	277,36	265,56cd
01/02/06	261,50	273,50	250,21	253,53	266,39	261,02cde
03/02/06	256,73	265,17	242,42	251,25	256,95	254,50de
05/02/06	254,03	258,74	236,59	241,05	243,65	246,81ef
07/02/06	241,66	244,10	220,53	228,91	254,95	238,03f
Médias	264,92BC	274,29AB	254,21C	260,27C	276,73A	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A relação entre a água transpirada e a água absorvida é chamada de balanço hídrico e sua evolução corresponde ao percentual de matéria fresca das hastes que é mostrado na Figura 8. Observa-se que ocorreu tendência de redução da massa de matéria fresca das hastes em todos os tratamentos, no entanto, a maior perda de massa fresca ocorreu nos tratamentos em que as inflorescências foram tratadas com cloreto de cobalto.

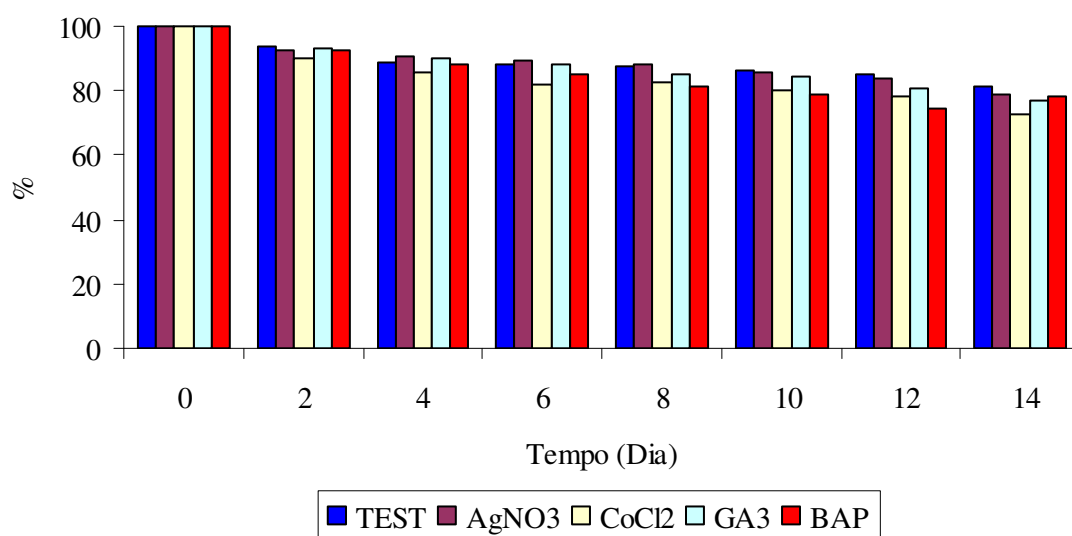


Figura 8. Perda de massa fresca de inflorescências de sorvetão (*Zingiber spectabile* Griff) ao longo do período de avaliação.

Observou-se que ao longo do experimento, as inflorescências de sorvetão perderam massa de matéria fresca durante as avaliações realizadas. No entanto, os resultados mostram que ocorreu consumo de solução ao longo do experimento (Figura 9), assim, provavelmente as inflorescências tenham perdido massa fresca por transpiração, perda por cutícula, além do consumo de material orgânico, como carboidratos, proteínas e lipídeos que vão sendo metabolizados e não são repostos.

4.2.2 Volume de Solução Conservante

Os resultados mostram que de uma maneira geral, as hastes florais que consumiram mais solução conservante foram aquelas submetidas ao tratamento contendo nitrato de prata (Figura 9). Para que ocorra o consumo de solução conservante é necessário que as hastes florais estejam com os seus vasos condutores funcionais, para permitir a translocação das soluções. A obstrução dos vasos por microrganismos pode ser um dos fatores que acelera a senescência das inflorescências, uma vez que pode comprometer a livre circulação de soluções nutritivas ou mesmo água, para manter a hidratação dos tecidos, garantindo a turgescência e prolongando a vida pós-colheita das flores e inflorescências.

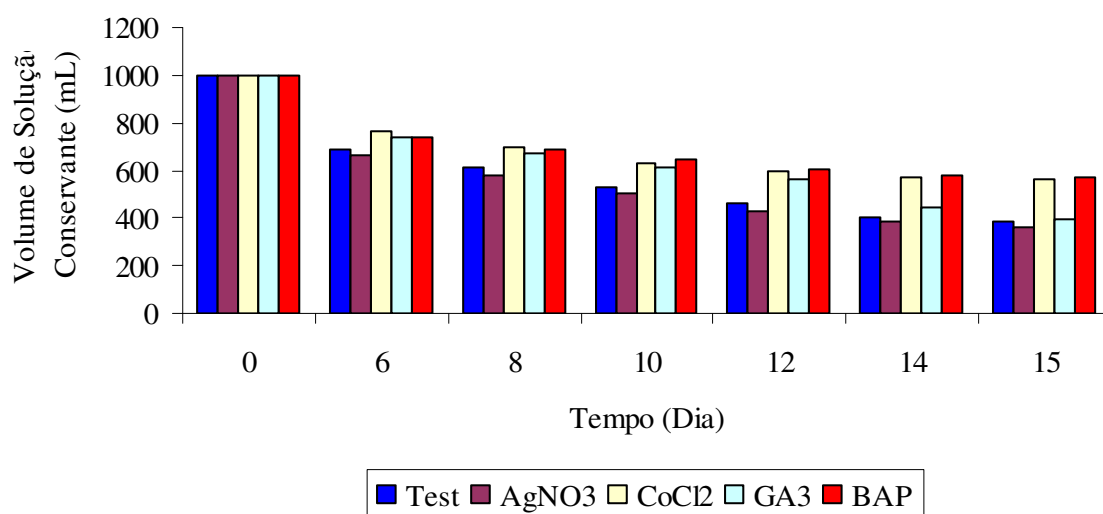


Figura 9. Volume de solução conservante consumido pelas hastes florais de sorvetão (*Zingiber spectabile* Griff).

Para assegurar a livre circulação da água e assim manter um balanço hídrico adequado, relacionado à senescência floral, a solução mais factível parece ser evitar tamponamentos dos vasos do xilema. Dessa forma, os pesquisadores têm buscado tratamentos que possam ser aplicados à água. Entre os agentes bactericidas mais usados estão o hipoclorito de cálcio e o de sódio, Thiabendazole (TIBA), 8-Hidroxiquinolina (8-HQC) e sais de prata (Acetato de Prata, Tiosulfato de Prata – STS e Nitrato de Prata) entre outros (PAULIN, 1997).

No presente experimento foi possível observar que o nitrato de prata, além de conservante, parece ter contribuído com a redução do bloqueio microbiano nos vasos condutores das hastes florais, mostrando uma possível ação germicida (ROGERS, 1973), minimizando, inclusive, a ação de microrganismos nos vasos do xilema, e assim, promovendo maior absorção da solução nutritiva e maior longevidade das inflorescências, além de inibir, provavelmente, a ação do etileno (VAN DOORN & REID, 1992). Outros trabalhos também mostram que a utilização deste produto prolongou a longevidade de flores, como no caso de antúrios (PAULL et al., 1992) e crisântemos (KRUSHAL & MOORE, 1992).

4.2.3 pH da solução conservante

Observou-se que o pH da solução conservante aumentou ao longo do experimento (Figura 10). O pH das soluções conservantes foi medido antes da imersão das inflorescências de sorvetão e após o seu descarte. Provavelmente, o pH tenha aumentado nas soluções em virtude da troca catiônica ou pela liberação de exudados pelas hastes florais. As hastes florais estavam mantendo o metabolismo a partir da quebra das reservas de compostos, tais como açúcares, sintetizados e armazenados durante a pré-colheita. Esses aspectos parecem ter contribuído para o aumento do pH durante o tempo de imersão da base de hastes florais de sorvetão nas diferentes soluções conservantes, entre o início e o final das avaliações.

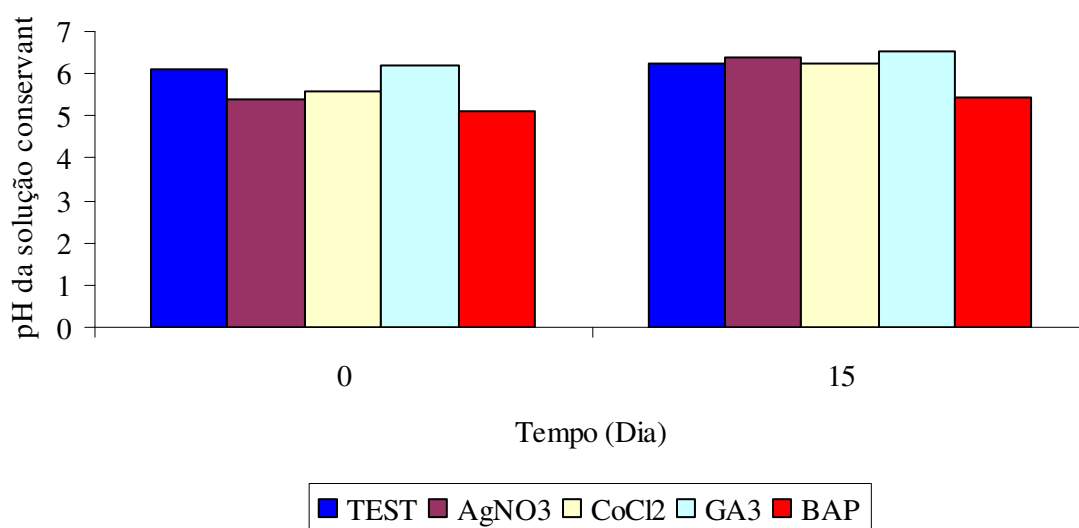


Figura 10. pH da solução conservante antes e depois do armazenamento de inflorescências de sorvetão (*Zingiber spectabile* Giff).

A utilização de solução de manutenção com o pH mais baixo é interessante, pois promove a redução da ação dos microrganismos no bloqueio dos vasos condutores, incrementando dessa forma, a absorção de água, pela redução do bloqueio vascular, contribuindo para a manutenção da turgidez das flores (MAROUSKY, 1971).

Crescimento bacteriano prejudica o balanço hídrico por causar um declínio na condutividade da água (HALEVY, 1976) e a principal espécie de bactéria que

causa o bloqueio dos vasos nas flores de corte é *Ralstonia solanacearum*. Diversos trabalhos relatam que o uso de baixo pH é 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 & PERIK, 1990).

4.3 Análises Bioquímicas

4.3.1 Carboidratos Totais e Redutores

A sacarose e outros açúcares constituem um dos grupos de produtos mais utilizados para o prolongamento da longevidade floral. Os carboidratos, de modo geral, atuam na respiração, no balanço hídrico, metabolismo e ação do etileno, além de interagirem com outros hormônios vegetais.

A análise de variância para açúcares totais encontrados nos tecidos vegetais de inflorescências de sorvetão ao longo de quinze dias de avaliações, mostrou que o fator tempo de coleta e a interação coleta e tratamentos apresentaram diferenças significativas (Tabela 4a).

Tabela 4a. Análise de variância de açúcares totais em hastes florais de *Zingiber spectabile* Griff.

Causas de Variação	GL	SQ	SM	F	P (5%)
Coleta	5	1814489,409	362897,882	8,445	*
Tratamento	4	532385,551	133096,388	3,097	ns
Coleta x Tratamento	20	4033892,712	201694,636	4,693	*
Resíduo	60	4033892,712	42973,403		
Total	89	8959171,855	100664,852		

*- significativo a 5%, n.s. – não significativo

Média Geral = 774,68

Coeficiente de variação = 26,76 %

Os diferentes tratamentos utilizados como solução conservante de hastes florais de sorvetão induziram respostas diferenciadas na conservação pós-colheita das inflorescências (Tabela 4b). Hastes de sorvetão tratadas com nitrato de prata mantiveram, no início das observações, o teor de açúcares totais solúveis constante até o sexto dia de avaliação. A partir daí ocorreu um decréscimo para, em seguida, aumentar ao final do período avaliado.

Tabela 4b. Teores de açúcares totais solúveis em hastes florais de *Zingiber spectabile* Griff. tratadas por 15 dias com diferentes soluções conservantes.

Dias de observação	TEST	Nitrato de Prata	Cloreto de Cobalto	GA3	BAP	Médias
24/01/06	682,68 Ab	682,68 Aa	682,68 A a	682,68 Ab	682,68 Aa	682,68 b
27/01/06	520,10 Ab	675,41 Aa	736,70 Aa	730,630Ab	612,59 Aa	655,08 b
30/01/06	666,75 Ab	608,81 Aa	630,70 Aa	882,89 Ab	970,28 Aa	751,89 b
03/02/06	1804,85 Aa	685,96 Ba	582,75 Ba	1553,79 Aa	782,29 Ba	1081,93 a
06/02/06	766,41 Ab	750,89 A a	685,65 Aa	844,83 Ab	731,98 Aa	755,95 b
09/02/06	758,01 Ab	913,11 Aa	861,79 Aa	525,86 Ab	544,14 Aa	720,58 b
Médias	866,47	719,48	696,71	870,11	720,66	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

No tratamento em que a base das hastes florais ficou submersa em solução conservante à base de cloreto de cobalto, até o terceiro dia de avaliação ocorreu aumento dos açúcares totais solúveis, seguida de uma redução e posterior aumento final das avaliações, assim como aconteceu com inflorescências tratadas com nitrato de prata.

