



ROSEANE RODRIGUES DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO INICIAL E PÓS-
COLHEITA DE ALPÍNIA**

LAVRAS – MG

2012

ROSEANE RODRIGUES DE SOUZA

DESENVOLVIMENTO INICIAL E PÓS-COLHEITA DE ALPÍNIA

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Orientadora

Dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva

LAVRAS – MG

2012

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Souza, Roseane Rodrigues de.
Desenvolvimento inicial e pós-colheita de alpínia / Roseane
Rodrigues de Souza. – Lavras : UFLA, 2012.
101 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.
Orientador: Patrícia Duarte de Oliveira Paiva.
Bibliografia.

1. *Alpinia purpurata*. 2. Floricultura. 3. Radiação solar. 4. Flor
de corte. 5. Longevidade. I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título.

CDD – 635.932

ROSEANE RODRIGUES DE SOUZA

DESENVOLVIMENTO INICIAL E PÓS-COLHEITA DE ALPÍNIA

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 27 de setembro de 2012.

Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima	UFLA
Dr. Amauri Alves de Alvarenga	UFLA
Dra. Elka Fabiana Aparecida Almeida	EPAMIG
Dra. Heloisa Helena de Siqueira Elias	UFLA

Dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva
Orientadora

LAVRAS – MG

2012

*A Deus, por iluminar meus caminhos,
fortalecendo-me sempre com sua onipresença.*

OFEREÇO

*À minha inesquecível mãe, Rosvani (in memoriam),
que sempre me motivou nos estudos,
não poupando esforços para que eu realizasse meus sonhos.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida e pelas oportunidades de crescimento, e a Jesus Cristo, pelos ensinamentos de como viver o verdadeiro amor fraterno;

A Nossa Senhora Aparecida, por interceder em minha vida junto a Deus;

À minha mãe Rosvani (*in memoriam*), pelo amor, dedicação, proteção e exemplo de simplicidade e humildade;

Ao meu irmão Jander, pelo amor, paciência e bravura em enfrentar estradas desconhecidas, em um período de chuvas constantes, para buscar comigo as alpinias utilizadas nos experimentos de pós-colheita;

Ao meu pai Edvaldo, pelo carinho e apoio;

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade da realização do curso de Doutorado;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudos;

À professora Patrícia Duarte de Oliveira Paiva, pela orientação e confiança;

Ao professor Luiz Carlos de Oliveira Lima, pela contribuição na avaliação desse trabalho e por ceder o Laboratório de Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças para realização dos experimentos;

Ao professor Amauri Alves de Alvarenga e à pesquisadora Elka Fabiana Aparecida Almeida, pela disponibilidade em avaliar esse trabalho;

À pesquisadora Heloisa Helena de Siqueira Elias, pela amizade, orientação na realização das análises bioquímicas e disponibilidade em avaliar esse trabalho;

À mestranda Ângela Maria Pereira do Nascimento, pela amizade, paciência e ajuda na condução dos experimentos;

À doutoranda Daniella Nogueira Moraes Carneiro, pelo auxílio na avaliação visual dos experimentos de pós-colheita;

Ao servidor técnico Luiz, do Setor de Floricultura e Paisagismo, pela ajuda na instalação e tratos culturais do experimento de campo;

Aos colegas do Núcleo de Estudos em Paisagismo e Floricultura, pela convivência harmoniosa;

Aos professores que tive a oportunidade de conhecer e conviver em todas as etapas do meu aprendizado e formação, pelos exemplos, ensinamentos, incentivo e dedicação;

Aos amigos conquistados em minha vida, pelos momentos vividos e por contribuírem com meu aprimoramento como ser humano;

A todos que acreditaram na minha capacidade e que de alguma forma fizeram desse trabalho uma realidade.

Eternamente grata!
Que Deus os abençoe.

RESUMO

O prolongamento na vida de vaso de flores cortadas relaciona-se a fatores pré e pós-colheita, sendo os de pré-colheita referentes ao estágio de maturação floral e às condições de cultivo, e os de pós-colheita atribuídos às condições de conservação. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes níveis de sombreamento, qualidade espectral de malhas e espaçamentos no desenvolvimento inicial de alpínias 'Jungle Queen' e 'Jungle King'; e analisar a influência de diferentes concentrações de ácido giberélico e cera de carnaúba na qualidade e longevidade pós-colheita de alpínia 'Red Ginger'. No primeiro experimento, rizomas-semente foram plantados em 5 ambientes (pleno sol, malhas pretas 30% e 50%, malhas azul 50% e vermelha 50%) e 2 espaçamentos (0,8 x 1,0 m e 0,8 x 1,5 m). Os rizomas-semente entraram em dormência de abril a agosto, sendo que a brotação desses iniciou-se com o aumento da temperatura. O espaçamento não influenciou no desenvolvimento inicial das plantas. O sombreamento de 50%, associado às malhas preta, azul ou vermelha, favoreceu o desenvolvimento inicial de alpínia. O segundo experimento constituiu do *pulsing* de GA₃ por 24 horas em hastes florais de alpínia, nas concentrações 0, 5, 25, 50 e 100 mg L⁻¹, armazenadas em câmara fria a 18 °C e UR de 91% por 31 dias. A concentração de 5 mg L⁻¹ de GA₃ prolongou a durabilidade comercial, promoveu menores alterações nos teores de açúcares solúveis totais em brácteas e reduziu a atividade peroxidásica e polifenoloxidásica em brácteas e base de hastes florais de alpínia. O terceiro experimento testou a pulverização de cera de carnaúba em inflorescências de alpínia, nas concentrações 0,0; 1,5; 3,0; 6,0; 9,0; 12,0 e 15,0% de cera. Pode-se recomendar para inflorescências de alpínia a pulverização de cera de carnaúba em concentrações de até 3%.

Palavras-chave: *Alpinia purpurata*. Radiação solar. Longevidade.

ABSTRACT

Vase life longevity of cut flowers is related to pre and postharvest factors, being the pre-harvest factors are referring to floral ripening stage and the cultivation conditions, and the postharvest factors are attributed to the conservation conditions. Thus, this work was carried out with the purpose of evaluating the effects of different levels of shading, spectral quality of screens and spacing in the initial development of 'Jungle Queen' and 'Jungle King' gingers, and to analyze the influence of different gibberellic acid and carnauba wax concentrations in quality and postharvest longevity of 'Red Ginger'. In the first experiment, rhizomes-seed were planted in 5 different environments (full sun, black screens with 30% and 50% shading, blue and red screens with 50% shading) and 2 spacing per plants (0.8 x 1.0 m and 0.8 x 1.5 m). Rhizomes-seed remained dormant from April to August, and the shooting of these rhizomes began with the temperature increasing. The spacing did not influence the initial development of plants. Shading of 50%, associated with the black, blue or red screens, favored the initial development of 'Jungle Queen' and 'Jungle King' gingers. The second experiment consisted of *pulsing* for 24 hours in red ginger floral stems at concentrations 0, 5, 25, 50 and 100 mg L⁻¹ of GA₃, stored at temperature 18 °C and 91% RH for 31 days. Concentration of 5 mg L⁻¹ of GA₃ prolonged the commercial durability, promoted lower changes in the soluble sugars levels in bracts and reduced peroxidase and polyphenoloxidase activities in bracts and in the base of floral stems. The third experiment tested the spraying of carnauba wax in the red ginger inflorescences at concentrations 0.0; 1.5; 3.0; 6.0; 9.0; 12.0 and 15.0 wax. It can be recommended for red ginger inflorescences spraying carnauba wax in concentrations up to 3%.

Keywords: *Alpinia purpurata*. Solar radiation. Longevity.

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1 Introdução geral	10
1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Características gerais de <i>Alpinia purpurata</i>	13
2.2	Cultivo de alpínias	13
2.3	Intensidade e qualidade de radiação no desenvolvimento de plantas	15
2.4	Malhas neutras e fotoconversoras no cultivo de plantas	17
2.5	Colheita e pós-colheita de alpínias	18
2.6	Peroxidase e polifenoloxidase em plantas	20
	REFERÊNCIAS	22
	CAPÍTULO 2 Desenvolvimento inicial de alpínia sob níveis de sombreamento , qualidade espectral de malhas e espaçamentos	27
1	INTRODUÇÃO	30
2	MATERIAL E MÉTODOS	32
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4	CONCLUSÕES	43
	REFERÊNCIAS	44
	CAPÍTULO 3 Qualidade pós-colheita de alpínia influenciada por concentrações de GA ₃	47
1	INTRODUÇÃO	50
2	MATERIAL E MÉTODOS	52
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
4	CONCLUSÕES	75
	REFERÊNCIAS	76
	CAPÍTULO 4 Longevidade pós-colheita de alpínia após aplicação de cera de carnaúba	80
1	INTRODUÇÃO	83
2	MATERIAL E MÉTODOS	85
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	88
4	CONCLUSÕES	99
	REFERÊNCIAS	100

CAPÍTULO 1

Introdução geral

1 INTRODUÇÃO

A floricultura é um dos segmentos mais promissores da horticultura intensiva brasileira (JUNQUEIRA; PEETZ, 2008). A diversidade edafoclimática existente no Brasil favorece o cultivo de diferentes espécies de flores de corte, e isso colabora para expansão dessa atividade agrícola no país, possibilitando a produção de flores durante o ano inteiro.

A floricultura tropical vem conquistando espaço na produção florícola nacional, devido a aspectos propícios para comercialização, como durabilidade pós-colheita e resistência ao transporte, além da beleza, cores e formas peculiares das flores tropicais (LOGES et al., 2005). O cultivo dessas flores está distribuído por todo o estado de Minas Gerais, com destaque para as regiões Norte e Zona da Mata, onde são cultivados antúrios, alpinias, helicônias, estrelícias, bastões-do-imperador e sorvetões (LANDGRAF; PAIVA, 2009; LUZ et al., 2005).

As alpinias (*Alpinia purpurata*) são encontradas em diversas regiões tropicais, destacando-se entre as flores tropicais cultivadas comercialmente (CASTAN BAÑERAS, 1997), e suas hastes florais são utilizadas na composição de diferentes tipos de arranjos florais (BEZERRA; LOGES, 2005).

A intensidade e a qualidade da radiação no cultivo de flores são fundamentais para o bom desenvolvimento vegetal, influenciando diretamente em processos fisiológicos, como a fotossíntese. Diferentes técnicas são usadas para manipular a intensidade e a qualidade espectral da radiação incidente na superfície vegetal, como por exemplo, o cultivo em telados com diferentes níveis de sombreamento, utilizando-se de malhas neutras ou fotoconversoras (OREN-SHAMIR et al., 2001).

O espaçamento de plantio interfere na produtividade e na qualidade das hastes florais, em que um cultivo mais adensado tende a aumentar a produção de

hastes, contudo, essas podem não atingir o padrão comercial, enquanto que, um cultivo mais espaçado favorece a produção de hastes maiores e de melhor qualidade, pois as plantas têm mais espaço para crescerem e utilizarem a água e os nutrientes disponíveis no solo (BEZERRA; GONDIM; PEREIRA, 2008).

O manuseio pós-colheita adequado contribui para manutenção da qualidade e longevidade das flores, com diminuição de perdas (DIAS-TAGLIACOZZO; CASTRO, 2002). O uso de soluções conservantes favorece o prolongamento da vida de vaso de flores cortadas. O fornecimento de água, nutrientes e substratos respiratórios é interrompido no corte das flores da planta-mãe. Desse modo, as flores colhidas têm um relativo suprimento de suas necessidades hídricas e energéticas quando colocadas em contato com soluções conservantes. Os compostos adicionados às soluções são açúcares, bactericidas, inibidores de etileno e reguladores de crescimento, como citocininas e giberelinas (LIMA; FERRAZ, 2008).

O armazenamento em atmosfera modificada é uma técnica que pode ser empregada na conservação pós-colheita de flores, sendo realizada por meio da redução de temperatura, elevação da umidade relativa do ar e uso de barreiras protetoras, como filmes plásticos ou aplicação de ceras e emulsões (LANA; FINGER, 2000). As ceras ou emulsões de cera podem conferir maior brilho e redução da perda de massa em produtos perecíveis (KAPLAN, 1986).

Diante disso, a realização desse trabalho teve como objetivos avaliar os efeitos de diferentes níveis de sombreamento, qualidade espectral de malhas e espaçamentos no desenvolvimento inicial de *Alpinia purpurata* 'Jungle Queen' e 'Jungle King'; e analisar a influência de diferentes concentrações de ácido giberélico (GA_3) e de cera de carnaúba na qualidade e longevidade pós-colheita de alpinia 'Red Ginger'.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características gerais de *Alpinia purpurata*

Alpinia purpurata (Vieill.) K. Schum. é uma espécie monocotiledônea, pertencente à família Zingiberaceae. As alpínias são perenes, entouceirantes, herbáceas e eretas, podendo alcançar 4 m de altura e perfilhar até 1,5 m de diâmetro. O caule é subterrâneo, rizomatoso, com crescimento horizontal. O pseudocaule é composto por bainhas foliares longas e sobrepostas. As folhas são largas, longas, lanceoladas e de cor verde-escura (BEZERRA; LOGES, 2005).

As inflorescências são terminais, em formato espiga, com comprimento de até 30 cm, formadas por brácteas e flores tubulares discretas que se prendem ao pedúnculo da inflorescência (BEZERRA; LOGES, 2005; CRILEY, 1989). As brácteas variam nas tonalidades vermelhas a róseas, e têm a função de proteger as flores (RIBEIRO; LOPES; VIANNA, 2002).

As cultivares mais plantadas no Brasil são ‘Red Ginger’ e ‘Jungle King’, com brácteas vermelhas, e ‘Pink Ginger’, ‘Jungle Queen’ e ‘Eileen McDonald’, com brácteas de coloração rosa (BEZERRA; GONDIM; PEREIRA, 2008).

2.2 Cultivo de alpínias

A propagação das alpínias pode ser por sementes, divisão de touceiras, rizomas ou mudas micropropagadas. O plantio de sementes raramente é realizado, pois essas podem expressar variabilidade genética (TEIXEIRA; LOGES, 2012).

O método de propagação por divisão de touceiras é um dos mais usados, por antecipar o desenvolvimento das plantas. A emissão de inflorescências pode ocorrer já no primeiro ano, contudo, essas são de tamanho pequeno ou médio e

possuem reduzida durabilidade pós-colheita. Hastes florais com padrão comercial são produzidas somente a partir do segundo ano de cultivo (TEIXEIRA; LOGES, 2012).

Os rizomas para produção de mudas devem ser retirados de perfilhos mais jovens da touceira e medir acima de 2 cm de diâmetro. As mudas obtidas por rizomas podem ser plantadas diretamente no local de cultivo, em canteiros ou covas, ou produzidas em recipientes plásticos com substrato e transplantadas quando atingirem aproximadamente 40 cm de altura e possuírem pelo menos 4 folhas verdadeiras (LAMAS, 2004; TEIXEIRA; LOGES, 2008).

A temperatura média adequada para o cultivo das alpínias oscila entre 24 e 30 °C, e a umidade relativa do ar deve ser de 60 a 80%. Sombreamento de 20 a 45% proporciona um adequado desenvolvimento vegetal e um florescimento satisfatório, principalmente em cultivares de tons rosados. As cultivares de brácteas vermelhas podem ser cultivadas a pleno sol (LAMAS, 2004).

O espaçamento utilizado no plantio de alpínias é de 1,0 a 2,0 m entre plantas e 2,0 a 3,0 m entrelinhas, de acordo com o manejo empregado, sendo mais adensado no cultivo em canteiros e mais espaçado no cultivo em covas (TEIXEIRA; LOGES, 2008). O plantio de rizomas deve ser feito no mínimo a 10 cm de profundidade (SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS, 2010). O plantio adensado favorece o aumento de produtividade, entretanto, espaçamentos maiores promovem aumento no vigor e na qualidade das hastes, com melhor perfilhamento (BEZERRA; GONDIM; PEREIRA, 2008).

Os solos para o plantio dessa espécie devem ser profundos, porosos, bem drenados, argilo-arenosos, levemente ácidos e ricos em matéria orgânica (TEIXEIRA; LOGES, 2008), a saturação por bases deve ser em torno de 70% e o pH pode variar entre 5,6 e 6,2 (LAMAS, 2004).

A adubação deve ser realizada com base na análise química do solo. Em um solo de fertilidade média, pode-se adubar com formulado NPK 15:15:15 acrescido de micronutrientes, aplicado a cada 3 meses (LUZ et al., 2005). Entretanto, a formulação de NPK pode variar de 1:1:1 a 3:1:5, com aplicações de 3 a 6 vezes ao ano (KOBAYASHI; MCEWEN; KAUFMAN, 2007). A adubação orgânica com esterco de curral curtido ou esterco avícola também pode ser feita, na quantidade de 10 a 15 kg m⁻² ano⁻¹, parcelada em 4 aplicações (LUZ et al., 2005).

O solo deve permanecer com umidade adequada, sem excessos, visto que as alpínias são sensíveis à falta de água, mas não toleram encharcamento. Os sistemas de irrigação por aspersão, microaspersão ou gotejamento podem ser usados para o cultivo dessa espécie, sendo o sistema por microaspersão o mais indicado (BEZERRA; LOGES, 2005).

2.3 Intensidade e qualidade de radiação no desenvolvimento de plantas

Os processos fisiológicos realizados pelas plantas são afetados e controlados por características da própria espécie e por fatores ambientais. A intensidade e qualidade de radiação, o fotoperíodo, a latitude, a temperatura, a umidade relativa do ar, a disponibilidade hídrica, os ventos e as propriedades físico-químicas do solo são fatores ambientais essenciais, que influenciam no crescimento e desenvolvimento vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2009).

A intensidade de radiação afeta diretamente a fotossíntese, limitando ou estimulando o desenvolvimento da planta e a produção de folhas, flores e frutos. O aumento da fotossíntese ocorre com o aumento da incidência da radiação solar até atingir o ponto de saturação de luz, sendo que, a partir desse ponto, a taxa fotossintética não será mais afetada pela radiação incidente (TAIZ; ZEIGER, 2009). O excesso de radiação solar nas plantas, após o ponto de saturação de luz,

pode causar a fotoinibição da fotossíntese e a degradação de clorofila (LONG; HUMPHRIES; FALKOWSKI, 1994).

A qualidade da radiação, para o bom desenvolvimento das plantas, relaciona-se com a composição do seu espectro, formada pelos comprimentos de onda. As faixas espectrais mais importantes nos processos fotobiológicos são a do ultravioleta (200 a 400 nm), do espectro visível (400 a 700 nm) e do infravermelho (740 a 1600 nm) (HART, 1988). Diversos processos biológicos influenciados pela radiação são realizados na faixa do espectro visível, sendo os comprimentos de ondas situados nessa faixa a principal fonte energética para estimular a fotossíntese e as respostas fotomorgênicas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Plantas dependentes de luz possuem fotorreceptores que atuam no desenvolvimento vegetal, utilizando-os para detectar e responder às alterações nas condições lumínicas (MOHR, 1994). Os fitocromos detectam os comprimentos de onda vermelho-distante (VD), vermelho (V), azul e ultravioleta (QUAIL et al., 1995), os criptocromos absorvem os comprimentos de onda azul/ultravioleta-A (BATSCHAUER, 1998) e as fototropinas medeiam respostas fototrópicas ao comprimento de onda azul (STAMPS, 2009).

A manipulação da intensidade e qualidade da radiação no cultivo vegetal é realizada por diversas técnicas, como iluminação artificial, coberturas refletoras de solo e telados com malhas neutras ou fotoconversoras, o que proporciona efeitos expressivos na fotomorfogênese da planta (PONS; JONG-VAN BERKEL, 2004; SHAHAK et al., 2004).

A radiação influencia diretamente na cor e no brilho das brácteas, desse modo, cultivares de tons rosados, cultivadas com menor intensidade de radiação, apresentam-se com coloração mais intensa e brilhante, e o contrário ocorre em cultivares com brácteas vermelhas (CHAGAS, 2000).