As alterações no teor de açúcares totais em tecido de inflorescências de sorvetão tratadas com nitrato de prata e cloreto de cobalto pode ser atribuído ao fato de que outros polissacarídeos estejam sendo transformados em carboidratos solúveis e contribuindo, dessa forma, com o aumento desse açúcar até o final da vida pós-colheita de inflorescências de *Zingiber spectabile*.

Entretanto, Laschi (2000) observou especialmente, em água destilada, redução na concentração de açúcares solúveis em relação à testemunha que não foi mantida sob baixas temperaturas. Meir et al. (1995) usando saco de polietileno para promover a atmosfera modificada, constataram queda do metabolismo floral com diminuição do consumo de carboidratos como substrato respiratório.

Os carboidratos correspondem a um grupo bastante variado de substâncias, entre as quais se encontram moléculas simples como as hexoses e polímeros mais complexos, como as pectinas e os amidos e podem corresponder de 2% a 90% da massa fresca. Os açúcares simples são encontrados, principalmente, em tecidos maduros, enquanto que o amido está presente em maior quantidade nos frutos “verdes” (PANTÁSTICO et al., 1975).

Inflorescências tratadas com solução a 5mg L^{-1} de GA_3 , mantiveram constante o teor de açúcares totais solúveis até o sexto dia de avaliação, e apresentaram um leve aumento próximo a essa avaliação. Em seguida, apresentaram aumento significativo até a próxima avaliação no nono dia, quando ocorreu redução aos 12 dias e na ocasião do descarte do experimento. Nesta época as inflorescências possuíam concentrações de açúcares semelhantes aos da coleta inicial. Comportamento semelhante foi observado nas inflorescências mantidas em água destilada (controle).

No tratamento onde foi utilizada a citocinina (BAP), no terceiro dia de avaliação ocorreu pequena redução de açúcares solúveis, ocorrendo acréscimo até o sexto dia de avaliação e a partir dessa avaliação, uma redução foi observada nos teores de açúcares totais ao longo do experimento, até o descarte das inflorescências, o que pode ser devido à utilização dos açúcares como substrato respiratório.

A Figura 11 permite visualizar melhor que as inflorescências de sorvetão mantidas em solução conservante à base de giberelina ou em água destilada, mantiveram suas reservas de açúcares totais três dias a mais que as outras inflorescências conservadas nos demais tratamentos.

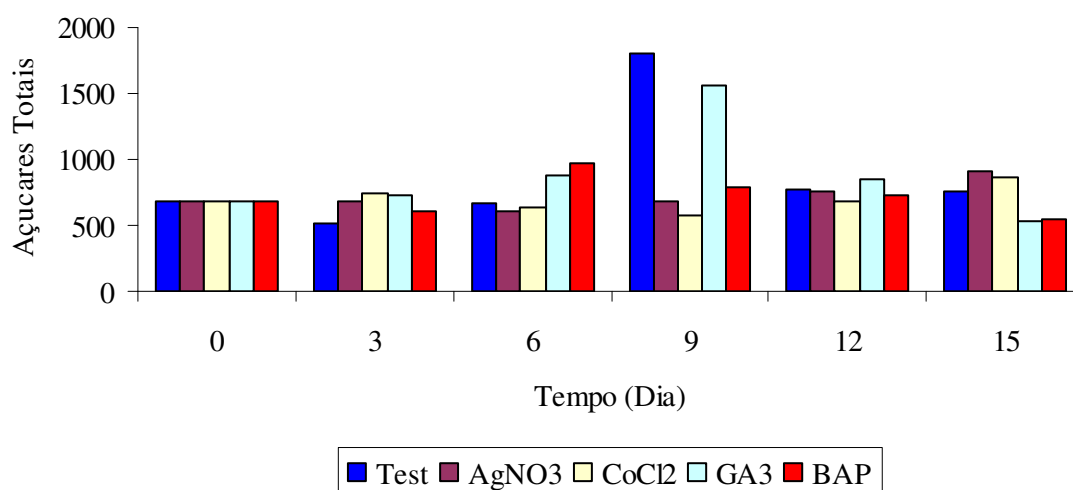


Figura 11. Teor de açúcares solúveis totais (micrograma de glicose por grama de massa seca) em inflorescências de sorvetão (*Zingiber spectabile* Griff) em ambiente climatizado.

Laschi (2000), trabalhando com rosas observou que na região do “pescoço” há diminuição da porcentagem de açúcares totais solúveis, contrariando o resultado desse trabalho, uma vez que para a maior parte dos tratamentos utilizados ocorreu o aumento no teor de açúcares solúveis no período pós-colheita de inflorescências de sorvetão.

A análise de variância para açúcares redutores encontrados nos tecidos vegetais de inflorescências de sorvetão ao longo de quinze dias de avaliações, mostrou que o fator tempo de coleta e a interação entre coleta e tratamentos apresentaram diferenças significativas (Tabela 5a).

Tabela 5a. Análise de variância de açúcares redutor em hastes florais de *Zingiber spectabile* Griff.

Causas de Variação	GL	SQ	SM	F	P (5%)
Coleta	5	680,363	136,073	5,836	*
Tratamento	4	401,996	100,499	4,310	Ns
Coleta x Tratamento	20	1847,450	92,372	3,962	*
Resíduo	60	1398,987	23,316		
Total	89	4328,796	48,638		

*- significativo a 5%, n.s. – não significativo

Média Geral = 17,68

Coeficiente de variação = 27,31%

Os diferentes tratamentos utilizados na conservação de inflorescências de sorvetão promoveram comportamento diferenciado no conteúdo de açúcares redutores (Tabela 5b).

Tabela 5b. Influência dos tratamentos nos teores de açúcares redutores em hastes florais de *Zingiber spectabile* Griff.

Dias de observação	TEST	Nitrato de Prata	Cloreto de Cobalto	GA ₃	BAP	Médias
24/01/06	21,74 Aab	21,74 Aa	21,74 Aa	21,74 Aa	21,74 Ab	21,74 a
27/01/06	16,49 Aab	13,90 Aa	15,89 Aa	12,79 Aab	6,80 Ac	13,18 c
30/01/06	16,36 Bab	10,73 Ba	17,97 Ba	8,02 Bb	36,27 Aa	17,88 abc
03/02/06	26,47 Aa	21,80 ABa ^b	19,85 ABa	11,07 Bab	16,80 ABbc	19,20 ab
06/02/06	14,38 Ab	13,23 Aa	16,88 Aa	16,01 Aab	20,35 Ab	16,15 bc
09/02/06	20,77 Aab	12,65 Aa	15,45 Aa	14,44 Aab	14,02 Abc	15,46 bc
Médias	19,37	15,66	17,96	14,01	19,33	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Inflorescências tratadas com nitrato de prata apresentaram altos teores de açúcares redutores quando recém-colhidas, assim como em todos os tratamentos, o que pode ser atribuído ao estresse de colheita. Em relação ao nitrato de prata, esse teor inicial reduziu até o sexto dia de avaliação, ocorrendo então, aumento do sexto ao nono dia de análise, chegando a teores semelhantes ao encontrado em inflorescências recém-colhidas. Em seguida, ocorreu redução, e essa tendência se manteve até a última avaliação realizada no décimo quinto dia de avaliação.

Hastes florais de sorvetão tratadas com a citocinina (BAP) apresentaram uma drástica diminuição no teor de açúcares redutores no terceiro dia seguida de um considerável aumento no sexto dia, diminuindo em seguida até o final do experimento.

Inflorescências tratadas com cloreto de cobalto apresentaram aumento nas concentrações de açúcares redutores no nono dia de avaliação. Comportamento semelhante ocorreu com os tecidos vegetais de sorvetão no décimo quinto dia de avaliação quando, de uma maneira geral, ocorreu decréscimo nos teores de açúcares redutores nas inflorescências submetidas aos diferentes tratamentos. Embora as hastes florais de sorvetão que tiveram suas bases imersas em água destilada (tratamento controle) tenham apresentado comportamento semelhante aos demais tratamentos até o décimo segundo dia de armazenamento, aos quinze dias ocorreu uma tendência de aumento dos

teores de açúcares redutores nos tecidos vegetais analisados. A evolução do teor de açúcares redutores durante a pós-colheita de sorvetão é apresentada na Figura 12.

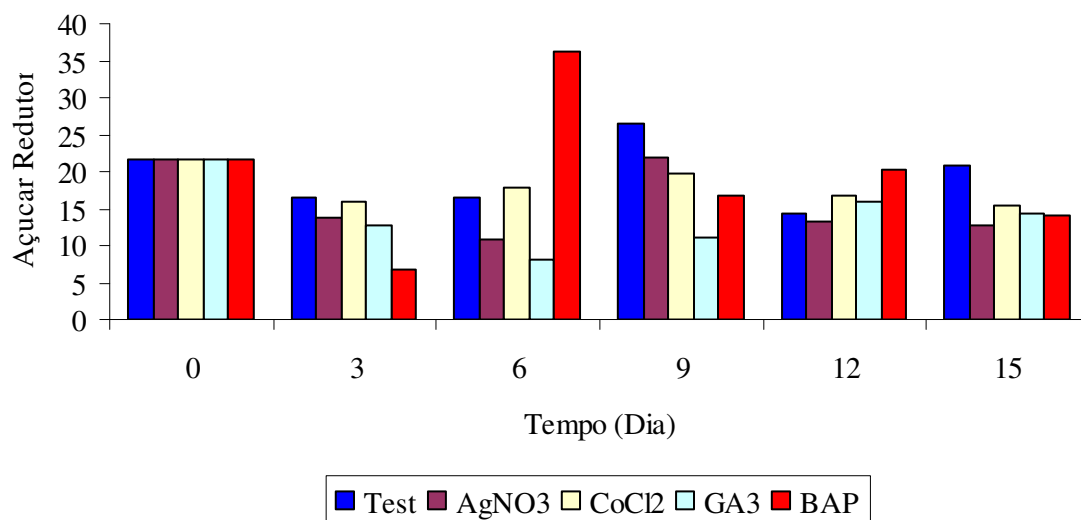


Figura 12. Teor de açúcares redutores (microgramas de glicose por grama de matéria fresca por minuto⁻¹) em inflorescências de sorvetão (*Zingiber spectabile* Griff) em ambiente climatizado.

Durante a senescência de flores, os carboidratos e proteínas tendem a apresentar diminuição (EASON et al., 1997). Trabalhos com rosa (KALTALER & STEPONLAKUS, 1976), cravo e narciso (NICHOLS, 1975) também mostram que o final da vida de vaso é precedido por um significativo declínio no nível de açúcares.

Provavelmente, os resultados estejam relacionados com a mobilização de carboidratos totais, refletindo em todos os açúcares, sendo metabolizados em açúcares de pronto consumo. Durante o armazenamento, ocorre uma grande demanda de energia para a continuação dos processos metabólicos, com hidrólise de carboidratos de cadeia longa e conseqüente aumento nos teores de sacarose, frutose e glicose (OLIVEIRA, 2000). A ação respiratória envolve oxidação de carboidratos e liberação de calor e formação de ATP, sendo que no auge da atividade respiratória, mudanças físicas e químicas se tornam acentuadas (KONISHI et al., 1991).

A abertura de flores foi observada ao longo do experimento, principalmente nas primeiras avaliações e se estendeu até, aproximadamente, o nono dia de

observação, aspecto que sugere que as inflorescências tinham reservas de açúcares suficientes para manter seu processo metabólico, utilizando como um dos substratos respiratório, mantendo suas características físicas conservadas e promovendo a abertura das flores, uma vez que a senescência se acentua após este período.

4.3.2 Peroxidase

Verifica-se pela tabela 6a que ocorreu significância para coleta, tratamento e para a interação coleta e tratamento quando se analisou a atividade da peroxidase durante a pós-colheita de sorvetão (Tabela 6a).

Tabela 6a. Análise de variância da atividade da peroxidase em hastes florais de *Zingiber spectabile* Griff.

Causas de Variação	GL	SQ	SM	F	P (5%)
Coleta	5	0,050	0,010	9,683	*
Tratamento	4	0,016	0,004	4,004	*
Coleta x Tratamento	20	0,049	0,002	2,394	*
Resíduo	60	0,062	0,001		
Total	89	0,179	0,002		

* - significativo a 5%, n.s. – não significativo

Média Geral = 0,093.

Coeficiente de variação = 34,68%

Nota-se que a atividade da peroxidase (Tabela 6b) apresenta aumento constante em brácteas de inflorescências de *Zingiber spectabile* tratadas com cloreto de cobalto e GA₃. Resultado semelhante pode ser observado na testemunha. A máxima atividade encontrada no décimo quinto dia foi semelhante nos três tratamentos, sendo menor no tratamento à base de GA₃.

Tabela 6b. Atividade da peroxidase ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ decomposto g^{-1} m.f. minuto^{-1}) em hastes florais de *Zingiber spectabile* Griff submetidas a diferentes soluções conservantes.

Dias de observação	TEST	Nitrato de Prata	Cloreto de Cobalto	GA ₃	BAP	Médias
24/01/06	0,043 Ab	0,043 Ac	0,043 Ab	0,043 Ab	0,043 Aa	0,043 b
27/01/06	0,083 Ab	0,117 Aabc	0,093 Aab	0,09 Aab	0,107 Aa	0,098 a
30/01/06	0,090 Ab	0,133 Aab	0,097 Aab	0,080 Aab	0,063 Aa	0,093 ^a
03/02/06	0,090 BCb	0,171 Aa	0,143 ACa	0,083 BCab	0,057 Ba	0,109 a
06/02/06	0,107 Aab	0,080 Abc	0,120 Aab	0,107 Aab	0,097 Aa	0,102 ^a
09/02/06	0,170 Aa	0,083 BCbc	0,150 ACa	0,123 ABa	0,053 Ba	0,116 a
Médias	0,097 AB	0,104 A	0,108 A	0,088 AB	0,070 B	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O tratamento com nitrato de prata induziu o aumento da atividade da enzima até o nono dia de observação, quando a peroxidase atingiu valor máximo de $0,171 \mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ decomposto g^{-1} massa fresca minuto^{-1} (Tabela 6b). Após esse período, observa-se diminuição na atividade de peroxidase tornando-se constante aos quinze dias após a colheita, aspecto caracterizado pela morte generalizada do tecido vegetal.

O regulador vegetal BAP promoveu alterações na atividade da peroxidase ao longo do tempo de imersão da base das hastes florais de sorvetão. Observa-se que ocorreram dois picos, no terceiro dia e no décimo segundo (Figura 13).

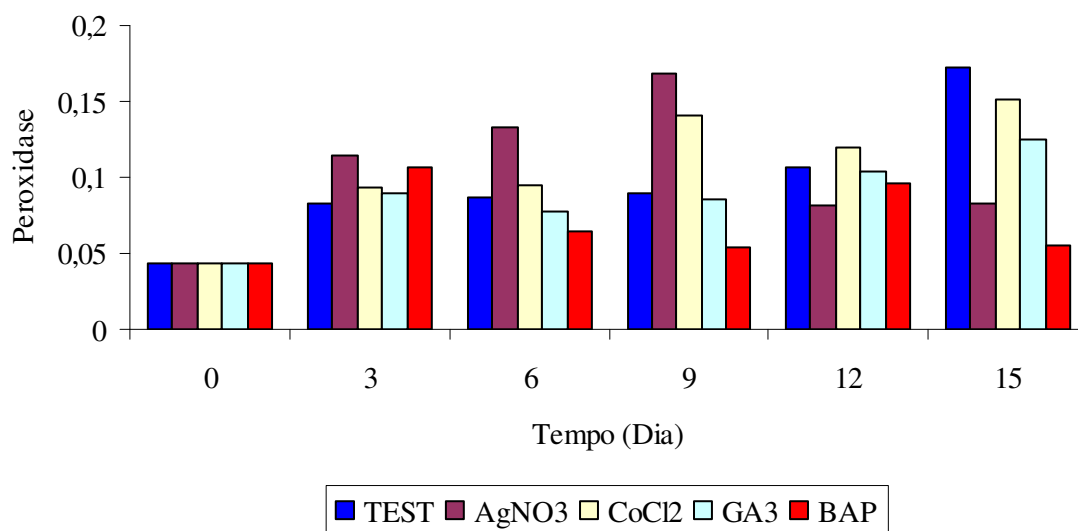


Figura 13. Evolução da atividade da peroxidase ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ decomposto g^{-1} massa fresca minuto^{-1}), durante a pós-colheita de hastes florais de sorvetão (*Zingiber spectabile* Griff).

A peroxidase é uma enzima amplamente distribuída no reino vegetal (DA COSTA et al., 1979). Interage direta e indiretamente em vários processos fisiológicos, atuando na catálise de inúmeras reações bioquímicas de oxidação, utilizando como substrato peróxidos de hidrogênio (MARAÑON & VON HUYSTEE, 1984).

Plantas produzem espécies reativas de oxigênio (ROS) em diversos processos metabólicos, quando sofrem algum tipo de estresse (JIN et al., 2006). Assim, durante a fase pós-colheita de flores, podem ser geradas ROS, as quais de acordo com Shigeoka et al. (2002) causariam danos oxidativos nas plantas. O acúmulo dessas ROS poderia promover danos nos lipídios, proteínas, entre outros, formando produtos tóxicos. As plantas possuem enzimas antioxidativas, tais como peroxidases que diminuem os danos provocados pelo excesso de peróxidos (SCANDALIOS, 1993).

Neste trabalho com inflorescências de sorvetão, no qual se avaliou a ação da enzima peroxidase, observa-se que ocorreu uma interação entre a atividade da peroxidase e a escala de notas atribuídas ao longo dos dias de avaliação (Tabelas 3b e 2). As hastes florais tratadas com nitrato de prata obtiveram as melhores notas das análises visuais. O tratamento conferiu às inflorescências menores danos como amarelecimento, escurecimento, rachaduras, perda de massa fresca, entre outros. Nesse tratamento registrou-se pico de atividade da peroxidase aos nove dias após a colheita e foi o que mostrou baixos valores de atividade da enzima aos quinze dias.

Por outro lado, devido à tendência de não se utilizar nitrato de prata, em virtude da sua possível toxidez ao meio ambiente, outros produtos, conforme relatos da literatura sobre a ação na vida pós-colheita de flores e inflorescências, devem ser pesquisados, visando induzir menores danos oxidativos na vida de vaso de inflorescência de *Zingiber spectabile*, assim como preservação do meio ambiente.

O uso de GA₃ induziu bons resultados em relação à escala de notas, podendo ser esse tratamento considerado como aquele que, provavelmente, confere maior longevidade, com menores danos oxidativos, diferente do encontrado para a atividade da peroxidase, já que este tratamento mostrou alta atividade aos 3 e 6 dias após a colheita. De acordo com Saks & Staden, 1993, a aplicação de GA₃ em cravo na fase pré-climatérica atrasou a senescência, reduziu a produção de etileno, perda de peso e abertura de flores. No presente trabalho, nota-se que plantas que receberam a aplicação desse regulador vegetal apresentaram atividade da peroxidase semelhante aos demais

tratamentos, porém mostram tendência de maior atividade apenas quando comparadas com aquelas tratadas com BAP.

De acordo com Gaspar et al., 1982, a peroxidase está relacionada diretamente com o aumento do teor de etileno, sendo que o aumento da atividade da enzima poderia refletir o aumento do teor de etileno, regulador vegetal promotor da senescência.

A utilização de BAP mostrou, pelas análises visuais, não ter sido um bom tratamento, porém foi aquele que apresentou as menores atividades da peroxidase, com exceção do terceiro e décimo segundo dias de coleta. Geralmente, o uso de BAP atrasa a senescência e melhora a qualidade das flores de cravo (HEIDE & OYDVIN, 1969), pela diminuição da respiração (MACLEAN & DEDOLPH, 1962). Provavelmente, o BAP pode ter alterado a atividade da peroxidase, por ter reduzido a taxa respiratória, em relação aos demais tratamentos. Por outro lado, alguns picos foram observados e estes poderiam ser devido ao aumento da taxa do etileno e da atividade respiratória, como também relatado por Halevy et al. (1976), quando a sua aplicação exógena de etileno estimulou a respiração e promoveu a senescência em alface.

Musgrave (1994) sugere que as citocininas funcionam como removedoras de radicais livres, inibindo a senescência, enquanto Chaitanya e Naithoni (1988) relatam que esse regulador vegetal inibe ou reduz danos à membrana por diminuir o estresse oxidativo, reduzindo a peroxidação dos lipídios. Provavelmente, essa atividade enzimática encontrada poderia ser atribuída aos menores danos em nível celular, devido à ação do BAP.

As peroxidases podem ocorrer em células programadas para a morte e, em flores, a deterioração é certamente programada, não é reversível e inevitavelmente, leva as células à morte (ROGERS, 2006). No presente estudo, com inflorescências de sorvetão, houve tendência de aumento da atividade, provavelmente, esse aumento observado para todos os tratamentos, pode ser uma consequência natural das células que estão programadas para a morte e não só um efeito de tratamentos no final do experimento.

4.3.3 Teor de fenóis e atividade da polifenolxidase

Verifica-se pela Tabela 7a que ocorreu significância para coletas, tratamentos e para interação coleta e tratamento, quando se analisou o teor de fenóis em hastes florais de sorvetão.

Tabela 7a. Análise de variância de fenóis em hastes florais de *Zingiber spectabile* Griff.

Causas de Variação	GL	SQ	SM	F	P (5%)
Coleta	5	4973917,035	994783,407	87,457	*
Tratamento	4	604755,669	151188,917	13,292	*
Coleta x Tratamento	20	1890016,899	94500,845	8,308	*
Resíduo	60	682473,898	11374,565		
Total	89	8151163,501	91586,107		

* - significativo a 5%, n.s. – não significativo

Média Geral = 568,66

Coeficiente de variação = 18,75%

Observa-se pela Tabela 7b, que os menores teores de fenóis foram encontrados nos tratamentos contendo GA₃ e também as mais baixas atividades de polifenoloxidasas. Provavelmente, esse tratamento foi o que provocou menores danos nas membranas celulares, mantendo a integridade por mais tempo, reduzindo dessa forma o possível contato das POF com os fenóis. A polifenolxidase não parece ser o fator limitante para o escurecimento enzimático, já que PFO e fenóis estão situados em compartimentos diferentes dentro da célula, o escurecimento poderia ser atribuído a danos nas membranas, devido a processos que tenham alterado a sua integridade (FRANCK et al., 2007).

Tabela 7b. Influência dos tratamentos nos teores de fenóis em hastes florais de *Zingiber spectabile* Griff.

Dias de observação	TEST	Nitrato de Prata	Cloreto de Cobalto	GA ₃	BAP	Médias
24/01/06	692,72Aa	692,72Ab	692,72Abc	692,72Aa	692,72Aa	692,72ab
27/01/06	772,37Aa	957,94Aa	884,30Ab	429,13Bb	812,98Aa	771,34 ^a
30/01/06	68,29Ac	68,53Ad	68,52Ad	66,78Ac	67,03Ab	67,83d
03/02/06	544,75Ba	399,47Bc	1263,30Aa	397,72Bb	580,64Ba	637,18bc
06/02/06	401,93Bbc	621,86ABbc	442,23Bc	494,84ABab	727,76Aa	537,72c
09/02/06	673,06Ba	580,96Bbc	930,35Ab	722,31ABa	619,09Ba	705,19ab
Médias	525,52BC	553,58BC	713,60A	467,25C	583,37B	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Durante a pós-colheita de *Zingiber spectabile*, em todos os tratamentos nota-se diminuição de fenóis totais solúveis no sexto dia de análise, conforme a figura 14. Este resultado coincide em alguns tratamentos como aumento da atividade da polifenoloxidasas.

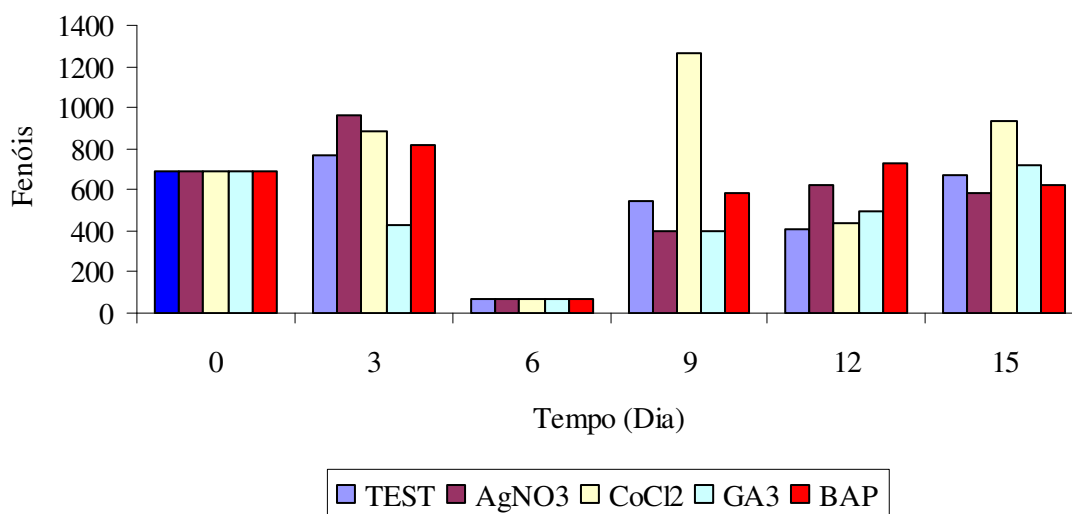


Figura 14. Teor de fenóis (microgramas de fenol total – ácido tânico por grama massa seca) em inflorescências de *Zingiber spectabile* Griff durante análises visuais.

Um dos maiores problemas das flores de sorvetão é a manutenção de sua coloração. Assim, o controle da atividade de enzimas que promovam o escurecimento durante a pós-colheita é essencial, tais como a polifenoloxidase. Pelos resultados obtidos neste trabalho, nota-se que o BAP foi o tratamento que induziu as menores atividades, talvez por sua ação retardando a senescência e mantendo a qualidade

de outras flores, como cravo (HEYDE & OYDUIN, 1969) e rosa (MAYAK & HALEVY, 1970). Em alpinias, quando associado com sacarose e ácido cítrico, esse regulador vegetal prolongou a durabilidade comercial em dez dias quando comparado com a testemunha (DIAS-TAGLIACOZZO et al., 2003). A aplicação de citocinina coincidiu com os menores teores de fenóis totais.