2.4 Malhas neutras e fotoconversoras no cultivo de plantas

A radiação que chega à superfície das plantas pode ser manipulada com o uso de diferentes materiais. A utilização de malhas ou filmes plásticos, de natureza e cores distintas, confere proteção física às plantas e pode modificar a qualidade espectral da radiação, interferindo, conseqüentemente, no desenvolvimento e na produção da espécie vegetal cultivada. Na prática, as malhas de sombreamento são as mais empregadas, com o objetivo de diminuir a intensidade de radiação incidente (KÄMPF, 2000).

Diversas plantas ornamentais são sensíveis à incidência direta da radiação solar, assim, plantios comerciais são feitos sob malhas de sombreamento, sendo as malhas pretas as mais empregadas. Uma característica dessas malhas é a transmissão uniforme da radiação na faixa do espectro visível, agindo como filtros de densidade neutra. As malhas pretas diminuem a incidência de radiação na superfície vegetal e não influenciam na qualidade espectral. A radiação não é difundida, sendo apenas transmitida ao transpassar a malha (OREN-SHAMIR et al., 2001).

As malhas fotoconversoras são empregadas na manipulação do desenvolvimento de plantas, em que essas provocam alterações morfológicas e fisiológicas específicas, melhorando o uso da radiação e a produção vegetal (SHAHAK et al., 2004). Essas malhas podem diferenciar na sua eficiência em transmitir a radiação difusa e na sua capacidade de dispersar a radiação direta que as transpassa, em função de suas propriedades físicas. A dispersão da radiação é um fator importante, que estabelece a intensidade de radiação que atinge a superfície vegetal (OREN-SHAMIR et al., 2001).

As malhas azul e vermelha alteram a intensidade e a qualidade de radiação que incidem nas plantas, dissipando a radiação difusa no ambiente de cultivo, o que favorece o desenvolvimento vegetal, por estimular o processo

fotossintético. Essas malhas modificam o espectro de radiação que transmitem (OREN-SHAMIR et al., 2001).

A malha vermelha reduz os comprimentos de onda azul, verde e amarelo, e aumenta os comprimentos de onda vermelho e vermelho-distante. A malha azul diminui os comprimentos de onda vermelho e vermelho-distante, e aumenta os comprimentos de onda azul. No entanto, ao contrário da malha vermelha, a malha azul não reduz a razão vermelho:vermelho distante do espectro da radiação difusa, mas aumenta essa razão levemente, sendo o aumento da razão azul:vermelho seu efeito marcante na radiação difusa do ambiente de cultivo (SHAHAK et al., 2004).

As propriedades ópticas da malha azul ou vermelha influenciam processos fisiológicos e morfológicos das plantas, tais como fotossíntese, síntese de clorofila, alongamento caulinar, expansão foliar e floração. A malha azul apresenta picos de transmitância na faixa do espectro do azul-verde (400 a 540 nm) e do infravermelho (acima de 750 nm), e a malha vermelha possui esse pico na faixa do vermelho (além de 590 nm), sendo essas faixas do espectro de radiação importantes para a fotossíntese e a fotomorfogênese (OREN-SHAMIR et al., 2001).

2.5 Colheita e pós-colheita de alpínias

O manuseio pós-colheita de flores visa a manter a qualidade, prolongar a durabilidade comercial e reduzir as perdas, utilizando-se de técnicas que proporcionem a amenização dos efeitos metabólicos provocados pelo corte das hastes, como a redução da taxa respiratória ou a manutenção do balanço hídrico (HUTCHINSON; CHEBET; EMONGOR, 2003).

As alpínias apresentam-se em ponto de colheita quando estão expandidos dois terços das brácteas. O diâmetro da haste floral deve ser igual ou

superior a 1 cm. As folhas da haste colhida devem ser destacadas, deixando-se de uma a três folhas terminais para proteger a inflorescência durante o transporte (LOGES et al., 2005).

Os principais procedimentos pós-colheita realizados nas hastes florais de alpínias são resfriamento, limpeza, hidratação, classificação e embalagem (LOGES et al., 2005). Após a colheita, realiza-se o resfriamento das hastes florais, com imersão das hastes em água fria, removendo-se o calor de campo, com o intuito de evitar a perda de umidade e o aumento da taxa respiratória (NOWAK; GOSZCZYNSKA; RUDNICKI, 1991; TEIXEIRA; LOGES, 2008).

As hastes florais, após o resfriamento, são imersas em solução contendo detergente, para limpeza do pseudocaulo e da inflorescência. As hastes são examinadas individualmente, para observar a presença de insetos e posterior tratamento com inseticidas se necessário. Após a limpeza, as hastes florais são imersas em água limpa para hidratação, de 15 min. a 2 h, dependendo da estação do ano, em que se recomenda a permanência por mais tempo no verão (LOGES et al., 2005).

O fornecimento de soluções conservantes pode ajudar na manutenção da qualidade e longevidade das flores cortadas. Os componentes mais usados nessas soluções são os carboidratos, principalmente sacarose, bactericidas, inibidores da síntese ou da ação do etileno e reguladores de crescimento, como citocininas e giberelinas (LIMA; FERRAZ, 2008).

No embalamento das hastes florais, os maços são compostos por três inflorescências grandes, de hastes com 0,90 m, ou, cinco inflorescências médias e pequenas, de hastes medindo 0,70 m (TEIXEIRA; LOGES, 2008).

O ambiente refrigerado proporciona uma condição favorável para o armazenamento e transporte de alpínias, com temperaturas de 15 a 18 °C e umidade relativa em câmara fria de 90 a 95% (LAMAS, 2004; SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS, 2010).

A vida de vaso de alpínias pode variar de 5 dias em hastes florais jovens, com diâmetro de haste inferior a 1,0 cm; a 25,5 dias para hastes de tamanho padrão (KOBAYASHI; MCEWEN; KAUFMAN, 2007).

2.6 Peroxidase e polifenoloxidase em plantas

O escurecimento em tecidos vegetais, provocado por ataque de insetos e/ou patógenos, danos mecânicos ou senescência, tem sido relacionado às atividades da peroxidase e da polifenoloxidase, que agem em compostos fenólicos ou ligninas (BOERJAN; RALPH; BAUCHER, 2003). A atividade dessas enzimas também pode causar o bloqueio fisiológico em hastes florais, devido à deposição de substâncias no local do corte, como gomas, mucilagens, taninos e resinas, obstruindo os vasos condutores (DOORN; VASLIER, 2002).

As peroxidases (POD, EC 1.11.1.7) são enzimas que catalisam a oxidação de substratos orgânicos, compostos fenólicos, precursores da lignina e diversos metabólitos secundários, tendo o peróxido de hidrogênio ou peróxidos orgânicos como agentes oxidantes (PASSARDI et al., 2007; TAIZ; ZEIGER, 2009). Em condições de estresse, a peroxidase pode ser a primeira enzima a sofrer alteração na sua atividade, independente do substrato utilizado ou do tipo de estresse recebido pela planta, resultante de fatores bióticos e/ou abióticos, podendo essa enzima servir de marcador bioquímico de estresse (SIEGEL, 1993).

A polifenoloxidase (PPO) catalisa a oxidação de compostos fenólicos, causando escurecimento em tecidos vegetais. As reações catalisadas pela PPO na presença de oxigênio molecular são a hidroxilação de monofenóis a *o*-difenóis pela atividade da monoxigenase (EC 1.14.18.1), a oxidação de *o*-difenóis a *o*-quinonas pela atividade da difenoloxidase (EC 1.10.3.1) e a oxidação de *p*-difenóis a *p*-quinonas pela atividade da lacase (EC 1.10.3.2)

(ZAWISTOWSKI; BILIADERIS; ESKIN, 1991). A PPO pode ter participação em diversos processos fisiológicos, como extravasamento de radicais livres de tecidos fotossintetizantes, controle dos níveis de oxigênio nos cloroplastos, síntese de compostos fenólicos e cicatrização de ferimentos (VAUGHN; DUKE, 1984).

REFERÊNCIAS

BATSCHAUER, A. Photoreceptors of higher plants. **Planta**, Berlin, v. 206, n. 4, p. 479-492, Oct. 1998.

BEZERRA, F. C.; GONDIM, R. S.; PEREIRA, N. S. **Produção de alpínia em cultivo protegido na região litorânea do estado do Ceará**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. 4 p. (Comunicado técnico, 137). Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/cd/jss/acervo/Ct_137.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2010.

BEZERRA, F. C.; LOGES, V. Zingiberaceae. In: TERAPO, D.; CARVALHO, A. C. P. P. de; BARROSO, T. C. da S. F. (Ed.). **Flores tropicais**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 102-127.

BOERJAN, W.; RALPH, J.; BAUCHER, M. Lignin biosynthesis. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 54, p. 519-546, June 2003.

CASTAN BAÑERAS, J. Tecnologia em floricultura tropical. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 3, n. 2, p. 5-9, 1997.

CHAGAS, A. J. da C. **Floricultura tropical na Zona da Mata de Pernambuco**. Recife: SEBRAE, 2000. 24 p.

CRILEY, R. A. Development of *Heliconia* and *Alpinia* in Hawaii: cultivar selection and culture. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 246, p. 247-258, Sept. 1989.

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

DOORN, W. G. van; VASLIER, N. Wounding-induced xylem occlusion in stems of cut chrysanthemum flowers: roles of peroxidase and catechol oxidase. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 26, n. 3, p. 275-284, Nov. 2002.

HART, J. W. **Light and plant growth**. London: Unwin Hyman, 1988. 204 p.

HUTCHINSON, M. J.; CHEBET, D. K.; EMONGOR, V. E. Effect of accel, sucrose and silver thiosulphate on the water relations and post harvest physiology of cut tuberose flowers. **African Crop Science Journal**, Uganda, v. 11, n. 4, p. 279-287, 2003.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. da S. Mercado interno para os produtos da floricultura brasileira: características, tendências e importância socioeconômica recente. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 37-52, 2008. Disponível em: <<http://www.hortica.com.br/artigos/HORTORNAMENTALMercado.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2012.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254 p.

KAPLAN, H. J. Washing, waxing, and color-adding. In: WARDOWSKI, W. F.; NAGY, S.; GRIERSON, W. (Ed.). **Fresh citrus fruit**. Westport: AVI Publishing, 1986. p. 379-395.

KOBAYASHI, K. D.; MCEWEN, J.; KAUFMAN, A. J. **Ornamental ginger, red and pink**. Honolulu: CTAHR, 2007. 8 p. Disponível em: <<http://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/OF-37.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2010.

LAMAS, A. da M. **Floricultura tropical: técnicas de produção**. 2004. 65 p. Disponível em: <http://www.fit.ufsc.br/disciplinas_download.php?cod=2113>. Acesso em: 28 maio 2012.

LANA, M. M.; FINGER, F. L. **Atmosfera modificada e controlada**: aplicação na conservação de produtos hortícolas. Brasília: Embrapa, 2000. 34 p.

LANDGRAF, P. R. C.; PAIVA, P. D. de O. Produção de flores cortadas no estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 120-126, jan./fev. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v33n1/v33n1a17.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2011.

LIMA; J. D.; FERRAZ, M. V. Cuidados na colheita e na pós-colheita das flores tropicais. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 29-34, 2008.

LOGES, V. et al. Colheita, pós-colheita e embalagem de flores tropicais em Pernambuco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 699-702, jul./set. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v23n3/a01v23n3.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2011.

LONG, S. P.; HUMPHRIES, S.; FALKOWSKI, P. G. Photoinhibition of photosynthesis in nature. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 45, p. 633-662, June 1994.

LUZ, P. B. da et al. Cultivo de flores tropicais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 227, p. 62-72, 2005.

MOHR, H. Coaction between pigment systems. In: KENDRICK, R. E.; KRONENBERG, G. H. M. (Ed.). **Photomorphogenesis in plants**, 2nd ed. Dordrecht: Kluwer Academic, 1994. p. 351-373.

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

OREN-SHAMIR, M. et al. Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v. 76, n. 3, p. 353-361, May 2001.

PASSARDI, F. et al. Prokaryotic origins of the non-animal peroxidase superfamily and organelle-mediated transmission to eukaryotes. **Genomics**, San Diego, v. 89, n. 5, p. 567-579, May 2007.

PONS, T. L.; JONG-VAN BERKEL, Y. E. M. de. Species-specific variation in the importance of the spectral quality gradient in canopies as a signal for photosynthetic resource partitioning. **Annals of Botany**, London, v. 94, n. 5, p. 725-732, Nov. 2004.

QUAIL, P. H. et al. Phytochromes: photosensory perception and signal transduction. **Science**, New York, v. 268, n. 5211, p. 675-680, May 1995.

RIBEIRO, T. R.; LOPES, G. G. O.; VIANNA, F. D. **Produção de mudas e flores de plantas ornamentais tropicais**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 2002. 41 p. (Circular técnica, 2).

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Manual técnico instrucional para a produção e comercialização de flores e folhagens tropicais de corte**: região norte do Brasil. 2010. 142 p. (Série Manuais técnicos instrucionais para o setor de floricultura e plantas ornamentais, 1). Disponível em: <[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/FEAF2D91DBCFA143832577C9005E147B/\\$File/NT0004516A.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/FEAF2D91DBCFA143832577C9005E147B/$File/NT0004516A.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2011.

SHAHAK, Y. et al. Colornets: crop protection and light-quality manipulation in one technology. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 659, p. 143-151, Nov. 2004.

SIEGEL, B. Z. Plant peroxidases: an organism perspective. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 12, n. 3, p. 303-312, Feb. 1993.

STAMPS, R. H. Use of colored shade netting in horticulture. **HortScience**, Alexandria, v. 44, n. 2, p. 239-241, Apr. 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução Eliane Romanato Santarém et al. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p. Tradução de: Plant physiology.

TEIXEIRA, M. do C. F.; LOGES, V. Alpinia. In: PAIVA, P. D. de O.; ALMEIDA, E. F. A. (Ed.). **Produção de flores de corte**. Lavras: UFLA, 2012. p. 40-56.

TEIXEIRA, M. do C. F.; LOGES, V. Alpinia: cultivo e comercialização. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 9-14, 2008.

VAUGHN, K. C.; DUKE, S. O. Function of polyphenol oxidase in higher plants. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 60, n. 1, p. 106-112, Jan. 1984.

ZAWISTOWSKI, J.; BILIADERIS, C. G.; ESKIN, N. A. M. Polyphenol oxidase. In: ROBINSON, D. S.; ESKIN, N. A. M. (Ed.). **Oxidative enzymes in foods**. London: Elsevier Applied Science, 1991. p. 217-274.

CAPÍTULO 2

Desenvolvimento inicial de alpinia sob níveis de sombreamento, qualidade espectral de malhas e espaçamentos

RESUMO

A intensidade e a qualidade espectral da radiação podem ser manipuladas com o uso de malhas de sombreamento neutras ou fotoconversoras no cultivo de plantas, podendo promover mudanças fisiológicas e morfológicas. O espaçamento de plantio também constitui outro fator relevante na produção de hastes florais. O adensamento tende a aumentar a produtividade, contudo, as hastes podem não atingir padrão comercial. O plantio mais espaçado proporciona melhor qualidade das hastes, devido à maior disponibilidade de espaço, água e nutrientes. Diante disso, a realização desse trabalho teve o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes níveis de sombreamento, qualidade espectral de malhas e espaçamentos no desenvolvimento inicial de alpínias ‘Jungle King’ e ‘Jungle Queen’. Rizomas-semente foram plantados em 5 ambientes de cultivo (pleno sol, malhas pretas, 30% e 50% de sombreamento, malhas azul e vermelha, 50% de sombreamento) e 2 espaçamentos (0,8 x 1,0 m e 0,8 x 1,5 m). O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, com ambientes de cultivo na parcela e o fatorial espaçamentos e cultivares na subparcela. Avaliações do índice de brotação, número de brotos por planta, altura dos brotos e número de folhas por broto foram realizadas aos 55, 120, 200, 255, 285, 335 e 370 dias após o plantio (DAP). Os rizomas-semente apresentaram um período de dormência de abril a agosto, iniciando-se a brotação com o aumento da temperatura. A brotação da alpínia ‘Jungle Queen’ foi mais precoce comparada a ‘Jungle King’. O espaçamento não influenciou no desenvolvimento inicial das plantas. Malhas com 50% de sombreamento, nas cores preta, azul ou vermelha, favoreceram o desenvolvimento inicial de alpínia.

Palavras-chave: *Alpinia purpurata*. Radiação solar. Adaptação. Brotação.

ABSTRACT

Intensity and spectral quality of the radiation can be manipulated with the use of neutral or color shading screens in growing plants, and it can promote physiological and morphological changes. Planting spaces also constitute another important factor in the production of floral stems. Greater planting density tends to increase productivity, however, stems cannot reach commercial standard. Planting in larger spaces provides better quality of stems, due to greater availability of space, water and nutrients. Therefore, this work had the purpose of evaluating the effects of different shading levels, screens spectral quality, and spacing in the initial development of 'Jungle King' and 'Jungle Queen' gingers. Rhizomes-seed were planted in 5 cultivation environments (full sun, black screen, 30% and 50% shading, blue and red screens, 50% shading) and 2 spacing (0.8 x 1.0 m and 0.8 x 1.5 m). The experimental design was completely randomized in split-plot scheme, with cultivation environments in the plot and spacing and cultivars factorial as subplots. Evaluations of shooting index, number of shoots per plant, shoot height and number of leaves per shoot were observed at 55, 120, 200, 255, 285, 335 and 370 days after planting (DAP). Rhizomes-seed showed a dormancy period from April to August, starting shooting with increasing temperature. Shooting of 'Jungle Queen' was earlier compared to 'Jungle King'. Spacing did not influence in the initial development of plants. Screens with 50% shading, in black, blue or red colors, favored the initial development of 'Jungle Queen' and 'Jungle King' gingers.

Keywords: *Alpinia purpurata*. Solar radiation. Adaptation. Shooting.

1 INTRODUÇÃO

A alpínia é uma das principais espécies tropicais cultivadas comercialmente. Brácteas coloridas e durabilidade pós-colheita são aspectos que fazem dessa planta tropical uma opção vantajosa para cultivo como flor de corte. As alpínias também são muito utilizadas no paisagismo, em temática tropical, compondo canteiros, sebes e plano de fundo, devido à sua beleza e exuberância (KOBAYASHI; MCEWEN; KAUFMAN, 2007).

As cultivares mais plantadas no Brasil são ‘Red Ginger’ e ‘Jungle King’, de brácteas vermelhas, e ‘Pink Ginger’, ‘Jungle Queen’ e ‘Eileen McDonald’, de brácteas em tons rosáceos (BEZERRA; GONDIM; PEREIRA, 2008). A cultivar Jungle King produz inflorescências grandes e globosas, e suas hastes são mais vigorosas do que as da cultivar Red Ginger, entretanto, seu crescimento é lento. A cultivar Jungle Queen emite inflorescências grandes e arredondadas, sendo uma planta grande e robusta, porém, sensível à radiação intensa (KOBAYASHI; MCEWEN; KAUFMAN, 2007).

A intensidade e qualidade da radiação no ambiente de cultivo afetam diretamente a fotossíntese e a fotomorfogênese nas plantas. A manipulação das propriedades da radiação pode ser realizada com uso de malhas neutras ou fotoconversoras, em diferentes níveis de sombreamento (KITTAS; BAILLE; GIAGLARAS, 1999). Desse modo, as características peculiares das malhas de sombreamento podem modificar o microclima e influenciar mudanças fisiológicas e morfológicas vegetais (LIMA et al., 2010).

Plantas ornamentais sensíveis à incidência direta da radiação solar são cultivadas comercialmente sob sombreamento parcial proporcionado por malhas, sendo as pretas as mais usadas. Essas malhas transmitem a faixa do espectro visível da radiação uniformemente, atuando como filtros de densidade neutra. Ao contrário, as malhas fotoconversoras combinam proteção física e filtragem

diferencial da radiação, em que a intensidade e a qualidade espectral transmitida são alteradas, com mudanças ópticas da dispersão e reflectância (OREN-SHAMIR et al., 2001; SHAHAK et al., 2004).