Especial atenção tem sido dada ao metabolismo pós-colheita de substâncias consideradas antioxidantes contra espécies reativas de oxigênio (ROS), tais como os fenóis. De acordo com recentes relatos, uma relação positiva entre fenóis totais e atividade antioxidante tem sido encontrada em diversas plantas (VINSON et al., 1998). Leja et al. (2001) observaram aumento nos fenóis totais durante o armazenamento de brócolis à temperatura ambiente e diminuição, à baixas temperaturas. Nota-se que em alguns tratamentos, tais como cloreto de cobalto, giberelina e citocinina, comparados com o controle, ocorreu baixa atividade da polifenoloxidase, que é ativa em presença do seu substrato, porém os maiores teores de fenóis foram observados em tratamentos sem giberelina, que também mostram menor atividade da polifenoloxidase. De acordo com Leja et al. (1994), o acúmulo de fenóis totais pode ser considerado um índice de qualidade pós-colheita (senescência), e nesse trabalho, poderia ser também tomado como um marcador bioquímico de senescência, principalmente visando a exportação desses produtos. Portanto, maiores estudos sobre os compostos fenólicos e atividade de enzimas como polifenoloxidase e peroxidase em flores de clima tropical são necessários.

Verifica-se pela tabela 8a que ocorreu significância para todas variáveis analisadas - coletas, tratamentos, e para interação coleta e tratamento, quando se analisou a atividade da polifenoloxidase durante a pós-colheita de sorvetão.

Tabela 8a. Análise de variância de polifenoloxidase em hastes florais de *Zingiber spectabile* Griff.

Causas de Variação	GL	SQ	SM	F	P < 0,05
Coleta	5	192828,052	38565,610	22,870	*
Tratamento	4	38292,391	9573,098	5,677	*
Coleta x Tratamento	20	95527,551	4776,378	2,832	*
Resíduo	60	101178,209	1686,303		
Total	89	427826,203	4807,036		

* - significativo a 5%, n.s. – não significativo

Média Geral = 342,28

Coefficiente de variação = 15,86 %

Foi observado (Tabela 8b) nos tratamentos com nitrato de prata, cloreto de cobalto e BAP, aumento da atividade da polifenoloxidase no sexto dia após a colheita, enquanto que no GA₃ e na testemunha o aumento da atividade ocorreu no terceiro dia após a colheita. Em todos os tratamentos observa-se a diminuição da atividade ao longo do tempo.

Tabela 8b. Influência dos tratamentos nos teores de polifenoloxidase em hastes florais de *Zingiber spectabile* Griff.

Dias de observação	TEST	Nitrato de Prata	Cloreto de Cobalto	GA ₃	BAP	Médias
24/01/06	208,37Ac	208,37Ac	208,37Abc	208,37 Ab	208,37 Aab	208,37 b
27/01/06	371,81Aa	263,16BCc	236,83Cbc	345,58ABa	231,28Cab	289,73 a
30/01/06	319,41ABab	402,98Aa	344,59ABa	278,12Bab	278,33Ba	324,69 a
03/02/06	253,29 Bbc	363,61Aab	288,75ABba	276,12ABab	273,87ABab	291,13 a
06/02/06	248,13Abc	268,48Abc	249,19Aab	234,54Ab	204,03Aab	240,87 b
09/02/06	261,94Abc	207,64ABc	144,04Bc	199,53ABb	178,85ABb	198,40 b
Médias	277,16AB	285,71A	245,29BC	257,04ABC	229,12C	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Esses resultados podem refletir as observações realizadas durante as análises visuais, sendo que o escurecimento foi notado em todos os tratamentos, coincidindo seu início com o aumento da atividade da polifenoloxidase.

O escurecimento observado iniciou na base interna das brácteas, evoluindo para toda a parte interna e externa, aspecto que parece contribuir para o amolecimento das brácteas. Provavelmente esse efeito observado e os picos de atividade de polifenoloxidase encontrados podem estar relacionados (Figura 15).

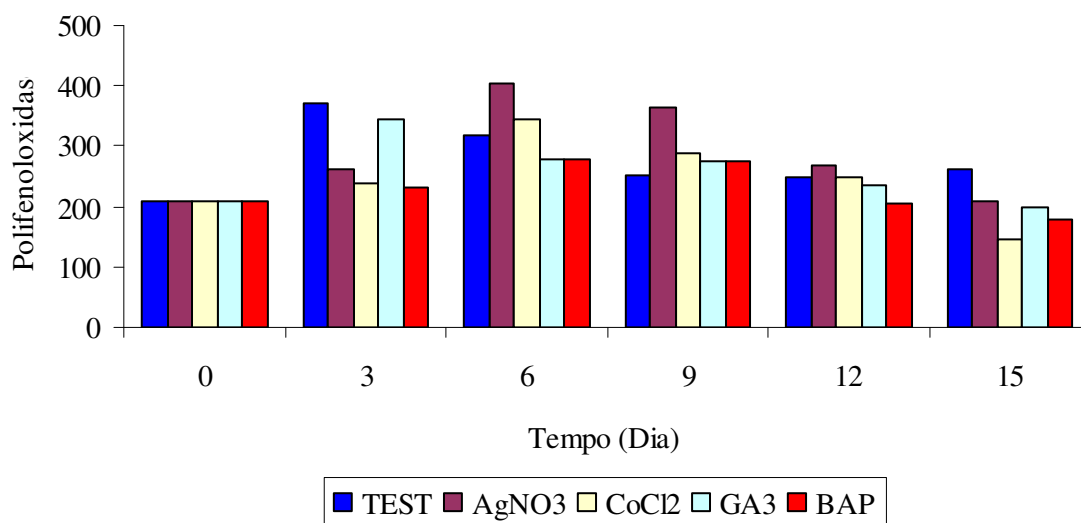


Figura 15. Tendência de polifenoloxidase (micromol de catecol por grama de matéria fresca por minuto⁻¹) em inflorescência de *Zingiber spectabile* Griff durante análises visuais.

O escurecimento interno geralmente é atribuído ao conteúdo de fenóis e à atividade de polifenoloxidase (PFO). A incidência do escurecimento depende de fatores como época da colheita, condições de armazenamento, cultivar, irrigação e manejo do solo (CANTILLANO, 1998). O potencial dessas fisiopatias depende da quantidade de compostos fenólicos e do nível de atividade da enzima PFO.

Em condições de senescência, principalmente na pós-colheita, diversos trabalhos mostram o aumento na atividade de peroxidases e polifenoxidasas, como Cano et al. (1997), os quais afirmam terem encontrado aumento na atividade dessas enzimas em tecidos de mamão papaya no estágio de amadurecimento. A oxidação enzimática de compostos fenólicos pela peroxidase e polifenoloxidase resulta, reconhecidamente, no escurecimento de tecidos vegetais, aspecto observado durante as análises visuais nas hastes florais destinadas para a avaliação, assim como em outras ao longo dos diversos tratamentos.

De acordo com Nogueira et al. (2003), a polifenoloxidase pode ser o principal fator de escurecimento. Em bananas, parece que a PFO é formada durante o desenvolvimento, resultando num escurecimento durante o amadurecimento, devido à diminuição da permeabilidade das membranas na senescência, permitindo o contato entre fenóis e PFO. Neste trabalho, provavelmente, com o tempo do experimento (senescência)

as inflorescências perderam também a estabilidade das membranas, mostrando escurecimento devido à oxidação dos compostos fenólicos pela polifenoloxidase, a qual mostra alterações na sua atividade ao longo do tempo das análises realizadas.

O escurecimento observado pode estar associado com a desintegração de membranas que ocorre com a senescência e o aumento da atividade da PFO devido ao contato com seu substrato. Partes dos tecidos de sorvetão, que ao final do experimento apresentaram escurecimento, foram submetidas à avaliação microbiológica e constatou-se a presença de fungos (*Colletotrichum* sp), os quais causam danos nos tecidos, contribuindo inclusive com a formação de compostos fenólicos e aumento da atividade da enzima polifenoloxidase, mais um fator que colaborou para o dano observado. O papel da polifenoloxidase no escurecimento é bem documentado na literatura, porém a maior dificuldade tem sido determinar se as polifenoloxidases estão diretamente relacionadas com o escurecimento ou se o escurecimento é um resultado secundário de outros eventos metabólicos (MAYER, 2006). Em abacaxi com escurecimento interno devido à baixa temperatura (chilling injury), Zhou et al. (2003) afirmam que a PFO está envolvida no escurecimento, mas o seu papel no desenvolvimento do sintoma foi determinado como um evento secundário. Em pera o escurecimento interno também envolve PFO, mas nem os níveis de PFO, nem o teor de compostos fenólicos parecem ser limitantes para o desenvolvimento da desordem fisiológica (VELTMAN et al., 1999).

A aplicação de giberelinas em sorvetão resultou na redução da atividade de PFO ao longo do experimento (Tabela 8b). A atividade enzimática manteve-se mais constante, isto é, com menores variações, em comparação com os outros tratamentos a que foram submetidas as hastes florais.

O uso exógeno de GA₃ na solução conservante de inflorescências de sorvetão induziu baixas atividades de PFO, mostrando maiores atividades no terceiro e nono dias. Estudos realizados com *Alstroemeria* revelaram que a aplicação exógena de giberelinas retarda, efetivamente, a senescência foliar (KAPPERS et al, 1997; 1998), e neste trabalho parece que esse regulador promoveu diminuição da atividade da polifenoloxidase.

Franco & Han (1997) estudando *Lilium longiflorum*, observaram em folhas excisadas tratadas com GA₃, que ocorreu atraso na senescência, provavelmente, pela manutenção da integridade da membrana. Diversos trabalhos mostram que esse

regulador vegetal mantém a integridade de membranas, e, portanto, sua juvenilidade (NELLES, 1977).

Os demais tratamentos, tais como o nitrato de prata e o cloreto de cobalto não induziram alterações na atividade da polifenoloxidase, isto é, ocorreu aumento da atividade no sexto dia e diminuição após esse período, sendo que baixas atividades também podem ser notadas no tratamento com cloreto de cobalto.

Essas substâncias utilizadas na manutenção de inflorescências de sorvetão são descritas como inibidoras da síntese de etileno (CASTRO, 1993; ALTVORST & BOVY, 1995; PAULL & CHANTRACHIT, 2001; BRACKAMANN et al., 2005;). Possivelmente, essa inibição, mesmo que baixa, tenha ocorrido, porém não foram eficientes para inibir totalmente o etileno, já que esse regulador vegetal, após o início da sua ação, tem como efeito alterar a permeabilidade de membranas (TAIZ & ZEIGER, 2004), podendo dessa forma, induzir alterações na atividade da polifenoloxidase, conforme observado no presente trabalho.

4.3.4 Poliaminas - PA's

Em relação aos teores de poliaminas analisados em sorvetão, pode-se notar que ao final do experimento, entre todas as poliaminas livres analisadas, ocorreu tendência de maior teor de putrescina, exceto no controle.

Na análise de putrescina, verifica-se que ocorreu significância entre coletas, tratamentos e na interação (Tabela 9a).

Tabela 9a. Análise de variância de putrescina em hastes florais de *Zingiber spectabile* Griff.

Causas de Variação	GL	SQ	SM	F	P (5%)
Coleta	5	7355618,446	1471123,689	68,595	*
Tratamento	4	2206883,655	551720,914	25,725	*
Coleta x Tratamento	20	8716157,174	435807,859	20,321	*
Resíduo	60	1286796,905	21446,615		
Total	89	19565456,179	219836,586		

*- significativo a 5%, n.s. – não significativo

Média Geral = 589,21

Coeficiente de variação = 24,85 %

Tabela 9b. Evolução do teor de putrescina, expresso em (nmoles. g massa fresca⁻¹) durante a pós-colheita de hastes florais de *Zingiber spectabile* Griff.

Dias de observação	TEST	Nitrato de Prata	Cloreto de Cobalto	GA ₃	BAP	Médias
24/01/06	201,15Ad	201,15Ab	201,15Ac	201,15Ad	201,15Ad	201,15e
27/01/06	216,51Bcd	268,39Bb	319,89Bbc	660,72Abc	525,82ABcd	398,27d
30/01/06	555,44Bbc	238,25BCb	218,45Cc	248,53BCd	1227,05Ab	497,54cd
03/02/06	1023,76Ca	411,58Db	443,63Dabc	2098,97Aa	1579,53Ba	1111,49a
06/02/06	235,70Cbcd	992,48Aa	623,61Bab	980,33Ab	857,99ABc	738,02b
09/02/06	573,98BCb	920,19Aa	702,41ABa	357,40Ccd	389,82BCd	588,76bc
Médias	467,76B	505,34B	418,19B	757,85A	796,89A	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Nas tabelas 10a e 10b, estão as análises de variância dos teores de espermina encontrados em *Zingiber spectabile*. Nota-se que não ocorreu diferença significativa apenas entre os tratamentos.

Tabela 10a. Análise de variância de espermina em hastes florais de *Zingiber spectabile* Griff.

Causas de Variação	GL	SQ	SM	F	P (5%)
Coleta	5	2895170,989	579034,198	36,171	*
Tratamento	4	239873,611	59968,403	3,746	n.s.
Coleta x Tratamento	20	3514633,271	175731,664	10,978	*
Resíduo	60	960495,133	16008,252		
Total	89	7610173,004	85507,562		

*- significativo a 5%, n.s. – não significativo

Média Geral = 234,71

Coeficiente de variação = 53,91 %

Tabela 10b. Influência dos tratamentos nos teores de espermina em hastes florais de *Zingiber spectabile* Griff.

Dias de observação	TEST	Nitrato de Prata	Cloreto de Cobalto	GA ₃	BAP	Médias
24/01/06	-	-	-	-	-	-
27/01/06	498,41Aa	541,69Aa	411,82 ABbc	200,67Bb	178,79Bb	366,27 b
30/01/06	565,84 Aa	229,51Bb	132,54Bcd	-	220,47Bb	229,67c
03/02/06	-	184,89Bb	892,21Aa	830,64Aa	801,14Aa	541,78 a
06/02/06	319,09Ab	-	71,71Ad	-	-	78,16 d
09/02/06	-	332,96ABab	500,13Ab	128,90Bb	-	192,40 cd
Médias	230,56	214,84	334,73	193,37	200,07	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Nas tabelas 11a e 11b estão apresentadas às análises de variância dos teores de espermidina em sorvetão, submetido a diferentes tratamentos pós-colheita. Pode-se notar que não ocorreram variações significativas para coleta, tratamento ou para a interação.

Tabela 11a. Análise de variância de espermidina em hastes florais de *Zingiber spectabile* Griff.

Causas de Variação	GL	SQ	SM	F	P (5%)
Coleta	5	490993,466	98198,693	3,140	n.s.
Tratamento	4	294385,907	73596,477	2,353	n.s.
Coleta x Tratamento	20	1705672,793	85283,640	2,727	n.s.
Resíduo	60	1705672,793	31278,229		
Total	89	4367745,936	49075,797		

* - significativo a 5%, n.s. – não significativo

Média Geral = 339,49

Coefficiente de variação = 52,09 %

Tabela 11b. Influência dos tratamentos nos teores de espermidina em hastes florais de *Zingiber spectabile* Griff.

Dias de observação	TEST	Nitrato de Prata	Cloreto de Cobalto	GA ₃	BAP	Médias
24/01/06	473,29	473,29	473,29	473,29	473,29	473,29
27/01/06	499,61	359,20	433,49	175,49	171,63	327,88
30/01/06	159,59	229,27	673,69	582,04	353,09	399,53
03/02/06	228,37	367,93	268,06	267,94	190,34	275,33
06/02/06	562,05	189,49	-	378,06	273,89	280,70
09/02/06	614,18	306,72	307,33	99,55	73,16	280,19
Médias	431,85	320,98	359,31	329,40	255,90	

O uso de GA₃ na solução conservante induziu altos teores de putrescina (Tabela 9b) ao longo do experimento, seguido dos tratamentos com BAP, nitrato de prata, testemunha e cloreto de cobalto. Verifica-se que houve aumento nos níveis de putrescina para o controle, GA₃ e BAP na coleta feita aos nove dias, enquanto que para o nitrato de prata o aumento verificado foi no quinto dia de coleta e para cloreto de cobalto, o aumento ocorreu no último dia (Figura 16).

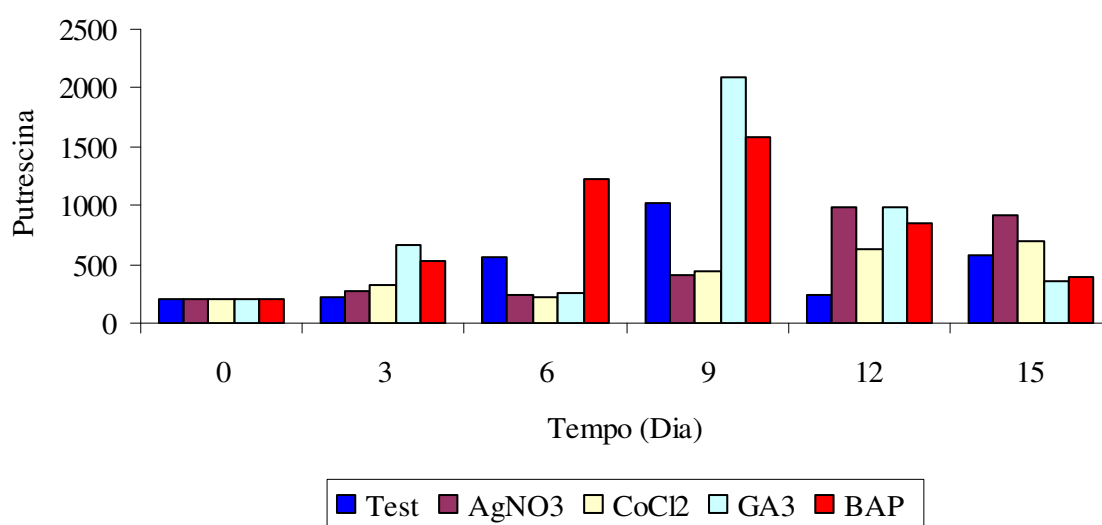


Figura 16. Teor de putrescina (nanomol de putrescina por grama de massa fresca) durante a conservação pós-colheita de sorvetão (*Zingiber spectabile* Griff) em ambiente climatizado.

Em relação à espermina, grandes variações foram observadas ao longo do experimento, em todos os tratamentos, sendo que, de uma maneira geral, inflorescências tratadas GA₃ com BAP apresentaram os menores valores em relação aos demais tratamentos (Tabela 10b). Grandes variações foram observadas ao longo do experimento, em todos os tratamentos, sendo que inflorescências tratadas com GA₃ e BAP apresentaram os menores valores de espermina em relação aos demais tratamentos, exceto no nono dia de avaliação. Os maiores valores foram observados na sexto dia para o tratamento controle e no terceiro dia de avaliação para nitrato de prata (Figura 17).

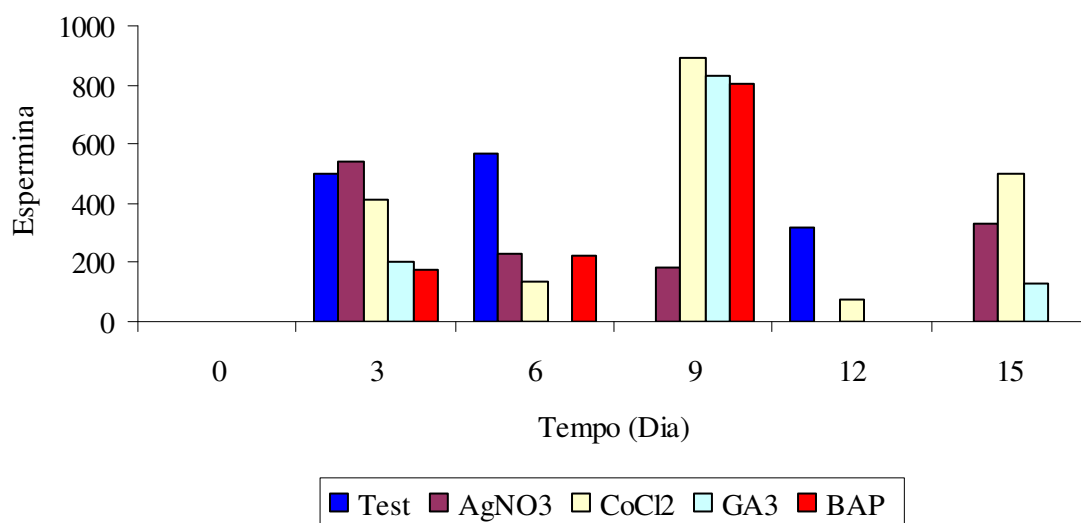


Figura 17. Teor de espermina (nanomol de espermina por grama de massa fresca) durante a conservação pós-colheita de sorvetão (*Zingiber spectabile* Griff) em ambiente climatizado.

A análise de espermidina, apesar de não mostrar diferenças significativas, mostram tendência que os reguladores BAP e GA₃ induzem os menores teores dessa poliamina. Em relação aos teores de espermidina, observa-se que há aumento nos níveis dessa tetramina no controle no último dia de coleta. Para cloreto de cobalto, giberelina e citocinina, o pico máximo ocorreu aos seis dias de experimento, sendo que para BAP, os níveis encontrados foram menores que o inicial. Para nitrato de prata, também a análise inicial mostrou maiores valores, sendo que foi encontrado um aumento aos nove dias de experimentação (Figura 18).

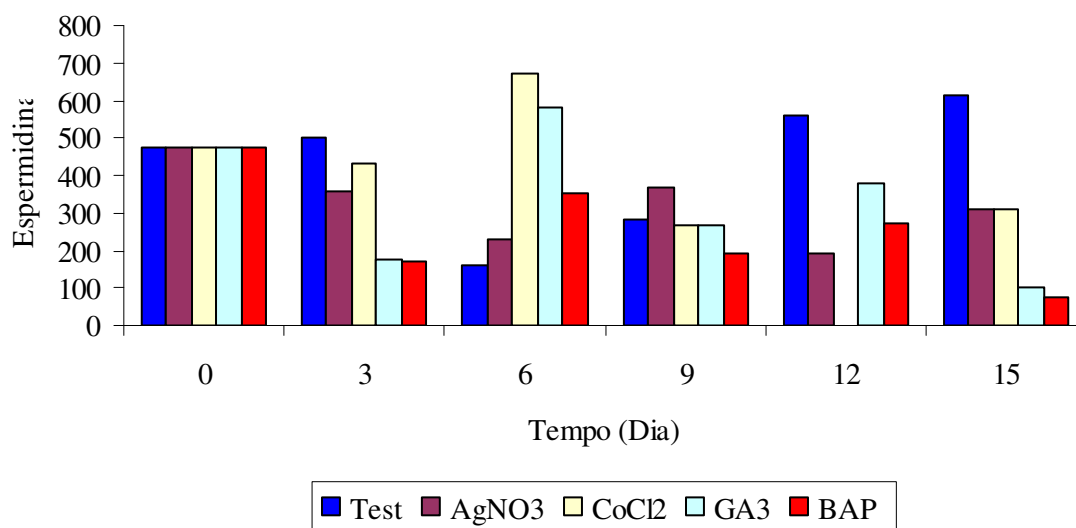


Figura 18. Teor de espermidina (nanomol de espermidina por grama de massa fresca) durante a conservação pós-colheita de sorvetão (*Zingiber spectabile* Griff) em ambiente climatizado.

Pode-se verificar, assim, que ocorre uma diminuição nos níveis das três poliaminas com o tempo de armazenamento, exceto para os teores de espermidina no controle. Esses resultados podem ser atribuídos ao desvio da síntese de poliaminas (espermidina e espermina para etileno) e na oxidação da putrescina pelas oxidases de putrescina (BOUCHEREAU et al., 1999).

Nota-se que os maiores teores das aminas foram encontrados para putrescina e espermidina. Resultados semelhantes são descritos por Serrano et al. (2001) em flores de cravo, onde os autores observaram valores altos para putrescina e espermidina, durante a pós-colheita.

Pela literatura, sabe-se que durante a senescência ocorre aumentos na atividade da ACC sintase (1-aminociclopropano sintase) e ACC oxidase, as quais convertem SAM (S-adenosilmetionina) em ACC e etileno, respectivamente. Entretanto, SAM também é precursor da síntese de espermina e espermidina, através da SAM descarboxialase, as quais são relacionadas com a juvenilidade ou capacidade de crescimento dos tecidos (TIBURCIO et al., 1997). Neste trabalho, pode-se observar que ocorre maior teor de putrescina em todos os tratamentos analisados, não sendo superado pelos níveis de espermina ou espermidina, o que poderia indicar que em todos os tratamentos, não houve realmente um efeito de atraso na senescência, assim, o estudo de outros retardantes de etileno ou de senescência em sorvetão seria aconselhável.

Estas afirmações acima podem ser melhor esclarecidas na Tabela 12, na qual é mostrada a relação putrescina/(espermidina + espermina). Quanto maior a relação, maior a formação de putrescina e menor a síntese de espermidina e espermina, substâncias que competem com a síntese de etileno. Nota-se, na média geral, que nenhum tratamento superou o controle.

A relação Put / (Spd + Spm) mostra altos valores nos tratamentos na coleta quatro, enquanto que no controle, a alta relação é observada aos nove dias. Nota-se também nesta coleta, que os maiores resultados para esta relação foram Cloreto de Cobalto, seguido de Nitrato de Prata, GA₃ e BAP. Possivelmente, essa relação encontrada indique que a testemunha aos nove dias já mostre alto grau de degeneração dos tecidos, o que foi atrasado pela aplicação dos tratamentos.

Tabela 12. Relação Put / (Spd + Spm) em hastes florais de *Zingiber spectabile* Griff.

Dias de observação	TEST	Nitrato de Prata	Cloreto de Cobalto	GA ₃	BAP	Médias
24/01/06	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
27/01/06	0,21	0,33	0,36	1,79	1,53	0,84
30/01/06	0,93	0,56	0,28	0,45	2,19	0,88
03/02/06	4,13	0,79	0,39	1,92	1,59	1,76
06/02/06	0,27	6,31	8,73	4,63	4,06	4,8
09/02/06	1,02	1,65	0,95	1,57	5,43	2,12
Médias	1,17	1,68	1,86	1,80	2,53	

Assim, como verificado anteriormente, hastes florais de sorvetão tratadas com BAP apresentaram os maiores teores de poliaminas durante o período de avaliação, sendo que a maior concentração de putrescina ocorreu na coleta 4, ou seja no décimo segundo dia de avaliações; a espermidinaa apresentou pico no início do experimento, especificamente na coleta 3, enquanto espermina, apresentou um aumento considerável até o nono dia de avaliação, aspecto que sugere possível longevidade para as inflorescências mantidas em solução conservante a base desse regulador vegetal, porem não pode-se descartar o uso do cloreto de cobalto. De acordo com Slocum et al. (1984) e Tiburcio et al. (1997), as poliaminas ocorrem em altas concentrações em tecidos jovens, uma vez que essas amins e etileno se formam e competem pelo mesmo precursor, ou seja, o SAM.