Plantas de *Pittosporum variegatum* cresceram mais lentamente sob malha azul, com inibição da taxa de alongamento, redução da ramificação lateral, encurtamento do internódio e diminuição da produtividade de ramos comerciais. Contrariamente, plantas crescidas sob malha vermelha apresentaram maior alongamento, comprimento de internódio e ramificação, porém de forma mais lenta (OREN-SHAMIR et al., 2001). Cultivares e híbridos de orquídea *Phalaenopsis* tiveram sua área e biomassa foliar incrementadas em cultivo sob malha azul e a maioria das plantas floresceram precocemente sob malha vermelha (LEITE et al., 2008).

O espaçamento de plantio interfere na produtividade e na qualidade das flores de corte. O plantio mais adensado tende a aumentar a produção de hastes, no entanto, o tamanho dessas pode não atingir o padrão comercial. Por outro lado, o plantio mais espaçado promove a produção de hastes de melhor qualidade, pois as plantas possuem maior disponibilidade de espaço, água e nutrientes para o seu desenvolvimento. Alpinias com dois anos de cultivo em espaçamento mais adensado (0,65 x 2,00 m) aumentaram a emissão de hastes, contudo, espaçamentos maiores (0,90 x 2,00 m e 1,25 x 2,00 m) promoveram a produção de hastes mais longas (BEZERRA; GONDIM; PEREIRA, 2008).

Desse modo, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes níveis de sombreamento, qualidade espectral de malhas e espaçamentos no desenvolvimento inicial de *Alpinia purpurata* ‘Jungle King’ e ‘Jungle Queen’.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em abril de 2011 na área experimental do Setor de Floricultura e Paisagismo do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, no município de Lavras, localizado na região Sul de Minas Gerais, a 918 m de altitude, 21°14' de latitude sul e 45°00' de longitude oeste. A precipitação média anual é de 1 529,7 mm e umidade relativa do ar de 76,2%. A temperatura média anual varia de 15,8 °C no mês mais frio a 22,1 °C no mês mais quente (BRASIL, 1992). Na classificação climática de Köppen, o clima enquadra-se no tipo Cwa, apresentando duas estações definidas: seca com temperaturas mais baixas, de abril a setembro, e chuvosa, com temperaturas mais elevadas, de outubro a março (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

Os dados climatológicos de Lavras (MG), referentes ao período de avaliação do experimento, foram fornecidos pela Estação Climatológica pertencente ao 5º Distrito de Meteorologia do INMET em convênio com a UFLA (Tabela 1).

Tabela 1 Médias mensais de temperatura máxima, mínima e média; precipitação acumulada e umidade relativa do ar em Lavras (MG), referentes ao período de avaliação das plantas de alpinia ‘Jungle Queen’ e ‘Jungle King’ cultivadas em diferentes sombreamentos e espaçamentos. UFLA, Lavras, MG, 2012.

Mês	T. máxima (°C)	T. mínima (°C)	T. média (°C)	Precipitação acumulada (mm)	Umidade relativa (%)
2011					
Abril	28,1	16,9	21,3	60,6	73
Mai	25,2	13,6	18,3	9,6	73
Junho	35,2	11,1	16,3	35,2	73
Julho	25,2	11,5	17,3	0,0	66
Agosto	28,3	13,0	19,6	11,4	58
Setembro	28,6	13,5	20,2	0,6	53
Outubro	26,9	16,4	20,9	132,4	70
Novembro	26,6	16,0	20,4	172,8	72
Dezembro	27,5	18,0	22,2	441,2	80
2012					
Janeiro	27,1	18,0	21,4	529,2	80
Fevereiro	29,3	18,3	23,1	80,4	71
Março	28,8	17,7	22,3	133,1	73
Abril	27,6	17,1	21,4	38,8	76

Rizomas-semente de *Alpinia purpurata* ‘Jungle Queen’ e ‘Jungle King’, oriundos de cultivo comercial localizado em Campinas (SP), foram desinfestados em solução de hipoclorito de sódio 0,2 g L⁻¹ por 20 min. e, após a secagem desses, mensurou-se o diâmetro, cujas médias foram de 1,66 cm para ‘Jungle Queen’ e 5,38 cm para ‘Jungle King’.

O plantio dos rizomas foi realizado em 07/04/2011, em covas de 30 x 30 cm e adubação inicial com 2,5 kg m⁻² de esterco de curral curtido e 50 g do formulado NPK 10:10:10. O solo da área experimental, classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, apresentava-se no plantio com fertilidade média na camada de 0 a 20 cm (Tabela 2).

Tabela 2 Análise química do solo da área experimental na camada de 0 a 20 cm no plantio dos rizomas-semente de alpinias ‘Jungle Queen’ e ‘Jungle King’. UFLA, Lavras, MG, 2011.

Características	Unidade	Camada 0 - 20 cm
Acidez ativa (pH)	-	5,6
Matéria orgânica (MO)	dag kg ⁻¹	4,4
Acidez trocável (Al ³⁺)	cmol _c dm ⁻³	0,2
Acidez potencial (H + Al)	cmol _c dm ⁻³	5,0
Soma de bases (SB)	cmol _c dm ⁻³	3,3
CTC efetiva (t)	cmol _c dm ⁻³	3,5
CTC pH 7 (T)	cmol _c dm ⁻³	8,3
Saturação por Al ³⁺ (m)	%	5,8
Saturação por bases (V)	%	39,2
Cálcio trocável (Ca ²⁺)	cmol _c dm ⁻³	2,8
Magnésio trocável (Mg ²⁺)	cmol _c dm ⁻³	0,3
Fósforo disponível (P)	mg dm ⁻³	11,9
Potássio disponível (K)	mg dm ⁻³	62,0
Enxofre disponível (S)	mg dm ⁻³	13,8
Boro disponível (B)	mg dm ⁻³	0,3
Cobre disponível (Cu)	mg dm ⁻³	0,8
Ferro disponível (Fe)	mg dm ⁻³	29,6
Manganês disponível (Mn)	mg dm ⁻³	7,9
Zinco disponível (Zn)	mg dm ⁻³	4,5
Fósforo remanescente	mg L ⁻¹	17,1

Aos 60 dias após o plantio (DAP), as plantas receberam adubação de cobertura com 10 g planta⁻¹ de NPK 10:10:10. Adubações de cobertura com 1 kg m⁻² de esterco de curral curtido e 30 g de Yoorin[®] Master por planta foram feitas aos 250 e 340 DAP.

A área plantada foi irrigada por microaspersão e o controle de plantas infestantes foi feito por capinas manuais.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, sendo que os ambientes de cultivo constituíram a parcela e o fatorial espaçamentos e cultivares a subparcela. Foram testados 5 ambientes de cultivos (pleno sol, malhas pretas, 30% e 50% de

sombreamento, malhas azul e vermelha, 50% de sombreamento), 2 espaçamentos (0,8 x 1,0 m e 0,8 x 1,5 m) e 2 cultivares (Jungle Queen e Jungle King), totalizando-se 20 tratamentos, com 4 repetições e 2 plantas por parcela.

As plantas foram avaliadas aos 55, 120, 200, 255, 285, 335 e 370 dias após o plantio, observando-se o índice de brotação, número de brotos planta⁻¹, altura dos brotos e número de folhas broto⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pela análise de regressão polinomial (fator quantitativo) e teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) (fator qualitativo), com o auxílio do programa estatístico SISVAR 4.6 (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar o desenvolvimento inicial das plantas, observou-se que o índice de brotação dos rizomas-semente da cultivar Jungle King foi de 77,1%, aos 370 DAP. No mesmo período, a cultivar Jungle Queen apresentou um índice de brotação de 79,3%. Com relação ao tempo de brotação, os rizomas-semente da cultivar Jungle King brotaram mais tardiamente em comparação aos da Jungle Queen (Figura 1).

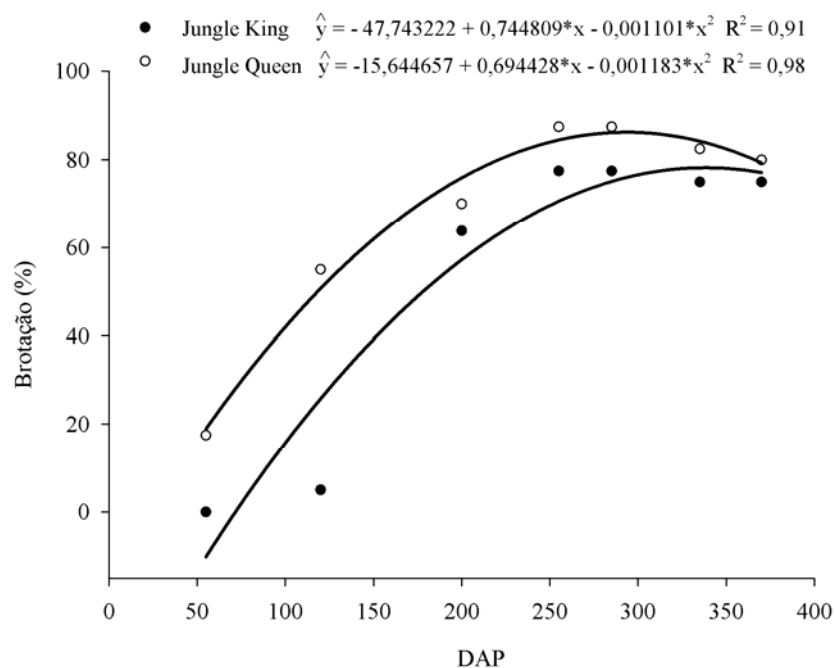


Figura 1 Brotação dos rizomas-semente de alpínia 'Jungle King' e 'Jungle Queen', em função dos dias após o plantio (DAP).

A emissão de brotos da cultivar Jungle Queen iniciou-se aos 107,8 DAP e a da cultivar Jungle King aos 112,1 DAP. O número de brotos por planta foi maior para a cultivar Jungle Queen, com 11,4 brotos planta⁻¹, aos 370 DAP,

comparando-se com a média de 8,9 brotos planta⁻¹ da Jungle King, no mesmo período (Figura 2).

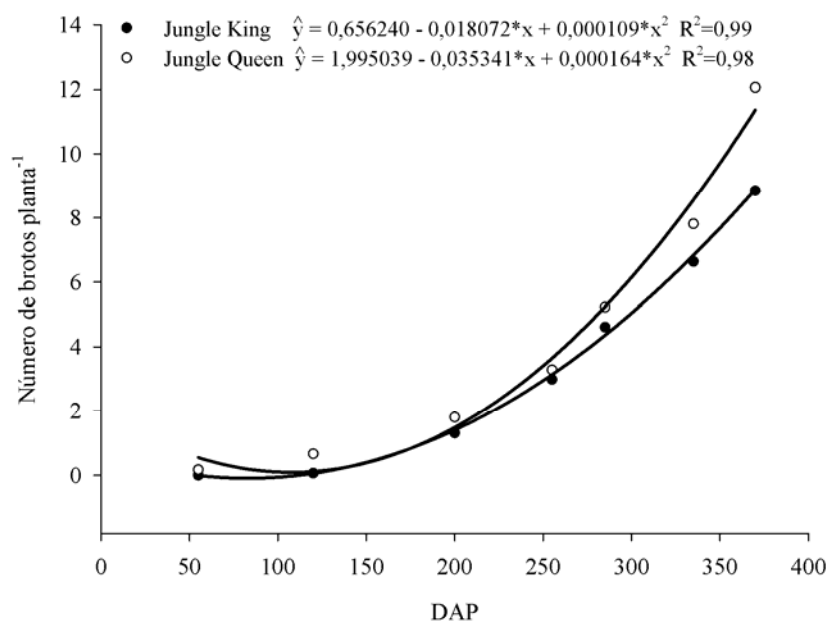


Figura 2 Número de brotos por planta de alpinia 'Jungle King' e 'Jungle Queen', em função dos dias após o plantio (DAP).

A brotação dos rizomas-semente teve início a partir dos 107 DAP, independente da cultivar, podendo-se inferir que houve um período de dormência desses rizomas, visto que o plantio foi realizado no outono, quando a temperatura começou a diminuir. Com o aumento da temperatura, a partir de agosto e setembro (Tabela 1), período que corresponde ao final do inverno e início da primavera, iniciou-se a brotação (Figura 2).

A dormência em rizomas de zingiberáceas ocorre em regiões frias ou com inverno mais rigoroso, contudo, em locais onde as condições ambientais são favoráveis, os rizomas podem superar a dormência, pois esses passam o

inverno protegidos subterraneamente em plantios no solo ou em vasos (DEMMY; BURCH, 1998).

O crescimento em altura dos brotos da cultivar Jungle King foi maior a partir dos 200 DAP, atingindo a média de 13,7 cm aos 370 DAP, em comparação à Jungle Queen, que alcançou 8,6 cm em altura no mesmo período de cultivo (Figura 3). Variações menores entre a temperatura máxima e mínima, a partir do mês de outubro, e o aumento progressivo da temperatura (Tabela 1), podem ter contribuído para o incremento em altura dos brotos aos 370 DAP, apresentando adaptação satisfatória para ambas as cultivares.

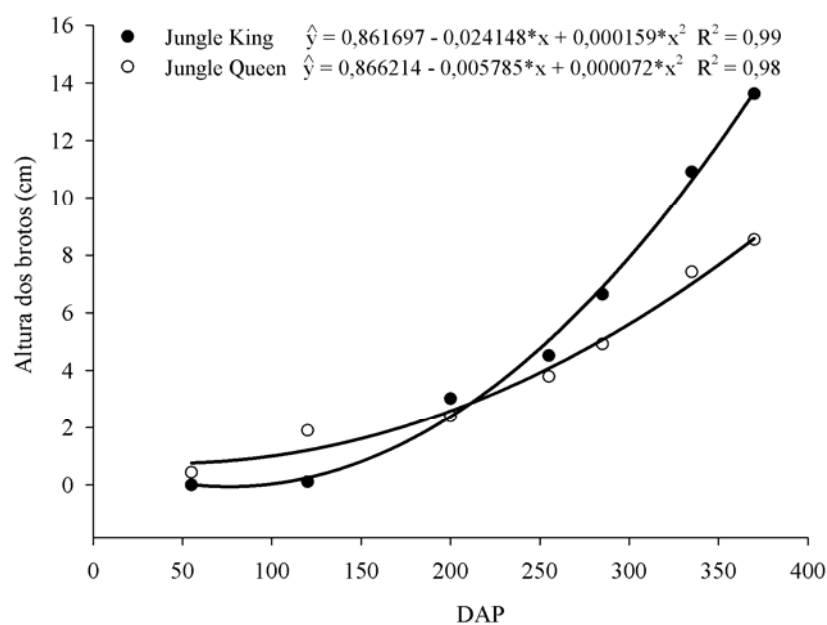


Figura 3 Altura dos brotos de alpínia 'Jungle King' e 'Jungle Queen', em função dos dias após o plantio (DAP).

As cultivares Jungle Queen e Jungle King apresentaram tendências semelhantes em relação ao número de folhas por broto com o decorrer do tempo de plantio (Figura 4).

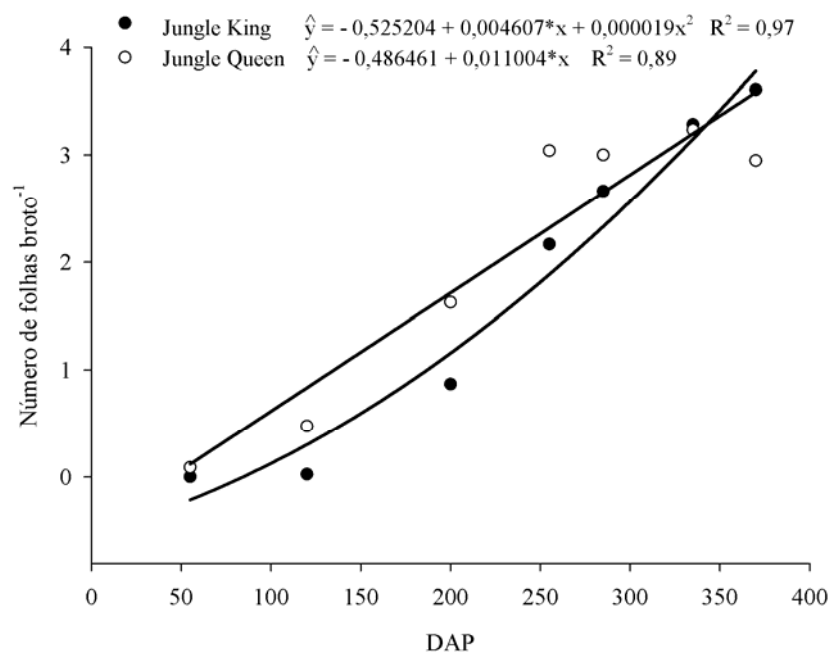


Figura 4 Número de folhas por broto de alpinia ‘Jungle King’ e ‘Jungle Queen’, em função dos dias após o plantio (DAP).

A brotação tardia das cultivares de alpinia, associada à época da realização do plantio (outono), não possibilitou um perfilhamento mais intenso. Desse modo, os espaçamentos de plantio utilizados não influenciaram no desenvolvimento inicial das plantas até o período de avaliação.

Em relação à influência das malhas de sombreamento, os brotos desenvolvidos sob a malha vermelha foram os que tiveram maior incremento em altura, seguido dos brotos desenvolvidos sob as malhas azul e preta (Figura 5).

O crescimento em altura dos brotos sob os diferentes ambientes de cultivo foi semelhante até os 200 DAP. Após esse período, as malhas com 50% de sombreamento promoveram maior incremento em altura comparada à malha 30% e ao cultivo a pleno sol. Aos 370 DAP, a altura média dos brotos cultivados sob malha vermelha foi 2,43 vezes maior em relação à dos brotos cultivados a pleno sol.

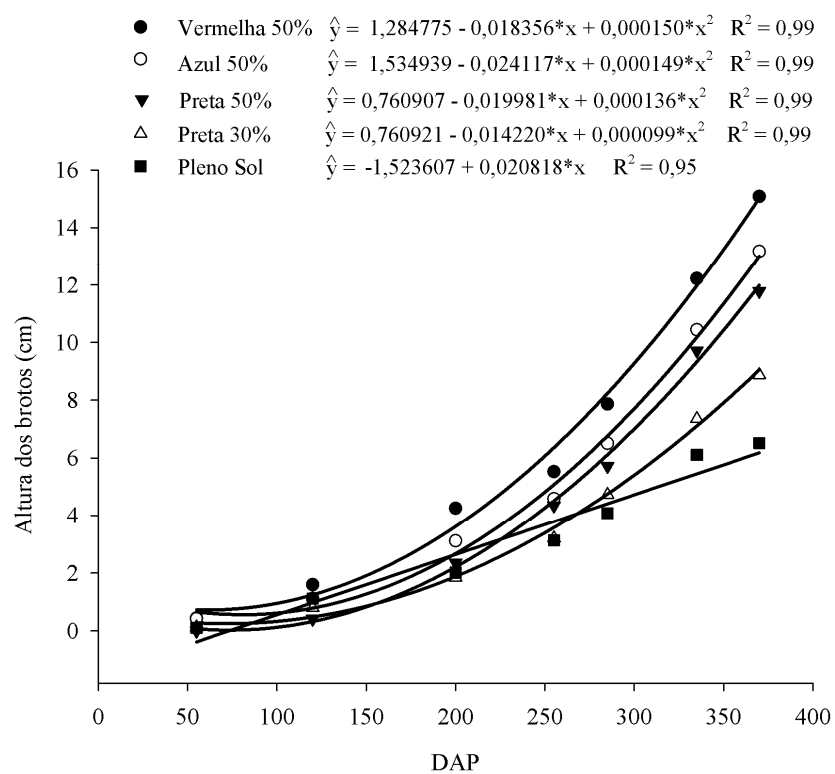


Figura 5 Altura dos brotos de alpinia ‘Jungle King’ e ‘Jungle Queen’ crescidos sob diferentes sombreamentos, em função dos dias após o plantio (DAP).

As plantas de alpinia cultivadas sob malhas vermelha, azul e preta com sombreamento de 50% apresentaram maior número de folhas broto⁻¹ em relação

às plantas cultivadas sob a malha preta 30% e a pleno sol (Figura 6), semelhante ao que ocorreu com o crescimento em altura das plantas.

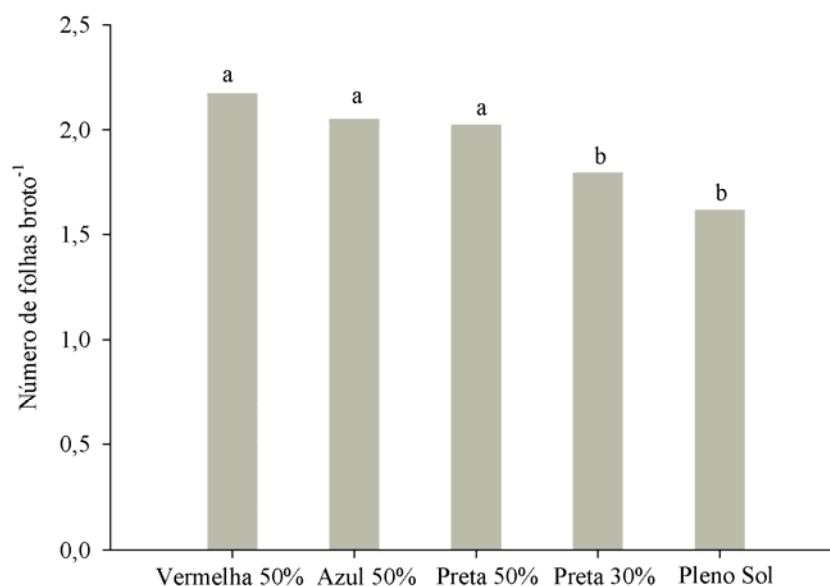


Figura 6 Número de folhas por broto de plantas de alpinia cultivadas sob diferentes sombreamentos. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

As alpinias, de acordo com Lamas (2004), desenvolvem-se de forma adequada sob um sombreamento de 20 a 45%. No entanto, dependendo da cultivar, essa espécie tropical se adapta ao cultivo a pleno sol. Ao contrário, observou-se que as alpinias cultivadas sob 30% de sombreamento e a pleno sol não se desenvolveram de forma satisfatória.

De acordo com estudo realizado por Meirelles et al. (2007), mudas de *Rhapis excelsa* cultivadas sob diferentes malhas de sombreamento não diferenciaram em altura, número de folhas e número de brotos sob as malhas azul, vermelha e preta. Resultados antagônicos foram observados no

desenvolvimento inicial de alpínias cultivadas sob essas mesmas cores de malhas, verificando-se aumento em altura e no número de folhas broto⁻¹.

Em *Dracaena marginata* ‘Colorama’, cultivada sob malha vermelha, verificou-se aumento em altura e no número de folhas (KOBAYASHI; KAWABATA; LICHTY, 2006). A malha preta proporcionou melhores condições ambientais para o crescimento vegetal e para a produção de hastes florais de *Anthurium andraeanum* ‘Apalai’ (LIMA et al., 2010; NOMURA et al., 2009).

Em relação à tonalidade verde das folhas de alpínia, em ambas as cultivares, observou-se, visualmente, que as plantas desenvolvidas sob pleno sol possuíam folhas em um tom de verde mais claro. Ao contrário, as folhas das plantas crescidas sob malhas preta, azul e vermelha apresentaram tons verde-escuros. A incidência direta da radiação solar sob as alpínias cultivadas a pleno sol pode ter provocado algum dano aos cloroplastos devido ao excesso de radiação recebido pelas plantas.

Os pigmentos receptores de radiação dos cloroplastos podem ser foto-oxidados sob radiação intensa. Esse processo de foto-oxidação pode ser irreversível, em que esses pigmentos podem absorver excessivamente a radiação incidente, prolongando a excitação desses, que associada à interação com O₂, pode promover a produção de radicais livres, podendo causar a destruição desses pigmentos (STREIT et al., 2005).

4 CONCLUSÕES

Nas condições de condução desse experimento, pode-se concluir que:

- a brotação dos rizomas-semente da cultivar Jungle Queen foi mais precoce em relação à Jungle King;
- os espaçamentos de plantio não influenciaram no desenvolvimento inicial das plantas;
- malhas com 50% de sombreamento, nas cores preta, azul ou vermelha, favoreceram o desenvolvimento inicial de alpínia.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, F. C.; GONDIM, R. S.; PEREIRA, N. S. **Produção de alpínia em cultivo protegido na região litorânea do estado do Ceará**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. 4 p. (Comunicado técnico, 137). Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/cd/jss/acervo/Ct_137.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normais climatológicas: 1961-1990**. Brasília: SNI/INMET, 1992. 84 p.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G. de; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n6/a39v31n6.pdf>>. Acesso em: 27 ago. 2012.

DEMMY, E. W.; BURCH, D. Gingers: a rising star in Florida gardens. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v. 111, p. 190-191, 1998. Disponível em: <[http://www.fshs.org/Proceedings/Password%20Protected/1998%20Vol.%2011/1/190-191%20\(DEMMY\).pdf](http://www.fshs.org/Proceedings/Password%20Protected/1998%20Vol.%2011/1/190-191%20(DEMMY).pdf)>. Acesso em: 01 ago. 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n6/a01v35n6.pdf>>. Acesso em: 06 ago. 2012.

KITTAS, C.; BAILLE, A.; GIAGLARAS, P. Influence of covering material and shading on the spectral distribution of light in greenhouses. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 73, n. 4, p. 341-351, Aug. 1999.

KOBAYASHI, K. D.; KAWABATA, A. F.; LICHTY, J. S. Effects of photosensitive shade cloths on potted *Dracaena* and *Anthurium* plants.

HortScience, Alexandria, v. 41, n. 4, p. 1053-1054, July 2006. Disponível em: <<http://hortsci.ashspublications.org/content/41/4/1053.5.full.pdf+html>>. Acesso em: 12 jul. 2012.

KOBAYASHI, K. D.; MCEWEN, J.; KAUFMAN, A. J. **Ornamental ginger, red and pink**. Honolulu: CTAHR, 2007. 8 p. Disponível em: <<http://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/OF-37.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2010.

LAMAS, A. da M. **Floricultura tropical**: técnicas de produção. 2004. 65 p. Disponível em: <http://www.fit.ufsc.br/disciplinas_download.php?cod=2113>. Acesso em: 28 maio 2012.

LEITE, C. A. et al. Light spectrum management using colored nets to control the growth and blooming of *Phalaenopsis*. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 770, p. 177-184, June 2008.

LIMA, J. D. et al. Variáveis fisiológicas de antúrio cultivado sob diferentes malhas de sombreamento. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 3, p. 193-200, maio/jun. 2010. Disponível em: <http://www.sumarios.org/sites/default/files/pdfs/37232_4658.PDF>. Acesso em: 04 mar. 2012.

MEIRELLES, A. J. A. et al. Influência de diferentes sombreamentos e nutrição foliar no desenvolvimento de mudas de palmeira ráfia *Rhapis excelsa* (Thunberg) Henry ex. Rehder. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1884-1887, nov./dez. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n6/a43v31n6.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2012.

NOMURA, E. S. et al. Crescimento e produção de antúrio cultivado sob diferentes malhas de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1394-1400, ago. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n5/a14v39n5.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2011.

OREN-SHAMIR, M. et al. Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v. 76, n. 3, p. 353-361, May 2001.

SHAHAK, Y. et al. Colornets: crop protection and light-quality manipulation in one technology. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 659, p. 143-151, Nov. 2004.

STREIT, N. M. et al. As clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 748-755, maio/jun. 2005. Disponível em:
<<http://www.scielo.br/pdf/cr/v35n3/a43v35n3.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2012.

CAPÍTULO 3

Qualidade pós-colheita de alpínia influenciada por concentrações de GA₃

RESUMO

O ácido giberélico atua no atraso da degradação da clorofila e na redução da perda da estabilidade dos tecidos, prolongando a vida de vaso das flores de corte. Desse modo, objetivou-se avaliar os efeitos na qualidade, longevidade, teores de açúcares solúveis totais e atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase em hastes florais de alpinia 'Red Ginger', submetidas a diferentes concentrações de GA₃. Hastes florais foram tratadas com *pulsing* de ácido giberélico (GA₃) por 24 horas, nas concentrações de 0, 5, 25, 50 e 100 mg L⁻¹. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com 5 tratamentos, 4 repetições e 3 hastes florais por parcela. Avaliou-se a cada 2 dias a qualidade por atribuição de notas, a durabilidade comercial, a variação de massa fresca, o volume absorvido de água e a coloração de brácteas pelos parâmetros luminosidade, cromaticidade e ângulo *hue*. Simultaneamente, hastes florais, destinadas às análises destrutivas, foram submetidas por 24 horas às mesmas concentrações de GA₃ do experimento anterior. Brácteas e segmentos da base da haste floral foram coletados a cada 3 dias para as análises bioquímicas de açúcares solúveis totais e atividade enzimática da peroxidase e da polifenoloxidase. As hastes florais foram mantidas em câmara fria a 18 °C e 91% de umidade relativa do ar por 31 dias. Solução de *pulsing* com 5 mg L⁻¹ de GA₃ proporcionou prolongamento da durabilidade comercial, menores alterações nos teores de açúcares solúveis totais em brácteas e redução na atividade peroxidásica e polifenoloxidásica nas brácteas e bases das hastes florais.

Palavras-chave: *Alpinia purpurata*. Longevidade. Flor de corte.

ABSTRACT

Gibberellic acid acts on delaying chlorophyll degradation and reducing loss of tissues stability, prolonging the vase life of cut flowers. Thus, this work was carried out with the purpose of evaluating the effects on quality, longevity, total soluble sugars, peroxidase and polyphenoloxidase activities in 'Red Ginger' floral stems, subjected to different GA₃ concentrations. Floral stems were treated with gibberellic acid (GA₃) *pulsing* for 24 hours at concentrations of 0, 5, 25, 50 and 100 mg L⁻¹. The experimental design was completely randomized, with 5 treatments, 4 replicates and 3 floral stems per plot. The floral stems quality was evaluated every 2 days using grades scale, commercial durability, fresh weight variation, absorbed volume water, and bracts coloration by parameters lightness, chroma and *hue* angle. Simultaneously, floral stems, designed to destructive analysis, were subjected for 24 hours to the same GA₃ concentrations from the previous experiment. Bracts and segments of the floral stem base were collected every 3 days for biochemical analysis of soluble sugars and peroxidase and polyphenoloxidase activities. Floral stems were kept in cold storage at 18 °C and 91% relative humidity for 31 days. *Pulsing* solution with 5 mg L⁻¹ of GA₃ provided prolongation of commercial durability, lower changes in the soluble sugars levels in bracts and reduction in peroxidase and polyphenoloxidase activities in bracts and in the bases of floral stems.

Keywords: *Alpinia purpurata*. Longevity. Cut flower.

1 INTRODUÇÃO

Mudanças bioquímicas, fisiológicas e estruturais ocorrem nas flores depois de colhidas, provocando processos de desorganização e desagregação de tecidos, o que promove a senescência (FINGER et al., 2003). Desse modo, o manuseio adequado da pós-colheita, utilizando-se de soluções conservantes, pode proporcionar o prolongamento da vida de vaso das flores.

O uso de reguladores vegetais de crescimento pode ser recomendado no tratamento pós-colheita de flores antes do armazenamento e/ou do transporte, adicionando-os em soluções de vaso, *pulsing* ou aplicação pulverizada (NOWAK; RUDNICKI, 1990). A aplicação em solução de vaso ou pulverização de ácido giberélico em flores cortadas aumenta o teor endógeno desse regulador nos tecidos, podendo atrasar o processo de senescência. O ácido giberélico atua no atraso da degradação da clorofila e na redução da perda da estabilidade dos tecidos (CHITARRA; CHITARRA, 2005), prolongando a longevidade de flores cortadas.

Em hastes florais de *Zantedeschia elliptiana* ‘Black Magic’ e ‘Florex Gold’, foi observado alongamento das hastes tratadas com 50 e 100 mg L⁻¹ de GA₃ (JANOWSKA; JERZY, 2004). Constatou-se melhor manutenção da cor verde em folhas de lírio tratado com solução de vaso contendo 50 mg L⁻¹ de GA₃, 4% de sacarose e 200 mg L⁻¹ de ácido cítrico (DIAS-TAGLIACOZZO; GONÇALVES; CASTRO, 2005). Hastes florais de sorvetão (*Zingiber spectabile*), submetidas à solução de 5 mg L⁻¹ de GA₃, produto comercial ProGibb[®], atrasaram a abertura acentuada das brácteas laterais (SANTOS; SANTOZ; LIMA, 2008). Alongamento caulinar, atraso no amarelecimento foliar e aumento de hastes curvadas foram observados em *Tulipa gesneriana* ‘Apeldoorn’ e ‘Frappant’ tratadas com solução aquosa de GA₃ (DOORN et al., 2011). Resultados antagonísticos ao uso do GA₃ foram observados em crisântemo

‘Flippo’, ‘Recital’ e ‘Bronze Repim’, em que concentrações de 20 a 100 mg L⁻¹ na solução conservante aceleraram o processo de senescência, com redução da longevidade floral (BRACKMANN et al., 2005).

A longevidade das flores cortadas é influenciada pelos teores de carboidratos contidos nas células, pois esses compostos fornecem substrato energético e regulam o potencial osmótico. A energia liberada pela oxidação de carboidratos no processo respiratório é fundamental para a manutenção das flores colhidas, no entanto, o consumo desses compostos causa perdas de massa fresca e de turgescência, reduzindo a longevidade das flores (SHEEN; ZHOU; JANG, 1999; SMEEKENS, 2000).

O escurecimento em tecidos vegetais pode ser induzido por uma série de eventos metabólicos associados ao processo de senescência, iniciado pelo consumo das reservas de carboidratos, provocando hidrólises nas membranas intercelulares para o fornecimento do substrato respiratório. A desestruturação celular causa consequentemente o extravasamento de compostos fenólicos do vacúolo, em que esses compostos podem ser oxidados pela ação enzimática da peroxidase (EC 1.11.1.7) e da polifenoloxidase (monoxigenase EC 1.14.18.1, difenoloxidase EC 1.10.3.1 e lacase EC 1.10.3.2), provocando o escurecimento dos tecidos (WHITEHEAD; SWARDT, 1982). Além do escurecimento, a atividade peroxidásica e polifenoloxidásica pode promover o bloqueio fisiológico em hastes florais, causado pela deposição de gomas, mucilagens, taninos e resinas na região do corte da haste, obstruindo os vasos condutores (DOORN; VASLIER, 2002).

Desse modo, objetivou-se avaliar a influência de diferentes concentrações de GA₃ na qualidade, longevidade pós-colheita, teores de açúcares solúveis totais e atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase em hastes florais de *Alpinia purpurata* ‘Red Ginger’.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Hastes florais (pseudocaule + inflorescência) de *Alpinia purpurata* 'Red Ginger', oriundas de plantio comercial, colhidas no início da manhã, foram embaladas a seco, em caixas de papelão de 0,90 x 0,32 x 0,36 m, e transportadas por nove horas, na posição horizontal, de Manhuaçu (MG) até o Laboratório de Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, Lavras (MG).

Após o transporte, as bases das hastes florais foram imersas em água para amenizar o calor e restaurar a turgescência. Em seguida, realizou-se a seleção e padronização das hastes em 70 cm de comprimento. As inflorescências foram classificadas comercialmente como pequenas, medindo em média 16,5 cm (TEIXEIRA; LOGES, 2012).

As hastes florais foram pesadas e colocadas em baldes com capacidade para 20 L contendo 6 L de solução de ácido giberélico (GA_3), produto comercial ProGibb[®], nas concentrações 0, 5, 25, 50 e 100 mg L⁻¹, onde permaneceram em contato com a solução de *pulsing* por 24 horas, armazenando-se essas hastes em câmara fria, com temperatura de 18 °C e umidade relativa do ar de 91%. As soluções de GA_3 foram preparadas diluindo-se o produto comercial em água potável. Após o tratamento de *pulsing*, mensurou-se novamente a massa fresca das hastes florais. Em seguida, essas hastes foram colocadas em garrafas plásticas de 2 L, contendo 1 L de água e armazenadas em câmara fria a 18 °C e 91% UR, por um período de 31 dias.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 5 tratamentos (concentrações de GA_3), 4 repetições e 3 hastes florais por parcela.

A qualidade das inflorescências foi observada por 3 avaliadores a cada 2 dias, atribuindo-se notas, conforme a escala apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 Critérios de avaliação da qualidade pós-colheita de inflorescências de alpínia por atribuição de notas. UFLA, Lavras, MG, 2012.

Nota	Conceito	Descrição
4	excelente	Haste e inflorescência túrgidas, brácteas com brilho e coloração característica.
3	bom	Início da perda de turgescência (somente sensível ao tato).
2	regular	Rachaduras nas brácteas evidenciadas pela perda de brilho e da turgescência da inflorescência, queda de brácteas, perda visível da turgescência.
1	ruim	Perda da turgescência pronunciada das brácteas e hastes, inflorescência inclinada.
0	péssimo	Descarte, brácteas secas ou moles.

Fonte: Adaptado de Dias-Tagliacozzo, Zullo e Castro (2003).

Para a determinação do índice do período de durabilidade comercial, considerou-se a média das notas igual ou superior a 2,7 (DIAS-TAGLIACOZZO; ZULLO; CASTRO, 2003). O cálculo desse índice foi realizado utilizando-se a equação de regressão gerada para cada tratamento em função das notas e dos dias após a colheita.

As hastes florais foram pesadas a cada 2 dias até o descarte, possibilitando o cálculo da variação de massa fresca (VMF), que considerou a primeira pesagem como 100% e, para as demais pesagens, aplicou-se a fórmula $VMF = [(pesagem * 100)/1^a pesagem]$. A primeira pesagem foi realizada antes do *pulsing* de 24 horas com as soluções de GA₃. O volume absorvido de água pelas hastes florais por repetição foi medido a cada 2 dias, completando-se o volume do recipiente para 1 L.

A coloração das brácteas foi analisada com uso do colorímetro Konica Minolta, modelo Chroma Meter CR 400, que utiliza o método da CIE L*a*b 1976 (KONICA MINOLTA OPTICS, 2007), permitindo obter a luminosidade (L*) e calcular a cromaticidade (C*) e o ângulo *hue* (h°) das brácteas. As leituras

foram realizadas em duas inflorescências por tratamento, a cada 2 dias. Para padronizar as leituras, marcou-se uma bráctea na posição mediana da inflorescência e realizou-se a leitura na bráctea superior.

Hastes florais com 50 cm de comprimento, destinadas às análises destrutivas, foram dispostas em baldes com capacidade para 20 L contendo 6 L de solução de GA₃, nas concentrações 0, 5, 25, 50 e 100 mg L⁻¹, por 24 horas, em câmara fria a 18 °C e 91% UR. Em seguida, as hastes foram colocadas em água. Amostras de brácteas e segmentos de 2 cm da base da haste floral foram coletadas de 3 hastes florais por tratamento aos 0, 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28 e 31 dias após a instalação do experimento. O material vegetal coletado foi imediatamente congelado em nitrogênio líquido e armazenado em freezer horizontal a -18 °C para posterior análise de açúcares solúveis totais e atividades enzimáticas (peroxidase e polifenoloxidase).