Espermidina e espermina podem ser oxidadas via poliaminas oxidases, gerando peróxidos, que podem ser utilizados em reações catalisadas pela peroxidase (BOUCHEREAU et al., 1999). A utilização de BAP mostrou, pelas análises visuais, não ter sido um bom tratamento, porém foi aquele que apresentou as menores atividades de peroxidase e de polifenoloxidase e a maior relação put/(spd + spm), enquanto que o uso de GA₃ apresentou bons resultados em relação à escala de notas e menor relação put/(spd + spm), podendo ser esse tratamento considerado como aquele que provavelmente, confere maior longevidade, pois mostra também baixo teor de fenóis totais solúveis em comparação com os demais tratamentos, com menores danos oxidativos, diferente do encontrado para a atividade da peroxidase, já que este tratamento mostrou alta atividade aos 3 e 6 dias após a colheita.

Outro aspecto que deve ser abordado em relação à presença de poliaminas é a atividade antioxidante exercida por estas substâncias, principalmente espermidina e espermina. A proteção de plantas contra danos oxidativos pelas poliaminas tem sido considerada (CHATTOPADHYAY et al., 2002). Em adição, poliaminas em geral, e putrescina (diamina) especificamente, é considerada como uma fonte anti-estresse em diversos tipos de plantas (MISHRA & SHARMA, 1994). Tang et al. (2004) observaram em tecidos com oxidação (escuros) diminuição nos teores de putrescina, espermidina e espermina na fração solúvel, comparado com tecidos intactos e aumento na atividade da polifenoloxidase e sugerem que possivelmente, as poliaminas estariam ligadas às membranas com a função de diminuir a sua degeneração. Kitada et al. (1979) foram os primeiros a sugerirem que as poliaminas podem agir como antioxidantes e relataram que espermina foi mais efetiva em inibir a peroxidação lipídica em fígado de ratos, devido à ligação de poliaminas com fosfolipídeos das membranas. Tadolini et al. (1984) sugerem que as poliaminas inibem a peroxidação pela ligação com cargas negativas na superfície das membranas. Neste trabalho, nota-se que mesmo com a presença de poliaminas, o escurecimento ocorreu, principalmente no final do período experimental, talvez pela própria senescência (estado mais avançado de oxidação e degeneração do tecido) ou por um possível teor de poliaminas nestes tecidos não serem suficientes para evitar os danos, como também descrito por Tang et al. (2004).

A menor atividade da peroxidase (Tabela 3b) e o maior teor de putrescina encontrado em tratamento com BAP poderia refletir o efeito protetor da putrescina contra danos oxidativos causados pela senescência (VERMA & MISHRA,

2005), como danos nas membranas, entre outros. Esse aumento da diamina, também encontrado em plantas tratadas com GA₃, poderia ser efeito dos reguladores vegetais terem afetado o teor de putrescina, auxiliando na manutenção de baixos níveis de peróxido no tecido, os quais são tóxicos e têm alto poder oxidante. Assim, apesar do tratamento com nitrato de prata ter mostrado melhor efeito nas análises visuais e o controle ter mostrado baixos valores para a relação put/(spd + spm), os tratamentos com BAP ou GA₃, principalmente GA₃, seriam mais indicados para manutenção pós-colheita de sorvetão em relação ao aspecto visual e perda de peso (Tabela 3b), ou talvez, uma possibilidade seria usar apenas a refrigeração, já que o controle tem mostrado boa conservação, em relação aos aspectos bioquímicos obtidos.

5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Dentro da linha de estudo sobre aspectos da fisiologia pós-colheita de flores tropicais é imprescindível realizar outras pesquisas considerando parâmetros visuais, físicos e bioquímicos para sorvetão e outras espécies de importância econômica. As análises bioquímicas permitem a seleção de marcadores de senescência e uma melhor compreensão dos outros aspectos analisados.

O presente ensaio mostrou que para sorvetão a bioquímica confirma as análises visuais e as físicas, uma vez que a perda de peso, a redução do consumo de solução conservante coincidiu com a intensificação dos sinais de senescência observados por volta do nono dia de avaliação, período em que para inflorescências tratadas com nitrato de prata e cloreto de cobalto, ocorreu um pico na atividade da peroxidase.

Os teores de carboidrato apresentam variações até o nono dia para todos os tratamentos, caracterizando a manutenção do metabolismo das inflorescências de sorvetão, uma vez que, nas análises visuais observa-se a ântese das flores até o nono dia de

avaliação, provavelmente, durante esse período as inflorescências tinham reservas suficiente para emitir flores do interior das brácteas.

A máxima atividade da polifenoloxidase foi registrada no sexto e nono dias de avaliação, já os teores de fenóis ocorrem no nono dia para as inflorescências tratadas com cloreto de cobalto, período em que se acentua o escurecimento das brácteas.

Putrescina apresentou pico no nono dia de avaliação para inflorescências, confirmando a tendência das outras análises realizadas. Os maiores teores de putrescina foram registrados no nono dia, inclusive esse pico foi observado nas inflorescências tratadas com os reguladores vegetais, aspecto que não ocorreu nas demais análises bioquímicas. Grandes variações foram observadas nos teores de espermina. Apesar da análise de espermidina não mostrar diferença significativa, os resultados mostram tendência que os reguladores vegetais utilizados induziram os menores teores dessa poliamina.

Com base nos resultados desse trabalho, sugere-se, que outros experimentos sejam conduzidos visando ampliar o estudo sobre a longevidade de inflorescências de sorvetão, baseados nos parâmetros utilizados no presente ensaio e testando outras concentrações de GA₃, além de outras giberelinas. Além disso, novos testes com outras concentrações da citocinina utilizada devem ser realizados.

6 CONCLUSÕES

Inflorescências colhidas com as brácteas do ápice fechado mantiveram esta característica até o final do experimento em todos os tratamentos, apresentando sintomas de envelhecimento como perda de turgescência, expansão generalizada das brácteas e rachaduras, intensificando-se até a necrose dos tecidos e mudança de coloração.

Conclui-se que a partir das análises não destrutivas, o tratamento com nitrato de prata foi o mais eficiente na manutenção da vida de vaso de sorvetão, porém devido a sua toxidez, recomenda-se o uso de reguladores, já que nas análises bioquímicas, os melhores tratamentos foram aqueles contendo ácido giberélico e citocinina.

A escala de notas confirmou as análises bioquímicas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTVORST, A. C. V.; BOVY, A. G. The role of ethylene in the senescence of carnation flower, a review. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 16, n. 1, p. 43-53, 1995.

APELBAUM, A.; BURGOON, A. C.; LIEBERMEN, M.; BEM-ARIE, R.; MATOO, A. K. Polyamines inhibit biosynthesis of ethylene in higher plant tissue and fruit protoplast. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 68, p. 453-456, 1981.

ARRIAGA, N. R. M.; GUERRERO, J. E. Effect of preservative solutions on the vaselife of cut flowers of chrysanthemum “Polaris” under two environmental conditions. Efecto de diferentes soluciones preservativas en la vida de florero de tallos florales de “Polaris” bajo dos condiciones ambientales. **Revista Chapingo: Serie Horticultura**, Tepic, v. 3, n. 1, p. 103-107, 1995.

ARRUDA, S. T.; OLIVETTI, M. P. A. ; CASTRO, C. E. F. Diagnóstico da floricultura do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 2, n. 2, p. 1-18, 1996.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos : teoria e prática**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 335 p.

BARBOSA, J. G.; MEDEIROS, A. R. S.; FINGER, F. L.; REIS, F. P.; ÁLVARES, V. de S.; BARBOSA, M. S. Longevity of lilly inflorescences harvested at different stages of development and pulsed with sucrose and silver thiosulfate (STS). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1 p. 99-104, 2006.

BESFORD, R.; RICHARDSON, C.; CAMPOS, J.; TIBURCIO, A. Effecto of polyamines on stabilization of molecules complexes in the thylakoid membrane of osmotically stressed oat leaves. **Planta**, v.189, p.201-206, 1993.

BEZERRA, F. C.; LOGES, V. Zingiberaceae. In: CARVALHO, A C. P. P. de; BARROSO, T. C. da S. F. (Ed.). **Flores Tropicais**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 103-128.

BELLE, R.; MAINARDI, J. C. C. T.; MELLO, J. B.; ZACHET, D. Abertura floral de *Dendranthema grandiflora* Tzvelev. 'Bronze Repin' após armazenamento a frio seguido de "pulsing". **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 63-70, 2004.

BOUCHEREAU, A.; AZIZ, A.; LARHER, F. ; MARTIN-TANGUY, J. Polyamines and environmental challenges: recent development. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 140, p. 103-125, 1999.

BRACKMANN, A. B.; FREITAS, R. A.; MELLO, S. T. de.; MACHADO, A. de. Vase life of chrysanthemum (*Dedranthema grandiflora*) in gibberellic acid solutions. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1451-1455, 2005.

BRADY, J. C. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman and Hall, 1993. 314 p.
BREDEMEIJER, G. M. M. Peroxidase activity and peroxidase isoenzyme patterns during growth and senescence of the unpolinated style and corolla of tabaco plant. **Acta Botanica Neerlandica**, Amsterdam, v. 22, p. 40-48, 1973.

BRENNAN, T.; FRENKEL, C. Involvement of hydrogen peroxidase in the regulation of senescence in pear. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 59, p. 411-416, 1997.

BROCHAT, T. K.; DONSELMAN, H. M.; WILL, A. A. **Golden torch, an orange Heliconia for cut flower use**. Gainesville: Sciences Agricultural; University of Florida, 1984. 4 p. (Circular, S-308) .

BURG, S. P. Ethylene, plant senescence and abscission. **Plant Physiology**, v. 43, p. 1503-1511, 1968.

CAMPANHA, M. M.; FINGER, F. L.; CECON, P. R.; BARBOSA J. G. Water relations of cut bird-of-paradise (*Strelitzia reginae* Ait.) inflorescences. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 27-31, 1997.

CANTILLANO, R. F. F. **Estudio del efecto de las atmosferas modificadas durante el almacenamiento y comercializacion de algunas frutas y hortalizas**. 1998. 276 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidad Politécnica de Valencia.

CANO, M. P.; ANCOS, B de.; MATAALLANA, M. C. CÁMARA, M.; REGLERO, G.; TABERA, J. Differences among Spanish and Latin-American banana cultivars: morphological, chemical and sensory characteristics. **Food Chemistry**, v.59, n.3., p.411-419, 1997

CARNEIRO, T. F.; FINGER, F. L.; SANTOS, V. R. dos.; NEVES, L. L. de M.; BARBOSA, J. G. Longevity of *Zinnia elegans* inflorescences affected by sucrose and recuts of the stem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 8, p. 1065-1070, 2002. online.

CASTRO, C. E. F. de. **Tratamentos químicos pós-colheita e critérios de avaliação da qualidade de cravos (*Dianthus caryophyllus* L) cv. Scania Sim**. 1984, 139 f. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CASTRO, C. E. F. de. **Helicônias como flores de corte: adequação de espécies e tecnologia pós-colheita**. 1993. 191 f. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Piracicaba.

CASTRO, C. E. F. de.; HONÓRIO, S. L. Colheita e conservação de flores. In: CASTRO, C. E. F. de (Coord). **Manual de floricultura**. Maringá: Editora da Universidade Estadual de Maringá, 1992. p. 37-43.

CAVALCANTE, R. A.; MOSCA, J. L.; MACIEL, V. T.; PAIVA, W. O. Efeito de solução *pulsing* com sacarose na manutenção pós-colheita de *Zingiber spectabilis* Griff. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 2, p. 564, 2005.

CLEMENT, E.; PASTORE, G. M. Peroxidase and polyphenoloxidase, the importance for food technology. **Boletim da SBCTA**, v. 32, n. 2, p. 167-171, 1998.

CHAITANYA, K. S. K.; NAITHANI, S. C. Kinetin-mediated prolongation of viability in recalcitrant sal (*Shorea robusta* Gaertn. F.) seeds at low temperature: role of kinetin in delaying membrane deterioration during desiccation-induced injury. **Journal of Plant Growth Regulation**, London, v. 17, p. 63-69, 1998.

CHATTOPADHYAY, M. K.; TIWARI, B. S.; CHATTOPADHYAY, G.; BOSE, A.; SENGUPTA, D. N.; GHOSH, B. Protective role of exogenous polyamines on salinity-stressed rice (*Oryza sativa*) plants. **Physiologia Plantarum**, Denmark, v. 116, p. 192-199, 2002.

COUEY, H. M. Chilling injury of crops of tropical and subtropical origin. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 17, n. 2, p. 162-165, 1982.

CRISOSTO, C. H.; JOHNSON, R. S.; DEJONG, T. Orchard factors affecting postharvest stone fruit quality. **HortScience**, Alexandria, v. 32 n. 5, p. 820-823. 1997.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981. 1262 p.