Para extração dos açúcares solúveis totais das brácteas, pesou-se 2 g do material vegetal por repetição, macerando-o em 50 mL de álcool etílico 70%. O preparado obtido foi aquecido por 30 min. em banho-maria a 90 °C, e em seguida, manteve-se esse preparado em repouso por 12 h. Após esse procedimento, foram feitas duas filtrações, utilizando-se em cada, 30 mL de álcool etílico hidratado 92,8°. O preparado foi colocado em chapa elétrica de aquecimento para evaporação do álcool, atingindo o volume aproximado de 5 mL, e em seguida, completou-se o volume do extrato para 50 mL com água destilada. Após, foi coletado 1 mL do extrato, diluindo-se esse volume em 10% com adição de água destilada, e utilizou-se 1 mL dessa diluição para a determinação da quantidade de açúcares solúveis totais, realizada pelo método da Antrona (DISCHE, 1962), em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 620 nm. Os resultados foram expressos em % (g 100 g⁻¹).

As enzimas peroxidase e polifenoloxidase foram extraídas pelo método proposto por Matsuno e Uritani (1972). Foram pesados 5 g de brácteas e 10 g de

segmentos da base da haste, sendo adicionado 40 mL de tampão fosfato 0,05 M (pH 7,0) no volume das brácteas e 50 mL desse tampão no volume das bases. Triturou-se o material vegetal com o tampão fosfato em politron até a obtenção de massa homogênea. Em seguida, o preparado foi filtrado a 4 °C, obtendo-se o extrato enzimático.

A atividade peroxidásica nas brácteas e na base da haste floral foi determinada pelo método preconizado por Matsuno e Uritani (1972). O meio de reação foi composto por 3 mL do extrato enzimático, 5,0 mL de tampão fosfato-citrato 0,02 M (pH 5,0), 0,5 mL H₂O₂ 3% e 0,5 mL de guaiacol. Essa reação entre os compostos ocorreu em banho-maria a 30 °C por 5 min., sendo interrompida com a adição de 1,0 mL de bissulfito de sódio 30%. A atividade enzimática foi determinada em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 470 nm. Os resultados da atividade peroxidásica foram expressos em $\eta\text{mol min}^{-1} \text{g}^{-1}$, com base na massa fresca.

O método utilizado para determinar a atividade polifenoxidásica no extrato enzimático de brácteas e base da haste floral foi o proposto por Teisson (1979). Ao volume de 1 mL de extrato enzimático adicionou-se 3,6 mL de tampão fosfato 0,1 M (pH 7,0) e 0,1 mL de catecol 10 mM. Em seguida, incubou-se esse meio de reação em banho-maria a 30 °C por 30 min., interrompendo-se a reação com a adição de 1,6 mL de ácido perclórico 2,0 N. A determinação da atividade enzimática foi feita em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 395 nm, sendo os resultados da atividade polifenoxidásica expressos em $\eta\text{mol min}^{-1} \text{g}^{-1}$, com base na massa fresca.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 5 (concentrações de GA₃) x 12 (períodos de coleta), em 3 repetições.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pela análise de regressão polinomial, com o auxílio do programa estatístico SISVAR 4.6 (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As soluções de *pulsing* com GA₃, nas concentrações de 5 a 100 mg L⁻¹, fornecidas às hastes florais de alpinia, contribuíram para a manutenção da qualidade das hastes de 9 a 12 dias após a colheita (Figura 1 e 2). As hastes florais tratadas com *pulsing* somente com água, foram as que iniciaram precocemente a manifestação de sintomas de senescência, com princípio da perda de turgescência das brácteas, seguidas das hastes florais que receberam *pulsing* com 50 e 100 mg L⁻¹ de GA₃ (Figura 1). A progressão do processo de senescência resultou no escurecimento e secamento da inflorescência ou de brácteas apicais, sendo essa manifestação mais evidente em hastes florais não tratadas com GA₃ ou em hastes submetidas a concentrações elevadas desse regulador de crescimento.

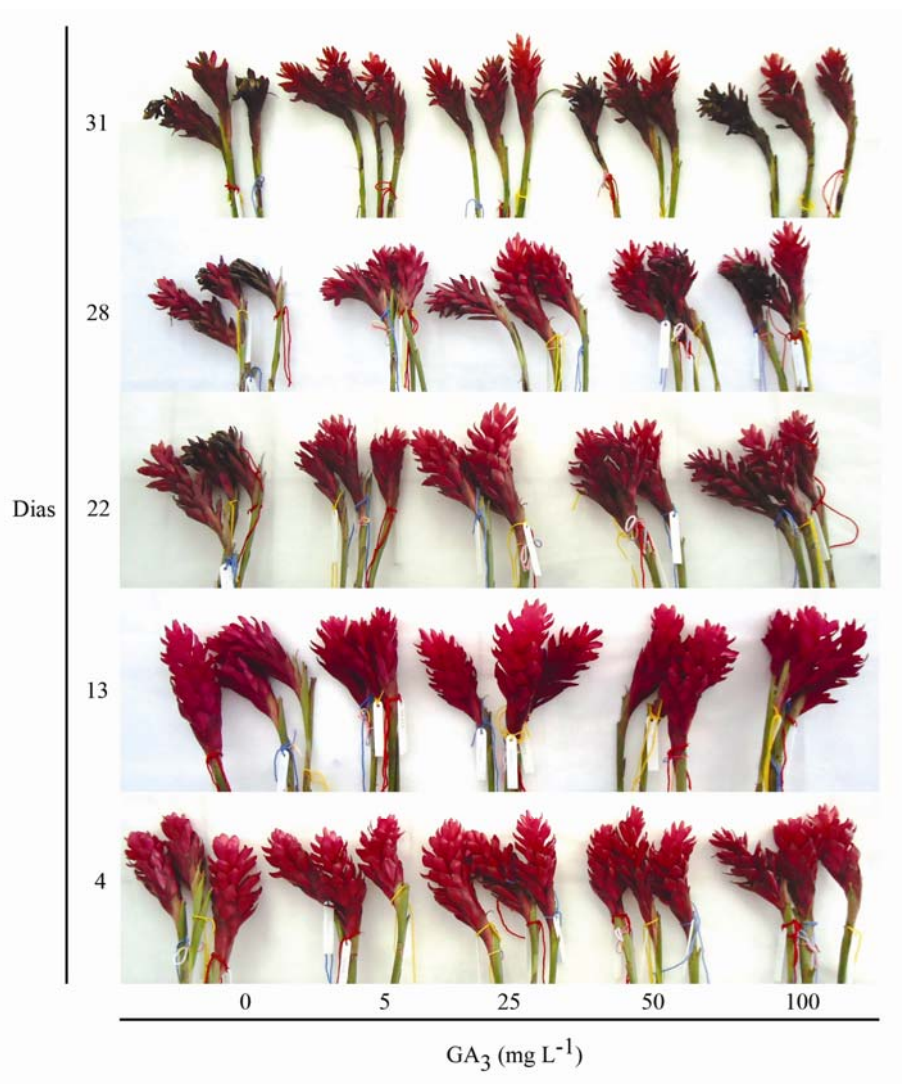


Figura 1 Aspecto pós-colheita das inflorescências de alpinia ‘Red Ginger’ tratadas com solução de *pulsing* contendo diferentes concentrações de GA₃.

Soluções de *pulsing* com 5 e 25 mg L⁻¹ de GA₃ propiciaram a atribuição de melhores notas à qualidade de hastes florais de alpinia com o decorrer do tempo após a colheita (Figura 2). As hastes florais submetidas ao *pulsing* com 5

e 25 mg L⁻¹ GA₃ permaneceram por mais tempo com nota média igual ou superior a 2,7, cujos índices de durabilidade comercial foram, respectivamente, 11,37 e 11,64 dias. Hastes que receberam apenas água na solução de *pulsing* apresentaram o menor índice de durabilidade (8,78 dias). Observaram-se índices de durabilidade de 9,35 e 9,60 dias em hastes tratadas com soluções de *pulsing* com 50 e 100 mg L⁻¹ de GA₃, respectivamente.

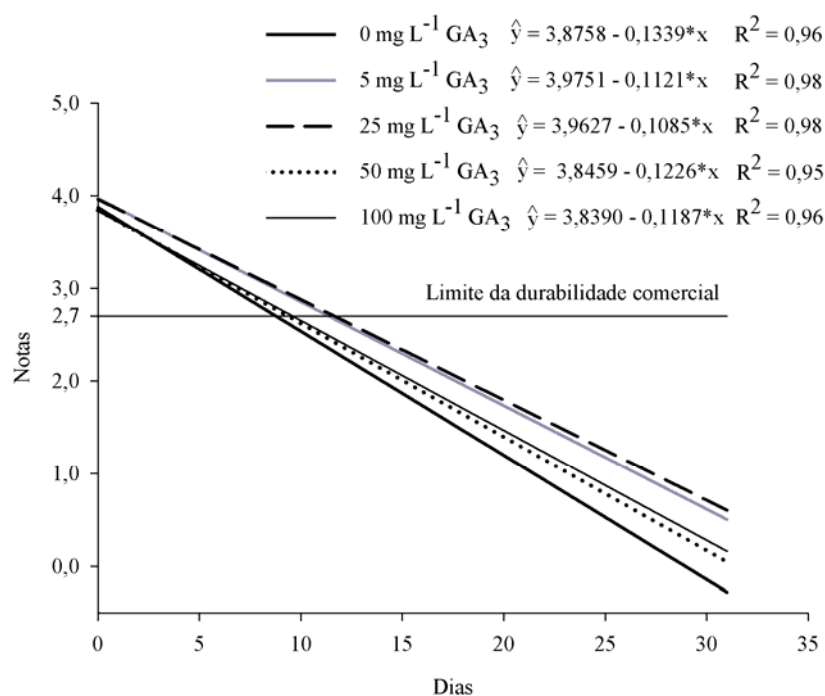


Figura 2 Avaliação por atribuição de notas da qualidade de hastes florais de alpínia 'Red Ginger' tratadas com solução de *pulsing* contendo diferentes concentrações de GA₃, em função dos dias após a colheita.

A variação de massa fresca de hastes florais foi de 90,0 a 90,6% em concentrações de 0 a 11 mg L⁻¹ de GA₃ (Figura 3). Concentrações de 50 a 100 mg L⁻¹ de GA₃ mantiveram a variação média de massa fresca de 87,9% a 88,6%.

A massa fresca inicial é representada pelo valor de 100%, assim, quanto mais próxima for a variação de massa desse valor, mais as hastes florais conservaram suas reservas, considerando as médias das concentrações de GA₃ testadas referentes ao período de 31 dias de pós-colheita. Desse modo, concentrações entre 0 e 11 mg L⁻¹ de GA₃ proporcionaram melhor conservação de massa fresca de hastes de alpínia.

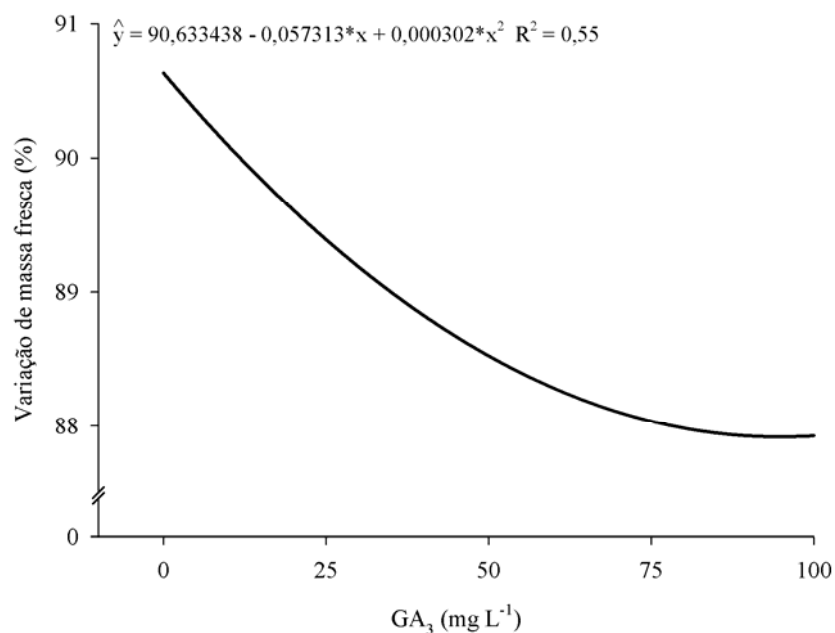


Figura 3 Variação de massa fresca de hastes florais de alpínia 'Red Ginger' em diferentes concentrações de GA₃ na solução de *pulsing*.

O ácido giberélico atua na redução da perda da estabilidade dos tecidos, contribuindo para uma melhor conservação pós-colheita das hastes florais, em que concentrações menores de GA₃ proporcionaram melhor conservação da massa fresca e maior durabilidade comercial das hastes florais de alpínia no período de 31 dias após a colheita.

Em *Zantedeschia elliottiana* 'Florex Gold' constatou-se uma maior perda de massa nas hastes submetidas à solução de vaso contendo 100 mg L^{-1} de GA_3 (JANOWSKA; JERZY, 2004). Observou-se que concentrações elevadas de GA_3 também promoveram maior perda de massa fresca em alpínia 'Red Ginger'. Resultados antagônicos foram observados em inflorescências de *Curcuma alismatifolia* tratadas com solução de vaso contendo 150 mg L^{-1} de GA_3 , em que essas apresentaram menor perda de massa fresca (BUNYA-ATICHART; KETSA; DOORN, 2004).

O volume médio absorvido de água por três hastes florais, no período de 31 dias pós-colheita, foi reduzindo com o aumento da concentração de GA_3 na solução de *pulsing* (Figura 4).

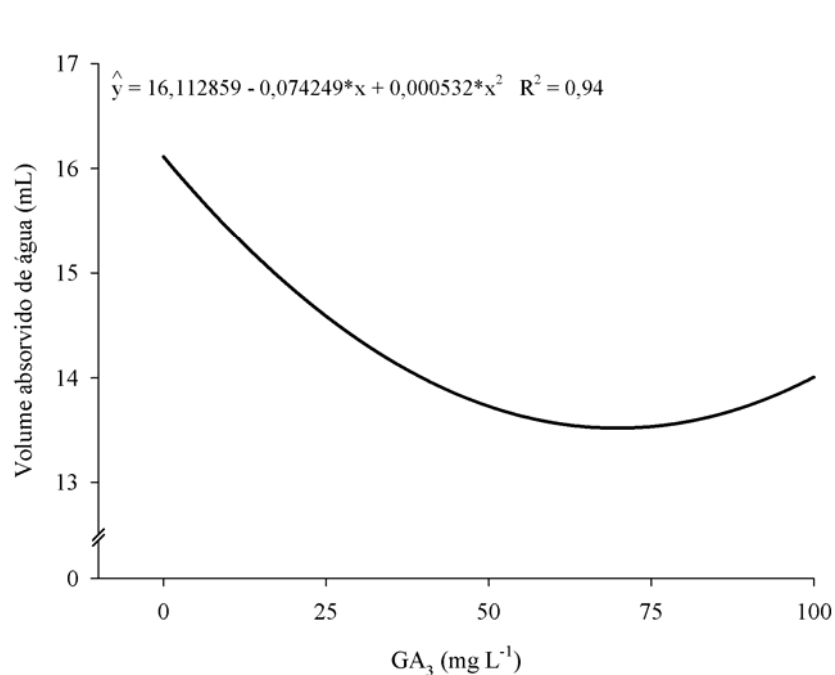


Figura 4 Volume absorvido de água por três hastes florais de alpínia 'Red Ginger' em diferentes concentrações de GA_3 na solução de *pulsing*.

O aumento no consumo de água pelas hastes florais de alpínia pode estar relacionado com a conservação da massa fresca dessas hastes. Concentrações menores de GA₃ promoveram uma perda mais lenta de massa fresca das hastes, conservando suas reservas e mantendo a durabilidade, assim, hastes florais com melhor estado de conservação absorveram mais água para manter sua hidratação.

Flores de gérbera ‘Good Timing’, submetidas à concentração de 50 mg L⁻¹ de GA₃ em solução de *pulsing* por 48 horas, e mantidas em solução com 2,5% de etanol e 3% de sacarose, apresentaram uma vida de vaso melhor, com aumento no diâmetro floral e na absorção da solução (DANAEE; MOSTOFI; MORADI, 2011). Ao contrário, concentrações elevadas de GA₃ causaram aumento na perda de massa fresca e redução no consumo de água em hastes, podendo essas concentrações ter provocado toxicidade às hastes florais de alpínia.

A luminosidade de brácteas em concentrações de 10 a 40 mg L⁻¹ de GA₃ variou de 34,69 a 34,96, em que a maior média estimada foi na concentração de 25,4 mg L⁻¹ de GA₃ (Figura 5A). As brácteas mantiveram a cromaticidade entre 26,9 e 27,3 em hastes submetidas ao *pulsing* de 15 a 50 mg L⁻¹ de GA₃ (Figura 5B). Para cromaticidade, observaram-se menores valores em brácteas de hastes submetidas ao *pulsing* de GA₃ nas concentrações de 0 e 5 mg L⁻¹. O ângulo *hue* entre 10,6° e 10,8° foi mantido pelas brácteas de hastes tratadas com *pulsing* de GA₃ em concentrações entre 25 e 65 mg L⁻¹, sendo o ângulo *hue* de 10,8° estimado na concentração 45,9 mg L⁻¹ (Figura 5C). Melhor qualidade das inflorescências foi observada em alpínias tratadas com 25 mg L⁻¹ de GA₃, em que verificou-se nessa concentração maior índice de durabilidade comercial (11,64 dias) e uma manutenção satisfatória da luminosidade, cromaticidade e ângulo *hue* das brácteas.

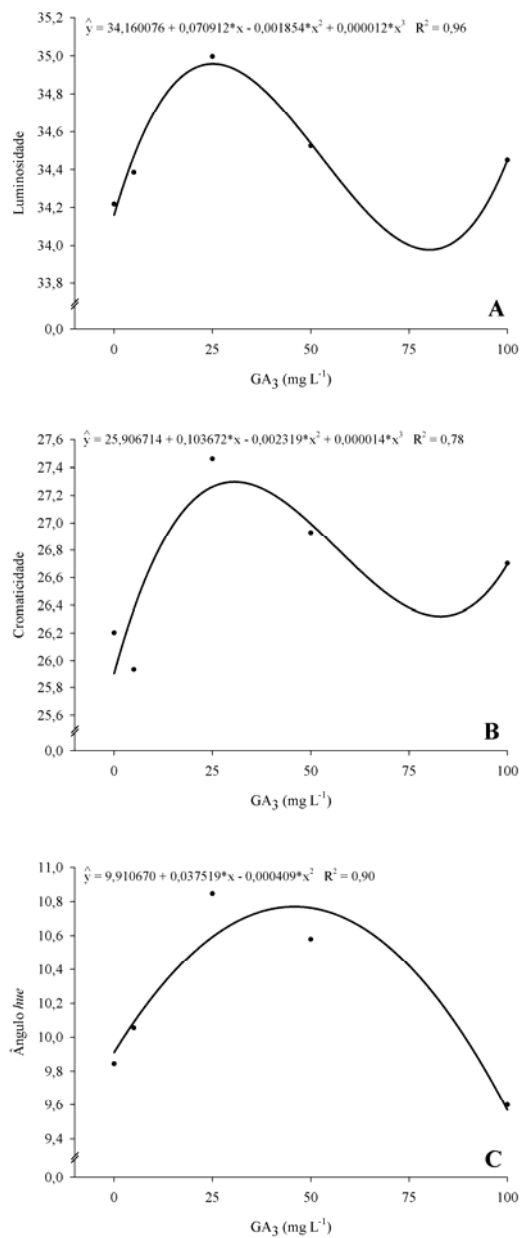


Figura 5 Luminosidade (A), cromaticidade (B) e ângulo *hue* (C) da face externa de brácteas de alpinia ‘Red Ginger’ tratada com *pulsing* contendo diferentes concentrações de GA₃.

Alpínias tratadas com *pulsing* de GA₃, em concentrações entre 10 e 50 mg L⁻¹, conservaram melhor a cor vermelha das brácteas, apresentando melhores resultados para os parâmetros de luminosidade e cromaticidade. A análise desses parâmetros indica a cor da amostra de forma numérica, em que a luminosidade relaciona-se à claridade e a cromaticidade refere-se à saturação, pureza e intensidade (KONICA MINOLTA OPTICS, 2007; MCGUIRE, 1992).

A luminosidade de 34 a 35 tende ao escuro, cuja escala varia de 0 (preto) a 100 (branco). A cromaticidade de 27 está distante do eixo de luminosidade, situando-se em posição mediana, indicando opacidade, numa escala de 0 a 60, com início em cores acinzentadas e término em cores vívidas. O ângulo *hue* refere-se à tonalidade. A variação desse ângulo entre 9,5° e 11,0° indica tom avermelhado da bráctea, pois o ângulo indicativo de tons vermelhos inicia-se em 0° (KONICA MINOLTA OPTICS, 2007). Os resultados desses parâmetros de cor apontaram um tom vermelho-escuro das brácteas.

Em relação aos teores de açúcares solúveis totais nas brácteas de hastes florais submetidas a diferentes concentrações de GA₃, verificou-se que a variação dos teores de açúcares na concentração de 5 mg L⁻¹ foi menor com o decorrer do tempo, cujos teores mantiveram-se entre 0,65 e 0,79% até 25 dias após a colheita, atingindo o teor de 0,79% aos 12,25 dias (Figura 6). Brácteas de hastes florais que receberam somente água no *pulsing* apresentaram maior variabilidade nos teores de açúcares no período de 26 dias de pós-colheita, com teores entre 0,62 e 0,89%.

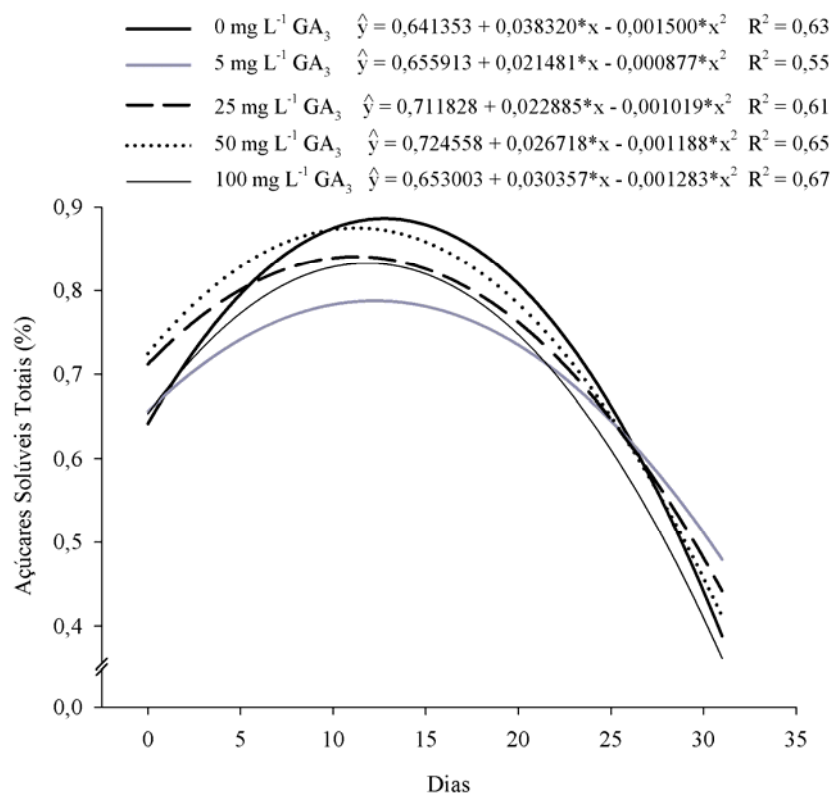


Figura 6 Teores de açúcares solúveis totais em brácteas de hastes florais de alpínia ‘Red Ginger’ submetidas a diferentes concentrações de GA₃ na solução de *pulsing*, em função dos dias após a colheita.

Relacionando a qualidade das inflorescências com os teores de açúcares solúveis totais nas brácteas de alpínia ‘Red Ginger’ nas diferentes soluções de *pulsing* de GA₃ (Figuras 2 e 6), observou-se, no limite da durabilidade comercial, aumento de 18,3 a 34,4% nos teores de açúcares, sendo esse aumento mais expressivo em brácteas de hastes tratadas somente com água (34,4%) e com 100 mg L⁻¹ de GA₃ (26,5%), cujos tratamentos apresentaram índices menores de durabilidade, 8,78 dias e 9,60 dias, respectivamente. Contudo, as hastes florais no ponto de descarte, aos 31 dias após a colheita, apresentaram

quedas nos teores de açúcares solúveis de 26,9 a 44,7%, em relação aos teores de açúcares iniciais, verificando-se maiores porcentagens de queda em brácteas de hastes submetidas às concentrações mais elevadas de GA₃.

A tendência nos comportamentos dos teores de açúcares solúveis totais em brácteas foi semelhante nas diferentes concentrações de GA₃ testadas com o decorrer do período de pós-colheita das hastes de alpínia, apresentando aumento nos teores até 15 dias de pós-colheita. O aumento nas taxas respiratórias pode estar relacionado com o acréscimo nos teores de açúcares solúveis nas brácteas, em que essas consumiram suas fontes energéticas, promovendo o atraso da senescência. Os teores de açúcares solúveis totais nas brácteas diminuíram consideravelmente a partir dos 25 dias após a colheita das hastes, apresentando teores de açúcares abaixo dos teores iniciais, podendo-se atribuir esse comportamento a redução das taxas respiratórias e a fase final do processo de senescência das brácteas.

A concentração de 5 mg L⁻¹ de GA₃ foi a que promoveu menor alteração nos teores de açúcares solúveis em brácteas de alpínia 'Red Ginger'. Desse modo, pode-se inferir que nessa concentração, as brácteas conservaram melhor suas reservas energéticas, contribuindo para o prolongamento da durabilidade comercial.

Em pétalas de gladiolo, teores mais elevados de açúcares redutores e não redutores foram observados em hastes tratadas com solução de vaso contendo 50 mg L⁻¹ de GA₃ e 50 g L⁻¹ de sacarose, com prolongamento na vida de vaso das flores (SINGH; KUMAR; KUMAR, 2008). O fornecimento de sacarose, associado ao ácido giberélico, pode ter contribuído para aumentar os teores de açúcares nas pétalas de gladiolo. Em *Curcuma alismatifolia*, a respiração do terço superior da haste floral, contendo as brácteas róseas, apresentou declínio acentuado antes do escurecimento. Esse escurecimento pode ser uma resposta à

falta de níveis adequados de açúcares (BUNYA-ATICHART; KETSA; DOORN, 2004).

A senescência em flores está relacionada diretamente ao processo respiratório, levando ao esgotamento das reservas de carboidratos. Assim, os açúcares da flor são prontamente consumidos após o corte, e essa diminuição de reservas causa perdas de massa fresca e de turgescência, reduzindo a vida útil da flor (DOORN, 2001). A concentração de 5 mg L^{-1} de GA_3 proporcionou prolongamento da durabilidade comercial, redução na perda de massa fresca e menor variação nos teores de açúcares solúveis totais em brácteas de alpínia ‘Red Ginger’.

Com relação à atividade peroxidásica em brácteas de alpínia, verificou-se aumento linear na atividade enzimática com o progresso da senescência nas hastes tratadas com diferentes concentrações de GA_3 em solução de *pulsing* (Figura 7). As brácteas de hastes florais tratadas com *pulsing* de GA_3 nas concentrações de 0 e 25 mg L^{-1} tiveram maior atividade da peroxidase, enquanto que, no *pulsing* com 5 mg L^{-1} de GA_3 foi observada menor atividade dessa enzima. Em sorvetão (*Zingiber spectabile*), Santos (2007) constatou aumento na atividade da peroxidase em brácteas de hastes florais tratadas com solução de manutenção contendo 5 mg L^{-1} de GA_3 .

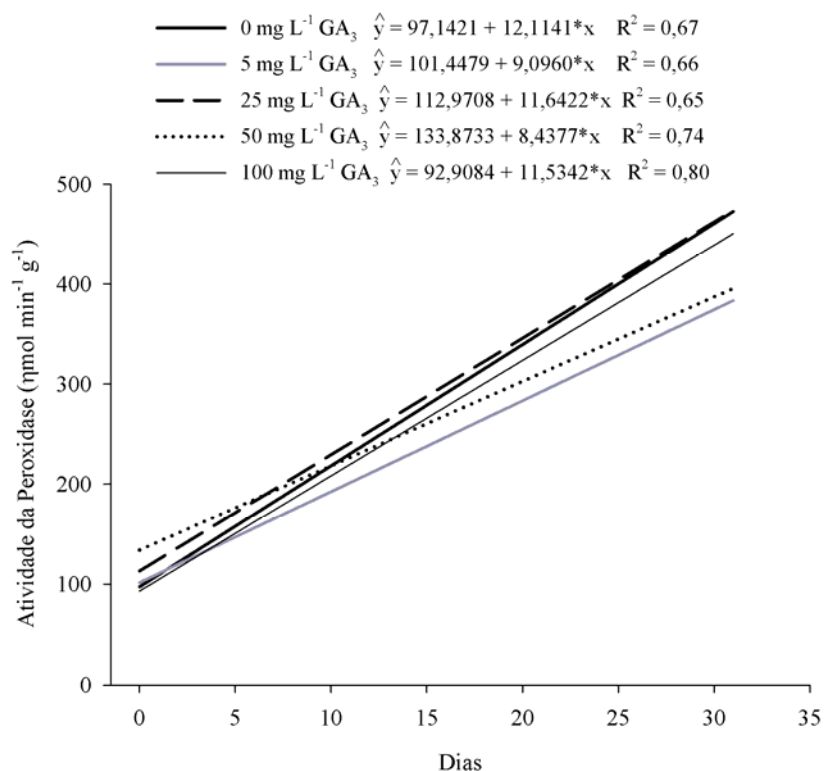


Figura 7 Atividade da peroxidase em brácteas de alpínia 'Red Ginger' submetida a diferentes concentrações de GA₃ na solução de *pulsing*, em função dos dias após a colheita.

A atividade da peroxidase em brácteas de alpínia após 10 dias da colheita foi de 1,63 a 2,25 vezes maior em relação à atividade inicial dessa enzima, observando-se maior aumento em brácteas de hastes que receberam os *pulsing* com 0 e 100 mg L⁻¹ de GA₃. Aos 31 dias de pós-colheita, verificou-se que a atividade da peroxidase foi de 2,95 a 4,87 vezes maior que a atividade inicial, seguindo comportamento semelhante ao apresentado pelos tratamentos após 10 dias da colheita.

A concentração de 5 mg L⁻¹ de GA₃ no *pulsing* de hastes florais de alpínia promoveu baixa atividade da peroxidase na base da haste, variando entre

158 a 206 $\eta\text{mol min}^{-1} \text{g}^{-1}$, sendo estimada maior atividade aos 26,2 dias após a colheita (Figura 8).

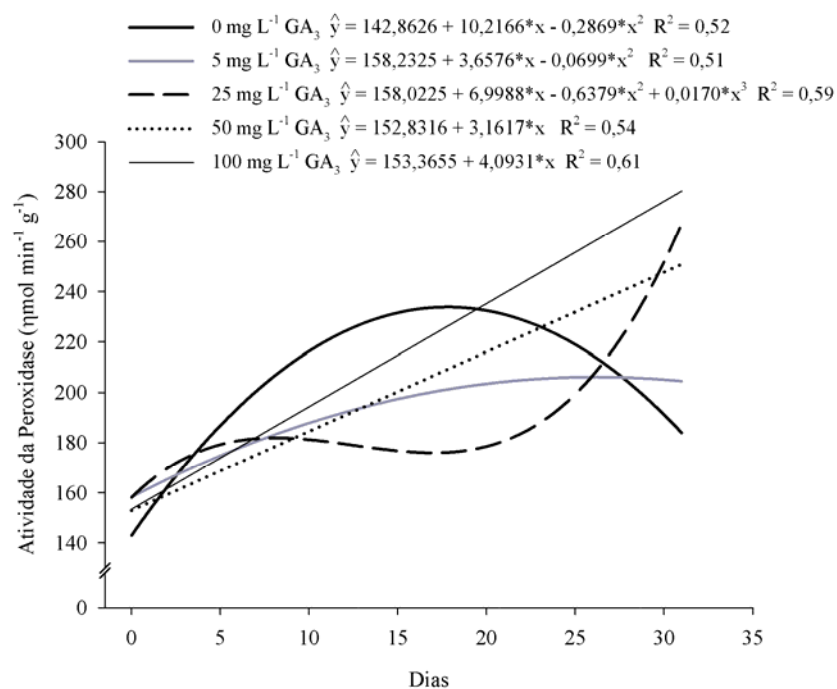


Figura 8 Atividade da peroxidase na base da haste floral de alpinia 'Red Ginger' submetida a diferentes concentrações de GA₃ na solução de *pulsing*, em função dos dias após a colheita.

Hastes florais de alpinia tratadas com *pulsing* de 25 mg L⁻¹ de GA₃ apresentaram atividade da peroxidase mais baixa na base das hastes até 25 dias após a colheita em comparação as demais concentrações testadas. Após esse período, verificou-se aumento considerável na atividade dessa enzima nessa concentração, atingindo aos 31 dias da colheita, a atividade enzimática de 268,41 $\eta\text{mol min}^{-1} \text{g}^{-1}$. Maior atividade da peroxidase na base das hastes foi observada na concentração de 100 mg L⁻¹ de GA₃, a partir de 20 dias da colheita, estimando aos 31 dias, a atividade de 280,25 $\eta\text{mol min}^{-1} \text{g}^{-1}$.

Aos 10 dias de pós-colheita, a atividade da peroxidase na base de hastes florais de alpínia foi 1,15 a 1,51 vezes maior em relação à atividade inicial. Nesse período, maior aumento da atividade enzimática foi estimado nas hastes tratadas com *pulsing* somente com água, sendo observado comportamento semelhante na base das hastes submetidas ao *pulsing* de GA₃. Aos 31 dias da colheita, a atividade da peroxidase foi 1,29 a 1,83 vezes maior que a atividade inicial, em que concentrações elevadas de GA₃ promoveram maiores atividades.

A atividade da peroxidase na base das hastes submetidas ao *pulsing* com 5 mg L⁻¹ de GA₃ foi maior em relação à atividade inicial no período de 31 dias de pós-colheita, com aumento de 1,19 a 1,29 vezes. Contudo, essa concentração proporcionou baixa atividade da peroxidase em relação às demais concentrações testadas, contribuindo com o prolongamento da durabilidade comercial das hastes florais de alpínia.

As hastes florais podem produzir espécies reativas de oxigênio (EROs) quando expostas a algum tipo de estresse excessivo na pós-colheita. O acúmulo de EROs pode ocasionar danos oxidativos em lipídeos, proteínas e outros compostos, gerando produtos tóxicos. As peroxidases são enzimas antioxidativas que atuam na redução dos danos causados pelo excesso de peróxidos em órgãos vegetais (JIN et al., 2006). Desse modo, o aumento da atividade peroxidásica nas brácteas e base das hastes de alpínia pode estar relacionado com o aumento de peróxidos nos tecidos, devido a condições de estresse da colheita e ao processo de senescência.

A produção de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) em produtos vegetais durante a pós-colheita pode promover a liberação ou ativação de peroxidases nas membranas celulares, onde a atividade dessa enzima pode aumentar ou diminuir, dependendo do estágio de maturação do tecido vegetal. Na senescência ocorre a descompartimentalização celular, liberando compostos que podem servir de substrato para as peroxidases, como os compostos fenólicos e outros metabólitos

secundários, o que pode provocar aumento na atividade dessa enzima (JIN et al., 2006; SIEGEL, 1993). Constatou-se o aumento na atividade da peroxidase na base das hastes de alpinia submetidas ao *pulsing* com diferentes concentrações de GA₃, verificando-se maiores aumentos em concentrações mais elevadas de GA₃ a partir dos 20 dias de pós-colheita. O fornecimento de 100 mg L⁻¹ de GA₃ pode ter provocado toxicidade aos tecidos da base das hastes florais, contribuindo desse modo com a aceleração do processo de senescência dessas hastes.

As brácteas das hastes florais submetidas ao *pulsing* com 5 mg L⁻¹ de GA₃ tiveram uma atividade reduzida da polifenoloxidase, comparada ao comportamento da atividade enzimática nas demais concentrações de GA₃ testadas, com atividade entre 194,5 a 276,6 $\eta\text{mol min}^{-1} \text{g}^{-1}$, atingindo maior atividade dessa enzima aos 23,3 dias após a colheita (Figura 9).

A atividade da polifenoloxidase nas brácteas de hastes tratadas com *pulsing* contendo 5, 25 e 50 mg L⁻¹ de GA₃ foi mais baixa até os 10 dias de pós-colheita, variando de 194,5 a 230,5 $\eta\text{mol min}^{-1} \text{g}^{-1}$. Concentrações de 25 e 50 mg L⁻¹ de GA₃ no *pulsing* de hastes florais promoveram uma atividade da polifenoloxidase mais elevada nas brácteas aos 23,9 e 23,0 dias após a colheita, cujos valores foram de 314,2 e 300,1 $\eta\text{mol min}^{-1} \text{g}^{-1}$, respectivamente. Observou-se aumento linear na atividade da polifenoloxidase em brácteas de hastes nas concentrações 0 e 100 mg L⁻¹ de GA₃, estimando-se aos 31 dias da colheita, as respectivas atividades de 304,5 e 323,3 $\eta\text{mol min}^{-1} \text{g}^{-1}$.

No descarte das hastes florais, aos 31 dias após a colheita, verificou-se atividade da polifenoloxidase de 1,06 a 1,51 vezes maior que a atividade inicial, observando-se maiores atividades em brácteas nos tratamentos com 0 e 100 mg L⁻¹ de GA₃.

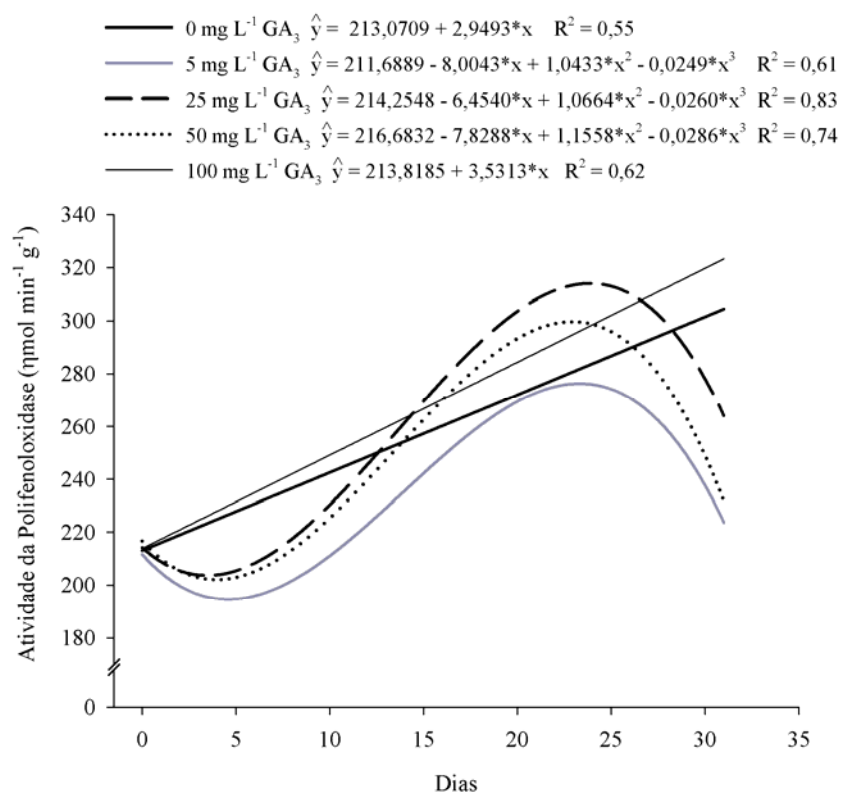


Figura 9 Atividade da polifenoloxidase em brácteas de alpinia 'Red Ginger' submetida a diferentes concentrações de GA₃ na solução de *pulsing*, em função dos dias após a colheita.