DA COSTA, N. P. Método da peroxidase para identificação de cultivares de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.1, p. 89-93, 1979.

DAVIS, T. D. et. al. Postharvest characteristics of cut inflorescences of *Lupinus havardii*. **HortTechnology**, Alexandria, v. 5, n. 3, p. 247-249, 1995.

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.

DIAS-TAGLIACOZZO, G. M.; CASTRO, C. E. F. Fisiologia da pós-colheita de espécies ornamentais. In: WACHOWICH, C. M.; CARVALHO, R. I. N. (Org.). **Fisiologia vegetal: produção e pós-colheita**. Curitiba: Champagnat, 2002. p. 359-382. (Coleção Agrárias).

DIAS-TAGLIACOSO, M. G.; ZULLO, M. A.; CASTRO, C. E. F.; Caracterização física e conservação pós-colheita de alpinia. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 9, n. 1, p. 17-23, 2003.

DIAS-TAGLIACOSO, G. M.; CASTRO, C. E. F. Manutenção da qualidade pós-colheita de *Zingiber spectabile* Griff. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 2, p. 563, 2005.

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

D'HONT, K.; LANGESLANG, J.; DAHLHAUS, B.L. Effects of different growth regulators and chemical treatments used during post harvest for preserving quality of chrysanthemums. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 298, p. 211-214, 1991.

DOORN, W. G. van; REID, M. S. Role of ethylene in flower senescence of *Gypsophila paniculata* L. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 1, p. 265-272, 1992.

DOWS, C. G.; REIHANA, M.; DICK, H. Bud opening treatments to improve *Gypsophila* quality after transport. **Scientia Horticulturae**, Oxford, v. 34, p. 301-310, 1988.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 28, n.3, p. 350-6, 1956.

EASON, J. R.; VRE, L. A. de; SOMERFIELD, S. D. HEYES, J. A. Physiological changes associated with *Sandersonia aurantiaca* flower senescence in response to sugar. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam v.12, n.1, p.43-50, 1997.

FINGER, F. L.; CAMPANHA, M. M.; BARBOSA, J. G.; FONTES, P. C. R. Influence of ethephon, silver thiosulfate and sucrose pulsing on bird-of-paradise vase life. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, DF, v. 11, n. 2, p. 119-122, 1999.

FLORACK, D. E. A. et. al. Toxicity of peptides to bacteria present in the vase water of cut roses. **Postharvest Biology and Tecnology**, Amsterdam, v. 8, n. 1, p. 285-291, 1996.

FLORES, H. E.; GALSTON, A. W. Analysis of polyamines in higher plants by high performance liquid chromatography. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 69, p. 701-706, 1982.

FRANCK, C.; LAMMERTYN, J.; HO, Q. T.; VERBOVEN, P.; VERLINDEN, B.; NICOLAÏ, B. M. Browning disorders in pear fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 43, n. 1, p. 1-13, 2007. Review article.

FRANCO, R. E.; HAN, S. S. Respiratory changes associated with growth-regulator delayed leaf yellowing in Easter lily. **Journal American Society Horticultural Science**, Mount Vernon, 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-chá'. In: MOSTRA INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4., 2001, Cachoeira do Sul. **Anais...** Cachoeira do Sul: ULBRA, 2001. v. 4, p. 184.

GASPAR, T.; PENEL, C.; THORPE, T.; GREPPIN, H. **Peroxidase 1970-1980. A survey of their biochemical and physiological roles in higher plants**. Genève: University of Genève, 1982. 324 p.

GEORGE, E. F. **The components of culture media**: plant propagation by tissue culture. 2 ed.: Exegetics, p.273-343, 1993.

GONZAGA, A.R. ; MOREIRA, L.A.; LONARDONI, F.; FARIA, R.T. Longevidade pós-colheita de inflorescências de girassol afetada por nitrato de prata e sacarose. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, Campinas, v.7, p.73-77, 2001.

GORTNER, W. A.; KENT, M. S. The coenzyme requirement and enzyme inhibitions of pineapple inodole acetic and oxidase. **Journal Biological Chemistry**, Bethesda, v. 233, n. 2, p. 731-35, 1988.

HALEVY, A. H. Treatments to improve water balance of cut flowers. **Acta Horticulturae**, Sweden, v.64, p. 223-230, 1976.

HALEVY, A. H.; DILLEY, D. R.; WIIHWER, S. H. Senescence inhibition and respiration induced by growth retardants and N⁶-benzyladenine. **Plant Physiology**, v.91, p.1085-1089, 1966.

HALEVY, A. H.; MAYAK, S. Senescence and postharvest physiology of cut flower. Part 2. **Horticultural Reviews**, Westport, v. 1, p. 59-143, 1981.

HARDENBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. **Almacenamiento comercial de frutas, legumes y existencias de floriesterias y viveiros**. Costa Rica: IICA, 1988. p. 91-121.

HEYDE, O. M.; OYDVIN, J. Effects of 6-benzillamino-purine on the keeping quality and respiration of glasshouse carnations. *Hort Res*, v.9, p.26-36, 1969.

IADEROZA, M.; SALES, A. M.; BALDINI, V. L. S.; SARTORI, M. R.; FERREIRA, V. L. P. Atividade de polifenoloxidase e alterações da cor e dos teores de taninos condensados em novas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) durante o armazenamento.

Coletânea do ITAL, Campinas, v. 19, n. 2, p. 154 - 64, jul./dez., 1989.

ICHIMURA, K.; HIRAYA, T. Effects of silver thiosulfate complex (STS) in combination with sucrose on the vase life of cut sweet pea flowers. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 68, n. 1, p. 23-27, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA – IBRAFLOR. **Exportação Brasileira de Flores e Plantas Ornamentais em 2005**. Campinas, São Paulo, 2006, 12p.

JACOMINE, P.K.T; CAVALCANTI, A.C.; RIBEIRO, M.R.; et. al. **Levantamento exploratório - reconhecimento de solos da margem esquerda do Rio São Francisco, estado da Bahia**. Recife: EMBRAPA – Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1976. (Boletim técnico, 38. Série Recursos de Solos, 7).

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

JONGSUK, L. et al. Effect of postharvest treatment and preservative solutions on flower quality and vase life of cut chrysanthemums. **Journal of the Korean Society for Horticulture**, Taejon, v. 1, n. 37, p. 136-140, 1996.

KALTALER, R. E. L.; STEPONKUS, P. L. Factors affecting respiration in cut roses. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 101, p. 352-354, 1976.

KAPPERS, I. F.; JORDI, W.; MAAS, F. M.; VAN DER PLAS, L. H. W. Gibberellins in Leaves of *Alstroemeria hybrida*: Identification and Quantification in Relation to Leaf Age. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 16, n. 4, p. 219-225, December, 1997.

KAPPERS, I. F.; JORDI, W.; TSESMETZIS, N.; MAAS, F. M.; VAN DER PLAS, L. H. W. GA₄ Does Not Require Conversion into GA₁ to Delay Senescence of *Alstroemeria hybrida* Leaves. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v. 17, n. 2, p. 89-93, May, 1998.

KITADA, M. K.; IGARASHI, S.; HIROSE, S.; KITAGAWA, H. Inhibition by polyamines of lipid peroxide formation in rat liver microsomes. **Biochem Biophys Res Commun**, v. 87, p. 388-394, 1979.

KONISHI, Y.; KITAZATO, S.; ASANO, R.; NAKATANI, N. Polymorphism of acid and neutral 3-glucosidases in banana pulp: changes in apparent pI and affinity to Con A of enzymes during ripening. **Agric. Biol. Chem.**, v. 55, n.4, p.1089-1094, 1991.

KRESS, W. J.; PRINCE, L. M. ; WILLIAMS, K. J. The phylogeny and a new classification of the ginger (Zingiberaceae): evidence from molecular data. **American Journal of Botany**, Neil Ave, Columbus, v. 89, n.10, p. 1682-1696, 2002.

KRUSHAL, S.; MOORE, K. G. Role of ethylene in keeping quality of chrysanthemum flowers. **Advances in Horticultural Science**, v. 6, n.4, p. 177-178, 1992.

KUC, R.; WORKMAN, M. The relation of maturity to the respiration and keeping quality of cut carnations and chrysanthemums. **Proceedings of the American society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 84, p. 575-81, 1964.

KUMAR, A.; ALTABELA, T.; TAYLOR, M. A.; TIBURCIO, A. F. Recent advances in polyamine research. **Trends in Plant Science-Reviews**, v. 2, n. 4, p. 124-30, 1997.

LAMAS, A. M. **Floricultura Tropical**: Técnicas de cultivo e pós-colheita de flores e folhagens. Fortaleza: Instituto Frutal, 2002. 135 p.

LASCHI, D.; TAVARES, A. R.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O.; MUÇOUÇA, F. J.; GRANATO, S. 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. 120 f. Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

LAU, O. L.; YANG, S. F. Inhibition of ethylene production by cobaltous ion. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 58, p. 114-117, 1976

LEJA, M.; MARECZEK, A.; BEN, J. Antioxidant properties of two apple cultivars during long-term storage. **Food Chemistry**, v. 80, n.3, p. 303-307, March, 2003, Article.

LEJA, M.; MARECZEK, A.; STARZYŃSKA, A.; ROSEK, S. Antioxidant ability of broccoli flower buds during short-term storage. **Food Chemistry**, Barking, v. 72, n. 2, p. 219-222, 2001.

LEJA, M.; ROZEK, S.; MYCZKOWSKI, J. The effect of fertilization with different forms of nitrogen on greenhouse lettuce quality and its changes during storage. III. Phenolic metabolism. **Folia Horticulturae**, v. 6, n. 1, p. 63-72, 1994.

LEE, C. Y. Phenolic compounds in food and their effects on health I. In: HO, C. T.; LEE, C. Y.; HUANG, M. T. (Ed.). **ACS symposium series**, Washington, DC: American Chemical Society, 1992, v.506, p. 305. (ACS Symposium Series, 506).

LIMA, G. P. P.; BRASIL, O. G.; OLIVEIRA, A. M. Poliaminas e atividade da peroxidase em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado sob estresse salino. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, p. 21-25, 1999.

LIMA, G. P. P. **Efeito do cálcio sobre o teor de poliaminas, peroxidases e nitrato redutase em calos de arroz (*Oryza sativa* L. cv IAC 4440)**. 1994. 84 f. Tese (Doutorado)-Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu.

LIMA, G. P. P. **Marcadores bioquímicos de injúrias pelo frio e de maturação em bananas (*Musa acuminata* AAA Simm. & Shep. cv nanica)**. 2000. 103 f. Tese (Livre Docência) – UNESP, Instituto de Biociências, Campus de Botucatu.

LIMA, J. D.; MORAES, W. da S. ; SILVA, C. M. da. **Tecnologia pós-colheita de flores de corte**. Disponível em: < www.biologico.sp.gov.br/rifib/XIVRifib/lima.PDF>. Acesso em: 19 set. 2006.

LOGES, V.; TEIXEIRA, M. do C. F.; CASTRO, A. C. R. de, COSTA, A. da. Harvest and postharvest of tropical flowers in Pernambuco State. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 3, p. 699-702, 2005.

LUCHSINGER, L.E.; WALSH, C.S.; SMITH, M. Chilling injury of peach fruits during storage. **Horticultural Science**, v. 25, n. 5, p. 31-36, 1996.

LUKASZEWSKA, A. J. Effect of the preservative solution on keeping qualities of the new Diana carnations. **Annals of Warsaw Agricultural University - SGGW, Horticulturae**, Warsaw, n. 17, p. 25-30, 1996.

MACHAKOVA, L.; ZMRHAL, Z. Isoperoxidase involved in ethylene biosynthesis. **Physiologia Plantarum**, Denmark, v. 53, p. 479-482, 1981.

MACLEAN, D. C.; DEDOLPH, R. R. Effects of N-benzylaminopurine on postharvest respiration of *Chrysanthemum morifolium* and *Dianthus caryophyllus*. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 124, p. 20-21, 1962.

MARANON, M. J. R.; VAN HUYSTEE, R. B. Plant peroxidases: Interaction between their prosthetic groups. **Phytochemistry**, v.37, n.5, p.1217-1225, 1994.

MAROUSKY, F. J. Inhibition of vascular blockage and increased moisture retention in cut roses induced by pH, 8-hydroxyquinoline citrate and sucrose. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, Alexandria, v. 96, n. 1, p. 38-41, 1971.

MAYAK, S.; HALEVY, A. H. Cytokinin activith in rose petals and its relation to senescence. **Plant Physiol**, v. 46, p. 497-499, 1970.

MAYAK, S.; HALEVY, A. H. Flower senescence. In: THIMAN, K. V. (Ed) **Senescence in plants**. Boca Raton: CRC Press, 1980. p.131-156.

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

MAYER, A. M. Polyphenol oxidases in plants and fungi: Going places? A review REVIEW ARTICLE. **Phytochemistry**, v. 67, n. 21, p. 2318-2331, November 2006.

MATTIUZ, C. F. M.; RODRIGUES, T. de J. D.; MATTIUZ, B. ; PIVETTA, K. F. L. Aspectos fisiológicos e qualitativos da conservação pós-colheita de inflorescências de gengibre vermelho [*Alpinia purpurata* (Vieill.) K. Schum]. **Cientifica**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 83-90, 2005.

MATTOO, A. K.; MODY, V. V. Ethylene and ripening of mangoes. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 44, p. 308-310, 1969.