O aumento da atividade da polifenoloxidase em brácteas de sorvetão, conservado em solução de 5 mg L⁻¹ de GA₃, ocorreu no terceiro dia de pós-colheita, com redução da atividade dessa enzima após esse pico, assim, o uso exógeno de GA₃ na solução de manutenção pode ter contribuído para diminuição da atividade da polifenoloxidase nas inflorescências (SANTOS, 2007). Essa concentração de GA₃ aplicada em solução de *pulsing* também proporcionou redução na atividade da polifenoloxidase em brácteas de alpinia 'Red Ginger'.

O ácido giberélico atua na redução da perda da estabilidade dos tecidos vegetais, com diminuição da disponibilidade de metabólitos secundários promotores do aumento da atividade enzimática da polifenoloxidase, contribuindo com atraso do processo de senescência (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Desse modo, constatou-se que o fornecimento de 5 mg L^{-1} de GA_3 no *pulsing* de hastes florais de alpínia reduziu a atividade da polifenoloxidase nas brácteas e prolongou a durabilidade comercial das hastes florais.

Nas bases de hastes florais que permaneceram em contato com soluções de *pulsing* somente com água e com a adição de 5 mg L^{-1} de GA_3 , observou-se tendência semelhante na atividade da polifenoloxidase, com menor atividade até os 10 dias de pós-colheita e aumento em torno dos 22,5 e 24,6 dias, atingindo valores de $77,2 \text{ } \mu\text{mol min}^{-1} \text{ g}^{-1}$ no *pulsing* com água e $81,95 \text{ } \mu\text{mol min}^{-1} \text{ g}^{-1}$ no *pulsing* de 5 mg L^{-1} GA_3 (Figura 10). Aumento na atividade da polifenoloxidase na base da haste também foi estimado nas concentrações de 25 e 50 mg L^{-1} de GA_3 , com atividades, aos 31 dias após a colheita, de $91,0$ e $74,3 \text{ } \mu\text{mol min}^{-1} \text{ g}^{-1}$, respectivamente. Verificou-se maior atividade da polifenoloxidase nas bases em contato com *pulsing* de 100 mg L^{-1} de GA_3 , aumentando a partir dos 6,3 dias, com atividade de $123,4 \text{ } \mu\text{mol min}^{-1} \text{ g}^{-1}$ aos 31 dias de pós-colheita.

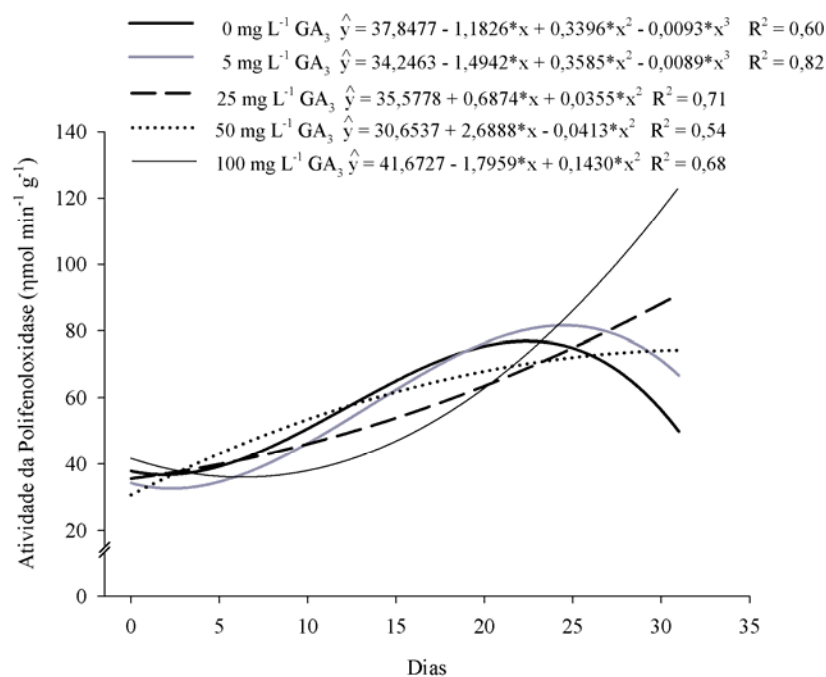


Figura 10 Atividade da polifenoloxidase na base da haste floral de alpinia 'Red Ginger' submetida a diferentes concentrações de GA₃ na solução de *pulsing*, em função dos dias após a colheita.

Após 25 dias de pós-colheita, verificou-se aumento de 1,99 a 2,39 vezes na atividade da polifenoloxidase na base das hastes, comparando-se com a atividade inicial, contudo, a tendência do comportamento das atividades enzimáticas foi semelhante entre os tratamentos de *pulsing* de GA₃ testados.

Hastes no ponto de descarte, aos 31 de pós-colheita, apresentaram aumentos de 2,42 a 2,96 vezes na atividade da polifenoloxidase em relação à atividade inicial nas bases imersas em *pulsing* com 25, 50 e 100 mg L⁻¹ de GA₃. O aumento na atividade da polifenoloxidase pode estar relacionado com o progresso da senescência das hastes florais, pois as mudanças fisiológicas e estruturais dos tecidos vegetais podem aumentar a liberação de compostos promotores do aumento da atividade dessa enzima.

O corte das hastes florais pode provocar danos causadores do bloqueio de vasos xilemáticos, devido ao acúmulo de compostos na base, que obstrui os poros conectivos, dificultando a absorção de água pela haste floral (BLEE et al., 2001). Esse bloqueio de vasos, de ordem fisiológica, pode aumentar a atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase após o corte da haste (BOTELLA et al., 1994; OKEY et al., 1997). Pôde-se observar aumento na atividade dessas enzimas na base das hastes de alpínia tratadas com *pulsing* de GA₃ nas diferentes concentrações testadas.

Em alpínia 'Red Ginger' constataram-se maiores aumentos na atividade da peroxidase e da polifenoloxidase na base das hastes florais tratadas com *pulsing* de 100 mg L⁻¹ de GA₃, podendo relacionar-se esse aumento na atividade enzimática a uma possível toxicidade causada aos tecidos das hastes florais submetidas a essa concentração de GA₃, o que pode ter provocado uma desestruturação celular e, conseqüentemente, um aumento na disponibilidade de substratos promotores da atividade peroxidásica e polifenoloxidásica na base das hastes.

4 CONCLUSÕES

Nas condições experimentais desse trabalho, pode-se concluir que:

- o *pulsing* com 5 mg L⁻¹ de GA₃ pode ser recomendado para conservação pós-colheita de alpínia ‘Red Ginger’;
- concentrações de 5 e 25 mg L⁻¹ de GA₃ proporcionaram maior durabilidade comercial das hastes florais;
- hastes florais tratadas com *pulsing* de 5 mg L⁻¹ de GA₃ apresentaram menores alterações nos teores de açúcares solúveis totais em brácteas;
- redução na atividade enzimática da peroxidase e da polifenoloxidase ocorreu em brácteas e base das hastes florais tratadas com *pulsing* de 5 mg L⁻¹ de GA₃.

REFERÊNCIAS

BLEE, K. A. et al. Proteomic analysis reveals a novel set of cell wall proteins in a transformed tobacco cell culture that synthesises secondary walls as determined by biochemical and morphological parameters. **Planta**, Berlin, v. 212, n. 3, p. 404-415, Feb. 2001.

BOTELLA, M. A. et al. Induction of a tomato peroxidase gene in vascular tissue. **FEBS Letters**, Amsterdam, v. 347, n. 2/3, p. 195-198, June 1994.

BRACKMANN, A. B. et al. Qualidade pós-colheita de crisântemos (*Dedranthema grandiflora*) mantidos em soluções de ácido giberélico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1451-1455, nov./dez. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v35n6/a37v35n6.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2011.

BUNYA-ATICHART, K.; KETSA, S.; DOORN, W. G. van. Postharvest physiology of *Curcuma alismatifolia* flowers. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 34, n. 2, p. 219-226, Nov. 2004.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

DANAEE, E.; MOSTOFI, Y.; MORADI, P. Effect of GA₃ and BA on postharvest quality and vase life of gerbera (*Gerbera jamesonii* cv. Good Timing) cut flowers. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, Suwon, v. 52, n. 2, p. 140-144, Apr. 2011.

DIAS-TAGLIACOZZO, G. M.; GONÇALVES, C.; CASTRO, C. E. F. de. Manutenção da qualidade pós-colheita de lírio. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 29-34, 2005.

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

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. (Ed.). **Carbohydrate chemistry**. New York: Academic, 1962. p. 477-512.

DOORN, W. G. van et al. A treatment to improve the vase life of cut tulips: effects on tepal senescence, tepal abscission, leaf yellowing and stem elongation. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 61, n. 1, p. 56-63, July 2011.

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

DOORN, W. G. van; VASLIER, N. Wounding-induced xylem occlusion in stems of cut chrysanthemum flowers: roles of peroxidase and catechol oxidase. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 26, n. 3, p. 275-284, Nov. 2002.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n6/a01v35n6.pdf>>. Acesso em: 06 ago. 2012.

FINGER, F. L. et al. Colheita, classificação e armazenamento de inflorescências de crisântemos. In: BARBOSA, J. G. (Ed.). **Crisântemos: produção de mudas, cultivo para corte de flor, cultivo em vaso, cultivo hidropônico**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003. p. 123-140.

JANOWSKA, B.; JERZY, M. Effect of gibberellic on the quality of cut flowers of *Zantedeschia elliotiana* (W. Wats.) Engl. **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities**, Wrocław, v. 7, n. 2, Sept. 2004. Disponível em: <<http://www.ejpau.media.pl/volume7/issue2/horticulture/art-08.html>>. Acesso em: 12 jul. 2012.

JIN, J. et al. Regulation of ascorbate peroxidase at the transcript level is involved in tolerance to postharvest water deficit stress in the cut rose (*Rosa hybrida* L.)

cv. Samantha. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 40, n. 3, p. 236-243, June 2006.

KONICA MINOLTA OPTICS. **Precise color communication**: color control from perception to instrumentation. Tokyo: Konica Minolta Measuring Instrument, 2007. 62 p. Disponível em: <<http://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/index.html>>. Acesso em: 15 mar. 2012.

MATSUNO, H.; URITANI, I. Physiological behavior of peroxidase isozymes in sweet potato root tissue injured by cutting or with black rot. **Plant and Cell Physiology**, Kyoto, v. 13, n. 6, p. 1091-1101, Dec. 1972.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective colour measurements. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, Dec. 1992.

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

OKEY, E. N. et al. *Phytophthora* canker resistance in cacao: role of peroxidase, polyphenoloxidase and phenylalanine ammonia-lyase. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 145, n. 7, p. 295-299, July 1997.

SANTOS, M. H. L. C. **Fisiologia pós-colheita de sorvetão (*Zingiber spectabile* Griff.) cultivado no submédio São Francisco**. 2007. 94 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2007.

SANTOS, M. H. L. C.; SANTOZ, E. E. F.; LIMA, G. P. P. Soluções conservantes em sorvetão pós-colheita. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2354-2357, nov. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v38n8/a41v38n8.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2011.

SHEEN, J.; ZHOU, L.; JANG, J. Sugars as signaling molecules. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v. 2, n. 5, p. 410-418, Oct. 1999.

SIEGEL, B. Z. Plant peroxidases: an organism perspective. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 12, n. 3, p. 303-312, Feb. 1993.

SINGH, A.; KUMAR, J.; KUMAR, P. Effects of plant growth regulators and sucrose on post harvest physiology, membrane stability and vase life of cut spikes of gladiolus. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 55, n. 3, p. 221-229, July 2008.

SMEEKENS, S. Sugar-induced signal transduction in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 51, p. 49-81, June 2000.

TEISSON, C. Le brunissement interne de l'ananas. I – Historique. II – Material et méthodes. **Fruits**, Paris, v. 34, n. 4, p. 245-281, avril 1979.

TEIXEIRA, M. do C. F.; LOGES, V. Alpinia. In: PAIVA, P. D. de O.; ALMEIDA, E. F. A. (Ed.). **Produção de flores de corte**. Lavras: UFLA, 2012. p. 40-56.

WHITEHEAD, C. S.; SWARDT, G. H. de. Extraction and activity of polyphenoloxidase and peroxidase from senescing leaves of *Protea neriifolia*. **South African Journal of Botany**, Pretoria, v. 1, n. 4, p. 127-130, 1982.

CAPÍTULO 4

Longevidade pós-colheita de alpínia após aplicação de cera de carnaúba

RESUMO

A cera de carnaúba confere efeitos benéficos aos produtos perecíveis, como brilho, manutenção da cor, redução da perda de massa fresca e prolongamento da vida útil pós-colheita. Contudo, uma cobertura mais espessa com essa cera pode provocar anaerobiose e distúrbios fisiológicos. O uso de cera de carnaúba é incipiente na conservação pós-colheita de flores tropicais. Desse modo, o objetivo da realização desse trabalho foi de avaliar a influência de diferentes concentrações de cera de carnaúba na qualidade e longevidade pós-colheita de hastes florais de alpínia ‘Red Ginger’. As soluções de cera de carnaúba nas concentrações de 0,0; 1,5; 3,0; 6,0; 9,0; 12,0 e 15,0% foram pulverizadas nas inflorescências viradas para baixo até o ponto de escorrimento. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com 7 tratamentos, 4 repetições e 3 hastes florais por parcela. As avaliações nas hastes florais foram feitas a cada 2 dias, durante 16 dias, analisando-se a qualidade por atribuição de notas e a durabilidade comercial. Nesse período, foram avaliados também a variação de massa fresca (VMF), o volume de água absorvido e os parâmetros de cor nas brácteas (luminosidade, cromaticidade e ângulo *hue*). Aplicação de solução de cera de carnaúba com concentração acima de 12% promoveu a aceleração dos processos de escurecimento e desidratação das brácteas. A concentração de 3% de cera de carnaúba proporcionou redução na perda de massa fresca. A pulverização de cera de carnaúba em concentrações de até 3% pode ser recomendada para inflorescências de alpínia ‘Red Ginger’.

Palavras-chave: *Alpinia purpurata*. Atmosfera modificada. Desidratação. Cor.

ABSTRACT

Carnauba wax confers beneficial effects to perishable products, such as brightness, color maintenance, weight loss reduction, and prolongation of vase life. However, a thicker cover with wax can cause anaerobic conditions and physiological disorders. The knowledge about the use of carnauba wax is not enough for the postharvest conservation of tropical flowers. Thus, the purpose of carrying out this work was to evaluate the influence of different carnauba wax concentrations in the quality and postharvest longevity of 'Red Ginger' floral stems. Carnauba wax solutions at concentrations of 0.0; 1.5; 3.0; 6.0; 9.0; 12.0 and 15.0% were sprayed on the inflorescences upside down until wetting fully the bracts. The experimental design was completely randomized with 7 treatments, 4 replicates and 3 floral stems per plot. Evaluations were made on floral stems every 2 days during 16 days, analyzing the quality for grades scale and commercial durability. In this period were also evaluated the fresh weight variation (FWV), absorbed volume water and color parameters in bracts (lightness, chroma and *hue* angle). Application of carnauba wax solution with concentration above 12% promoted browning and dehydration acceleration in bracts. Carnauba wax at concentration of 3% promoted decreased the fresh weight loss. Spraying carnauba wax in concentrations up to 3% can be recommended for 'Red Ginger' inflorescences.

Keywords: *Alpinia purpurata*. Modified atmosphere. Dehydration. Color.

1 INTRODUÇÃO

Técnicas adequadas de armazenamento, com controle de temperatura e umidade relativa do ar, promovem o atraso da senescência de produtos vegetais. A utilização de atmosfera modificada pode amenizar os danos fisiológicos causados pela elevação das taxas de respiração e evaporação no armazenamento desses produtos, processos esses que se forem demasiados, provocam a desidratação excessiva e o murchamento (LANA; FINGER, 2000).

Atmosfera modificada refere-se à capacidade do ar circundante em absorver vapor de água da superfície, podendo ter a presença de uma barreira física em torno do produto. Essa técnica de modificação pode ser aplicada com a redução de temperatura, aumento da umidade relativa do ar e uso de barreiras protetoras, como filmes plásticos ou ceras (LANA; FINGER, 2000).

Os benefícios que o uso da cera de carnaúba pode conferir aos produtos perecíveis são brilho, manutenção da cor, redução da perda de umidade, redução de trocas gasosas, retardo da senescência e prolongamento da vida útil. No entanto, a aplicação de uma camada de cera muito espessa pode provocar alterações na atmosfera interna dos órgãos vegetais, com redução drástica da concentração de O₂ e aumento excessivo da concentração de CO₂, podendo promover condição de anaerobiose com ocorrência de distúrbios fisiológicos (PETRACEK; DOU; PAO, 1998).

Inflorescências de sorvetão (*Zingiber spectabile*), pulverizadas com cera de carnaúba, reduziram a vida de vaso para apenas 5 dias e as brácteas ficaram escuras, não recomendando-se, portanto, o uso dessa cera (DIAS; CASTRO, 2009). A imersão da haste floral de antúrio em solução de cera de carnaúba diluída a 3% (p/v) é recomendada por Hernández (2004).

Poucos são os relatos do uso de cera de carnaúba na conservação pós-colheita de flores tropicais. Diante disso, a realização desse trabalho teve como

objetivo avaliar a influência de diferentes concentrações de cera de carnaúba na qualidade e longevidade pós-colheita de inflorescências de *Alpinia purpurata* 'Red Ginger'.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Hastes florais (pseudocaule + inflorescência) de *Alpinia purpurata* 'Red Ginger', oriundas de plantio comercial do município de Manhumirim (MG), colhidas no final da tarde, foram embaladas a seco, em caixa de papelão de 0,90 x 0,32 x 0,36 m, e transportadas por nove horas, na posição horizontal, até o Laboratório de Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, Lavras (MG).

Após o transporte, as bases das hastes florais foram imersas em água para amenizar o calor e restaurar a turgescência. Em seguida, realizou-se a seleção e padronização das hastes em 80 cm de comprimento. As inflorescências foram classificadas comercialmente como pequenas, medindo em média 16,4 cm (TEIXEIRA; LOGES, 2012).

As inflorescências foram pulverizadas com soluções contendo as concentrações de 0,0; 1,5; 3,0; 6,0; 9,0; 12,0 e 15,0% (p/v) de cera de carnaúba, produto comercial Aruá[®] BR15% Tropical. As soluções de cera de carnaúba foram preparadas diluindo-se o produto comercial em água potável. A aplicação da solução de cera foi realizada com a inflorescência virada para baixo, utilizando-se de um pulverizador de compressão, até o ponto de escorrimento. As hastes florais foram pesadas após a secagem das inflorescências.

As hastes florais foram dispostas na posição vertical, em garrafas plásticas de 2 L contendo 1 L de água, e armazenadas em temperatura média de 24,5 °C, por um período de 16 dias.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 7 tratamentos (concentrações de cera de carnaúba), 4 repetições e 3 hastes florais por parcela.

A qualidade das inflorescências foi observada por 3 avaliadores a cada 2 dias, atribuindo-se notas, conforme a escala apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 Critérios de avaliação da qualidade pós-colheita de inflorescências de alpínia por atribuição de notas. UFLA, Lavras, MG, 2012.

Nota	Conceito	Descrição
4	excelente	Haste e inflorescência túrgidas, brácteas com brilho e coloração característica.
3	bom	Início da perda de turgescência (somente sensível ao tato).
2	regular	Rachaduras nas brácteas evidenciadas pela perda de brilho e da turgescência da inflorescência, queda de brácteas, perda visível da turgescência.
1	ruim	Perda da turgescência pronunciada das brácteas e hastes, inflorescência inclinada.
0	péssimo	Descarte, brácteas secas ou moles.