MATILE, P. ; WINKENBACH, E. Function of Izoenzymes and Iysosomal in senecing corolla of the morning glory (*Ipomoea purpurea*). **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 22, p. 759-771, 1971.

MEIR, S.; PHILOSOPH-HADAS, S.; MICHAEL, R. DAVIDSON, H.; FOGELMAN, M.; SHAFFER, A.; STROMME, E. Improvement of the keeping quality of mini-gladiolus spikes during prolonged storage by sucrose pulsing and atmosphere packaging. **Acta Horticulturae**, Sweden, n.405, p.335-42, 1995.

MELLO, A. M. 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, 4., 2001, Cachoeira do Sul. **Anais...** Cachoeira do Sul: ULBRA, 2001. v. 4, p. 183.

MISHRA, S. D.; GAUR, B.; BEDEKER, W. M.; SINGH, B. B. Isolation, identification, and significance of free radicals in senescing leaves. **Acta Botanica Indica**, Meerut College, v. 4, p. 131-138, 1976.

MISHRA, S. N.; SHARMA, I. Putrescine as a growth inducer and as a source of nitrogen for mustard seedlings under sodium chloride salinity. *Indian Journal of Experimental Biology*, New Delhi, v. 32, p. 916-918, 1994.

MOURA, A. C. de C.; ABREU, C. M. P. de; SANTOS, C. D. dos; CORRÊA, A. D. Influência da exposição ao sol, dos tipos de secagem e do armazenamento, na atividade de peroxidase e polifenoloxidase e fenólicos totais em duas cultivares e uma linhagem de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 2, p. 345-352, 1999

MURR, D. P.; VENKATARAYAPPA, T.; TSUJITA, M. J. Counteraction of bent neck of cut roses with cobalt nitrate. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 59, p.1169-1171, 1979.

MUSGRAVE, M. E. Cytokinins and oxidative process In: MOK, D. W. S.; MOK, M. C. (Ed). **Cytokinins: chemistry, activity, and function**. Boca Raton: CRC, 1994.

NELLES, A Short-term effects of plant hormones on membrane potential and membrane permeability of dwarf maize coleoptile cells (*Zea mays* L) in comparison with growth responses. **Planta**, v.137, p.293-298, 1977.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 135, p. 136-375, 1944.

NICHOLS, R. Senescence and sugar atatus of the cut flower. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 4, p. 21-29, 1975.

NOGUEIRA, F.T.S.; ROSA JR, V. E. de.; MENOSSE, M.; ULIAN, E. C.; ARRUDA, P. RNA Expression Profiles and Data Mining of Sugarcane Response to Low Temperature¹. **Plant Physiology**, v. 132, p. 1811-1824, 2003.

NOWAK, J.; GOSZCZYNSKA, D.; RUDNICKI, R. M. Storage of cut flowers and ornamental plants: present status and future prospects. **Postharvest News and Information**, London, v. 2, n. 4, p. 255 - 260, 1991.

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

OBUKOWICK, M.; KENNEDY, G.S. Phenolic ultracytochemistry of tobacco cells undergoing to hypersensitive reaction to *Pseudomonas solanacearum*. **Physiologia Plantarum Pathological**, v.18, p.339-344, 1981.

OHKAWA, K.; KASAHARA, Y.; SUH, J.N. Mobility and effects on vase life of silver-containing compounds in cut rose flowers. *HortScience*, 34, p.112-113, 1999.

OLIVEIRA, M. A. **Comportamento pos-colheita de pessegos (*Prunus persica* L. Bastsch) revestidos com filmes a base de amido como alternativa a cera comercial**. Botucatu, 2000, 101 p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

OLIVEIRA, M. J. G. de. **Tecnologia pós-colheita de *Heliconia* sp.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1996. 111p.

PANDEY, S.; RANADE, S. A.; NAGAR, P.K.; KUMAR, N. Role of polyamines and ethylene as modulators of plant senescence. **Journal of Biosciences**, v. 25, p. 291–299, 2000.

PANTASTICO, E. B. et al. **Harvest indices**. In: PANTASTICO, E. B. ed. *Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables*. Westport. **The AVI Publishing Company Inc.**, Cap. 4 e 5. 1975.

PAULIN, A. et al. Les solutions nutritives pour les fleurs coupées. **Courrier du CNRS**, n. 27, p. 32-37, 1978.

PAULIN, A. **La poscosecha de las flores cortadas bases fisiológicas**. 2. ed. Santafé de Bogotá : HortiTecnia, 1997. 137 p.

PAULL, R. E.; CHANTRACHIT, T. Benzyladenine and the vase life of tropical ornamentals. **Postharvest Biology and Tecnology**, Amsterdam, v. 21, p. 303-310, 2001.

PAULL, R. E.; HIGAKI, IMAMURA, J. S. Season and fertilization effect the post-harvest flower life of anthhurium. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 49, p. 125-134, 1992. #

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

PINTO, J. B. **Tecnologia pós-colheita: armazenamento de rosas cultivar "Vegas"**. Campinas, 1997. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas.

PORAT, R. et al. 1-Methylcyclopropene inhibits ethylene action in cut phlox flowers. **Postharvest Biology and Tecnology**, Amsterdam, v. 6, n. 4, p. 313-319, 1995.

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

REDDY, S.J. e AMORIM NETO, M. da S. **Dados da precipitação, evaporação potencial, radiação solar global de alguns locais e classificação climática do Nordeste do Brasil**. Petrolina EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido. 1983. 280p.

REID, M. S. Ethylene and abscission. **HortScience**, Alexandria, v. 20, n. 1, p. 45-50, 1985.

- REID, M. S. Post harvest handling cut flowers. **Horticultural Crops**, v. 45, p. 1-6, 1980.
- REYS, M. U.; PAULL, R. E. Effect of storage temperature and ethylene treatment on guava (*Psidium guajava* L.) fruits ripening. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 6, n. 3/4, p. 357-365, 1995.
- ROGERS, H. J. Programmed cell death in floral organs: How and why do flowers dye? **Annals of Botany**, London, v. 97, p. 309-315, 2006.
- ROGERS, M. N. A histological and critical review of post-harvest physiology research on cut flower. **Hort Science**, v.8, p. 198-194, 1973.
- ROHWER, F.; MADER, I. The role of peroxidase en ethylene formation from 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid. **Z. Pflanz.**, v.104, p.363-372, 1981.
- SACALIS, N. J. Prolonging freshness: postproduction care & handling. In: BALL, V. (Org.). **Cut flowers**. 2. ed. Illinois: Ball, 1993. p. 47-49.
- SAKS, Y.; STADEN, J. V. Evidence for the involvement of gibberellins in developmental phenomena associated with carnation flower senescence. *Plant Growth Regulation*, v.12, n.1-2, p.105-110, 1993.
- SATURNINO, H. M. A floricultura no Brasil. In: ENCONTRO DE PESQUISADORES EM FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 1.; 1979, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG : UFV, 1979. p.11-18.
- SCANDALIOS, J. G. Oxygen stress and superoxide dismutase. *Plant Physiol*, v.101, p.7-12, 1993.
- SERRANO, M.; AMORÓS, A.; PRETEL, M. T.; MARTÍNEZ-MADRID, M. C.; ROMOJARO, F. Preservative solutions containing boric acid delay senescence of carnation flowers. **Postharvest Biology and Tecnology**, v.23, p.133-142, 2001.

SEWAKE, K. T.; UCHIDA, J. Y. **Diseases of heliconia in Hawaii**. College of Tropical Agriculture and Human Resources, 1995. 18 p.

SHAUL, O. et al. Suppression of *Botrytis blight* in cut rose flowers with gibberellic acid: effect of concentrations and mode of application. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 6, n. 6, p. 321-330, 1995.

SHIGEOKA, S.; ISHIKAWA, T.; TAMOI, M.; MIYAGAWA, Y.; TAKEDA, T.; YABUTA, Y.; YOSHIMURA, K. Regulation and function of ascorbate peroxidase isoenzymes. *J. Exp. Bot.*, v.53, p.1305-1319, 2002.

SIDDIQ, M.; SINHA, N. K.; CASH, J. N. Characterization of polyphenoloxidase from “Stanley” plums. **Journal Food Science**, Chicago, v. 57, n. 5, p.1177-1179, 1992.

SIEGEL, B. Z. Plant peroxidase: an organism perspective. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 12, p. 303-312, 1993.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic and phosphotungstic acid reagents. **American Journal Enol. Viticulture**, v.16, p.144-147, 1965.

SKUTNIK, E. et al. Effect of growth regulators on postharvest characteristics of *Zantedeschia aethiopica*. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 21, n. 2, p. 241-246, 2001.

SLOCUM, R. D.; KAUR-SAWHNEY, R.; GALSTON, A. W. The psychology and biochemistry of polyamines in plants. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, San Diego, v. 235, p. 283-303, 1984.

SMITH, T. A. Polyamines. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 36, p. 117-143, 1985.

SUTTLE, J. C. Effect of polyamines on the ethylene production. **Phytochemistry**, Nova York, v. 20, n. 7, p. 1477-480., 1981.

STABY, G. L.; ROBERTSON, J. L.; KIPLINGER, D. C.; CONOVER, C. A. **Proceedings of National Floricultural Conference on Commodity Handling**. Columbs: Ohio Floricultural Association, 1976, 72 p.

TADOLINI, B.; CABRINI, L.; LANDI, E.; VARANI, E.; PASQUALI, P. Polyamine binding to phospholipid vesicles and inhibition of lipid peroxidation. **Biochem Biophys Res Commun**, v. 122, p.550–555, 1984.

TANG, W.; NEWTON, R. J.; OUTHAVONG, V. Exogenously added polyamines recover browning tissues into normal callus cultures and improve plant regeneration in pine. **Physiologia Plantarum**, v. 122, n. 3, p. 386–395, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 2. ed. Sunderland. Sinamer Associats, Inc., Publishers, 1998, 792 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719 p.

TIBURCIO, A. F.; ALTABELLA, T.; BORREL, A.; MASGRAU, C. Polyamine metabolism and its regulation. **Physiol. Plant.**, v.100, p. 664-674, 1997.

TIBURCIO, A. F.; KAUR-SAWHNEY, R.; GALSTON A.W. Polyamine metabolism. In Miflin, B. J.; Lea, P.J. (eds) **The Biochemistry of Plants: Intermediary Nitrogen Metabolism**. Academic Press, New York, pp 283-325, 1990.

TOMLINSON, P. B. Phylogeny of the Scitamineae - morphological and anatomical considerations evolution. **Boulder**, v.16, p.192-213, 1962.

UPFOLD, S. J.; VAN STADEN, I. Polyamines and carnation flower senescence: Endogenous levels and effect of applied polyamines on senescence. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 10, p. 355-362, 1991.

VALERO, D.; MARTÍNEZ-ROMERO, D.; SERRANO, M. The role of polyamines in the improvement of the shelf life of fruit. **Trends in Food Science & Technology**, v.13, n. 6-7, p. 228-234, June/July, 2002.

VAMOS-VIGYAZO L. Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables. **Crit Rev Food Sci Nutr**, v.15, n.1, p.49-127, 1981.

VAN DOORN, W. G. Role of carbohydrates in flower senescence: a survey. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 543, p.179-183, 2001.

VAN DOORN, W. G.; 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. Amer. Soc. Hort. Sci**, v.115, n.6, p.979-981, 1990.

VAN DOORN, W. G.; REID, M. S. Role of ethylene in flower of *Gypsophila paniculata* L. **Postharvest Biology and Technology**, v.1, p. 265-272, 1992.

VELTMAN, R. H.; LARRIGAUDIÈRE, C.; WICHERS, H. J.; VAN-SCHALK, A. C. R.; VAN DER PLAS, L. H. W. ; OOSTERHAVEN, J. PPO activity and polyphenol content are not limiting factors during brown core development in pears (*Pyrus communis* L. cv. Conference). **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 154, p. 597-702, 1999.

VENKATARAYAPPA, T.; TSUJITA, M. J.; MURR, D. P. Influence of cobalt ion (Co^{2+}) on the postharvest behavior of Samantha roses. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 105, p.148-151, 1980.

VERMA, S.; MISHRA, S. N. Putrescine alleviation of growth in salt stressed Brassica juncea by inducing antioxidative defense system. **Journal of Plant Physiology**, v. 162, n. 6, p. 669-77, 2005.

VINSON, J. A.; YONG, H.; XUCHUI, S.; ZUBIK, L. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: vegetables. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 46 p. 3630-3634, 1998.

WALKER, G, C. Color determination frozen French beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of food Science**, Oxford, v. 29, n. 4, p. 383-88, 1964.

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

WILLIAMSON, V. G.; MILBURN, J. A. Cavitation events in cut stems kept in water: implications for cut flower senescence. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 64, p. 219-232, 1995.

YAHIA, E.M.; CONTRERAS-PADILLA, M.; GONZALEZ-AGUILAR, G. Ascorbic acid content in relation to ascorbic acid oxidase activity and polyamine content in tomato and bell pepper fruits during development, maturation and senescence. **Food Sci Technol**, v. 34, p.452-457, 2001.

ZHOU, Y.; DAHLER, J. M.; UNDERHILL, S. J. R.; WILLS, R. B. H. The role enzymes associated with blackheart development in pineapple. **Food Chemistry**, Barking, v. 80, p. 565-572, 2003