Fonte: Adaptado de Dias-Tagliacozzo, Zullo e Castro (2003).

Para a determinação do índice do período de durabilidade comercial, considerou-se a média das notas igual ou superior a 2,7 (DIAS-TAGLIACOZZO; ZULLO; CASTRO, 2003). O cálculo desse índice foi realizado utilizando-se a equação de regressão gerada para cada tratamento em função das notas e dos dias após a colheita.

As hastes florais foram pesadas a cada 2 dias até o descarte, possibilitando o cálculo da variação de massa fresca (VMF), que considerou a primeira pesagem como 100%, peso após a aplicação da cera de carnaúba, e para as demais pesagens, aplicou-se a fórmula $VMF = [(pesagem * 100) / 1^a \text{ pesagem}]$. O volume absorvido de água pelas três hastes florais por repetição foi medido a cada 2 dias, completando-se o volume do recipiente para 1 L.

A coloração das brácteas foi analisada com uso do colorímetro Konica Minolta, modelo Chroma Meter CR 400, que utiliza o método da CIE L*a*b 1976 (KONICA MINOLTA OPTICS, 2007), permitindo obter a luminosidade (L*) e calcular a cromaticidade (C*) e o ângulo *hue* (h°) das brácteas. As leituras foram feitas em duas inflorescências por tratamento a cada 2 dias. Para

padronização das leituras, marcou-se uma bráctea na posição mediana da inflorescência e realizou-se a leitura na bráctea superior.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pela análise de regressão polinomial, com o auxílio do programa estatístico SISVAR 4.6 (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da solução de cera de carnaúba proporcionou visualmente maior brilho às inflorescências de alpínia, sendo esse intensificado com o aumento da concentração de cera (Figuras 1 e 2). As inflorescências pulverizadas com diferentes concentrações de cera de carnaúba mantiveram sua beleza e brilho de 4,6 a 6,7 dias após a colheita (Figuras 1 e 3), iniciando-se então, o processo de desidratação aparente das brácteas, principalmente em inflorescências que receberam maiores concentrações de cera.

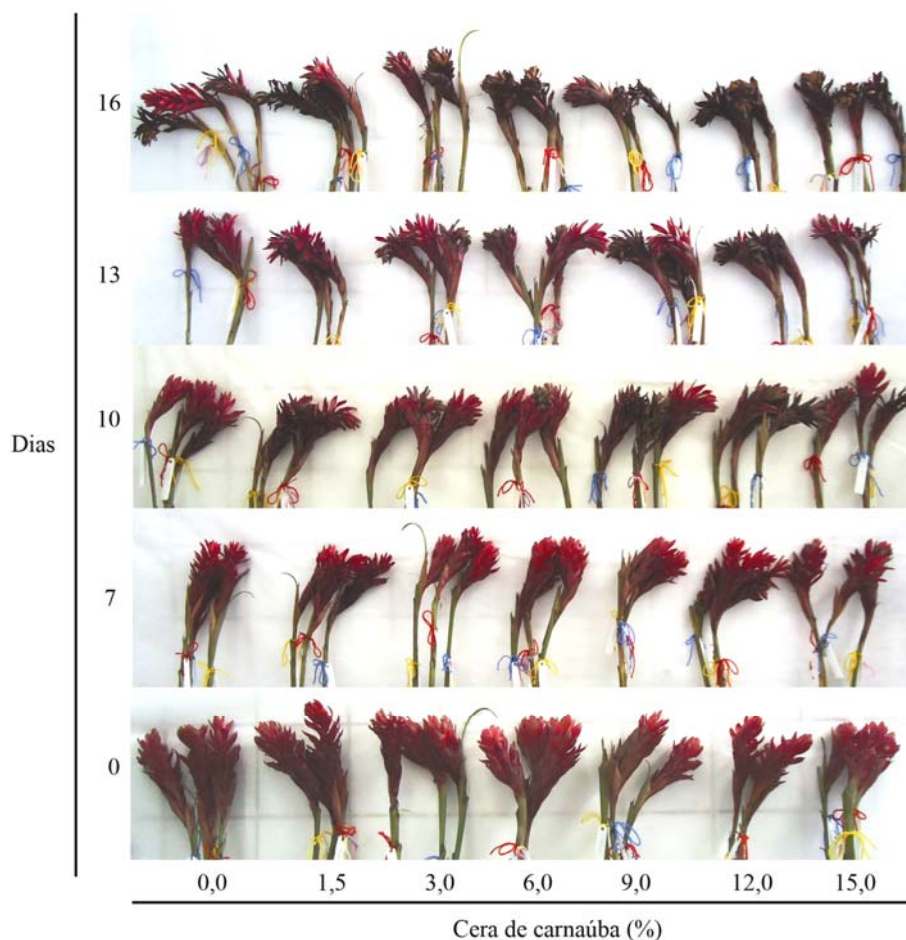


Figura 1 Aspecto pós-colheita das inflorescências de alpinia 'Red Ginger' pulverizadas com diferentes concentrações de cera de carnaúba.

O início do processo de senescência foi caracterizado pela descoloração das brácteas centrais do ápice da inflorescência e escurecimento das pontas das brácteas. Com o decorrer do tempo, houve a inclinação ou o secamento do ápice da inflorescência. Após 16 dias da colheita, as brácteas estavam completamente secas. Concentrações mais elevadas de cera de carnaúba aceleraram o processo de senescência.

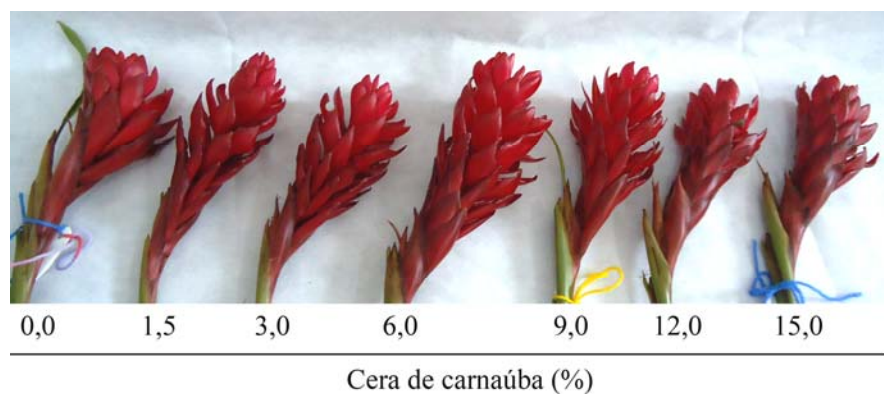


Figura 2 Aspecto visual de inflorescências de alpínia ‘Red Ginger’ pulverizadas com diferentes concentrações de cera de carnaúba após 4 dias da colheita.

As inflorescências não pulverizadas com solução de cera de carnaúba receberam melhores notas com o decorrer do período pós-colheita (Figura 3), cujo índice de durabilidade comercial foi de 6,65 dias, considerando-se a nota média igual ou superior a 2,7. As inflorescências pulverizadas com concentrações de 1,5 a 9,0% de cera de carnaúba mantiveram o índice de durabilidade comercial entre 6,07 e 6,31 dias. Verificaram-se menores índices de durabilidade nas inflorescências tratadas com 12% e 15% de cera, cujos índices foram de 4,64 e 5,42 dias, respectivamente.

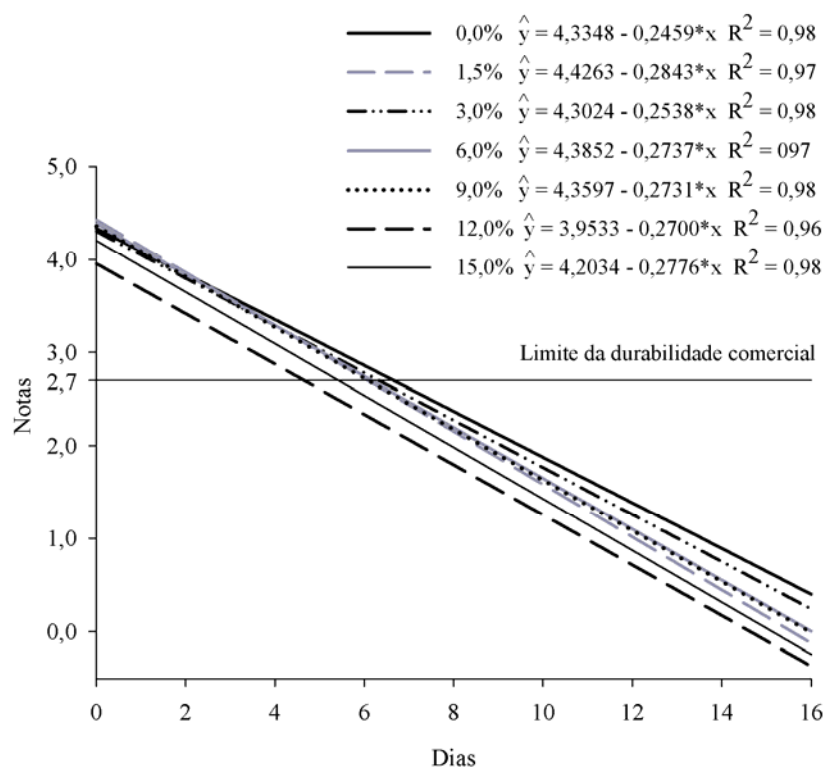


Figura 3 Avaliação da qualidade por atribuição de notas em inflorescências de alpínia 'Red Ginger' pulverizadas com diferentes concentrações de cera de carnaúba, em função dos dias após a colheita.

A aplicação de concentrações entre 1 e 6% de cera de carnaúba proporcionou variação de massa fresca das hastes florais de alpínia em torno de 86 a 87% (Figura 4), sendo estimada na concentração de 3,08% de cera a variação de massa fresca (86,9%) mais próxima de 100%. Inflorescências pulverizadas com cera de carnaúba em concentrações de 12 a 15% mantiveram variações de massa fresca entre 82,6 e 83,2%. Em relação à variação de massa fresca das hastes florais, quanto mais próximo de 100%, mais as hastes florais conservaram suas reservas, considerando-se a média geral do período de 16 dias

de pós-colheita das hastes florais. Assim, menores concentrações de cera de carnaúba proporcionaram melhor conservação da massa fresca das hastes florais.

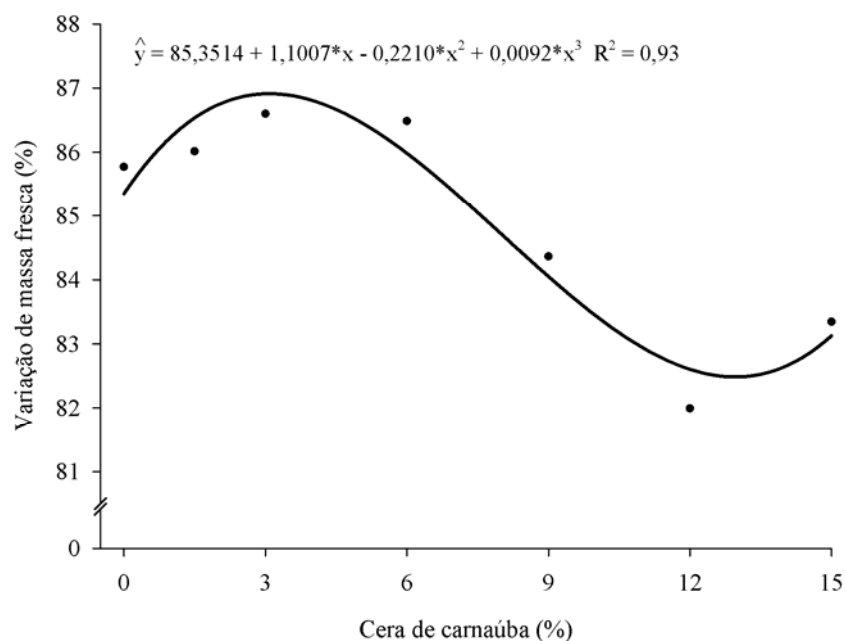


Figura 4 Variação de massa fresca de hastes florais de alpinia 'Red Ginger' tratadas com diferentes concentrações de cera de carnaúba pulverizadas nas inflorescências.

A perda de umidade em produtos vegetais inicia-se com a difusão de vapor, conduzido por um gradiente de pressão, deslocando a água de um local mais concentrado para um menos concentrado. A perda de massa por difusão de vapor entre o produto vegetal e o ambiente é diretamente proporcional à taxa respiratória, aumento de temperatura, perda hídrica pela evaporação e composição de gases da atmosfera (GUIMARÃES et al., 2010).

A evaporação tem sua intensidade controlada pela temperatura e umidade relativa, sendo diretamente proporcional à temperatura e inversamente

proporcional à umidade relativa. Perdas de 10 a 15% de massa em água pela evaporação reduzem a qualidade e a longevidade das hastes florais (NOWAK; RUDNICKI, 1990). Concentrações entre 1 e 6% de cera de carnaúba proporcionaram redução na perda de massa fresca de hastes florais de alpinia 'Red Ginger', com perdas de 13 a 14%, e concentrações mais elevadas de cera, de 12 a 15%, causaram perdas de massa de 16,5 a 17,5%, considerando-se essas médias referentes ao período de 16 dias após a colheita das hastes florais.

O volume absorvido de água pelas três hastes florais por repetição foi de 27,9 mL, em média, durante os 16 dias após a colheita, não diferindo entre as concentrações de cera de carnaúba aplicadas.

A luminosidade das brácteas permaneceu no intervalo de 31,9 a 33,1 em concentrações de cera de carnaúba de 0 a 7%, em que a concentração de 3,3% de cera proporcionou a manutenção da luminosidade das brácteas em 33,1. Estimou-se a luminosidade das brácteas de 30,3 a 30,7 em concentrações de 11 a 15% de cera de carnaúba (Figura 5). Brácteas pulverizadas com concentrações menores de cera de carnaúba escureceram menos em comparação com as brácteas tratadas com concentrações mais elevadas de cera, considerando a luminosidade média do período de 16 dias após a colheita, indicando melhor manutenção da cor e prolongamento da qualidade de hastes florais de alpinia.

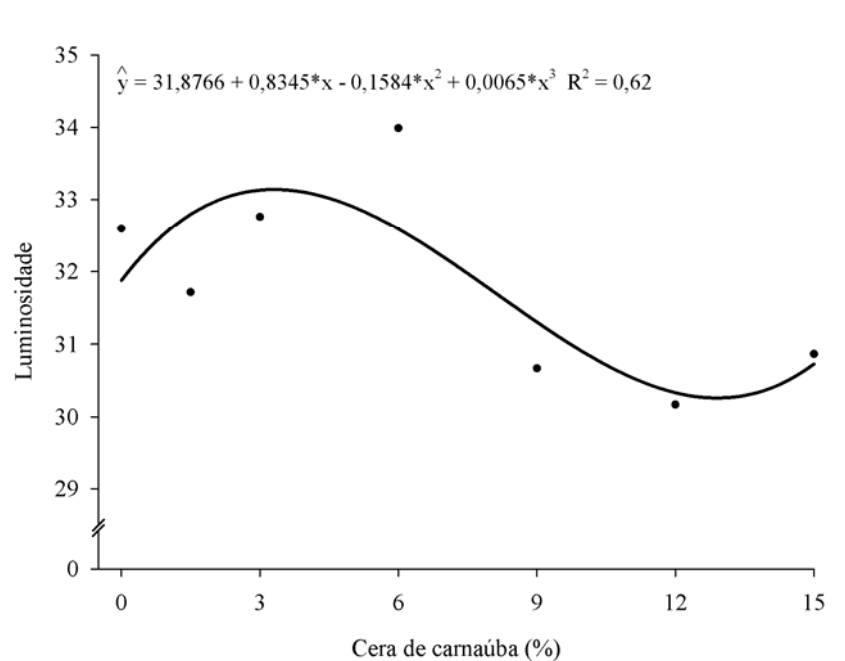


Figura 5 Luminosidade da face externa de brácteas de alpínia 'Red Ginger' pulverizadas com diferentes concentrações de cera de carnaúba.

As inflorescências pulverizadas com soluções de 3 e 6% de cera de carnaúba apresentaram melhor conservação da cromaticidade das brácteas até 11 dias após a colheita, indicando menor redução na saturação da cor, comparando-se com as demais concentrações de cera. As brácteas com película de 6% de cera de carnaúba mantiveram a cromaticidade acima de 25 por mais tempo. Observaram-se menores valores para cromaticidade em brácteas com películas de cera de carnaúba de 9 a 15%, sendo que após 16 dias de pós-colheita, as brácteas apresentaram cromaticidade entre 4,5 e 7,1, indicando uma tendência para tons acinzentados (Figura 6). A redução acentuada da cromaticidade em brácteas pulverizadas com soluções contendo cera de carnaúba em concentrações mais elevadas indica perda da saturação da cor vermelha e

tendência ao escurecimento, podendo-se relacionar esse comportamento à fase final do processo de senescência.

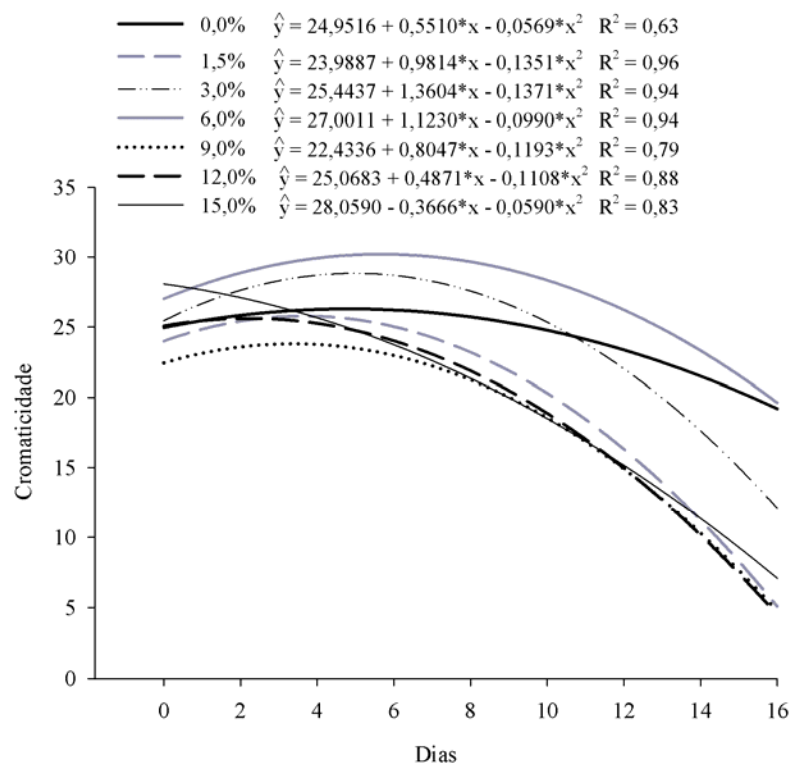


Figura 6 Cromaticidade da face externa de brácteas de alpínia 'Red Ginger' pulverizadas com diferentes concentrações de cera de carnaúba, em função dos dias após a colheita.

Brácteas pulverizadas com concentrações de 0 a 9% de cera de carnaúba mantiveram a variação do ângulo *hue* entre 10,0° e 14,0° até aproximadamente 14 dias após a colheita (Figura 7), indicando tendência da cor das brácteas para o tom vermelho. A cera de carnaúba na concentração de 3% proporcionou relativa constância no ângulo *hue*, variando entre 11,0° e 12,9°, até 12 dias após a colheita. Concentrações de 12% e 15% de cera elevaram o ângulo *hue* das

brácteas a partir do décimo dia da colheita, atingindo os respectivos valores de 32,2° e 26,3° aos 16 dias de pós-colheita das hastes. O aumento expressivo nos valores do ângulo *hue* pode estar relacionado com o desbotamento ou com o escurecimento acelerado das brácteas submetidas às concentrações elevadas de cera de carnaúba, indicando tendência para tons pardos.

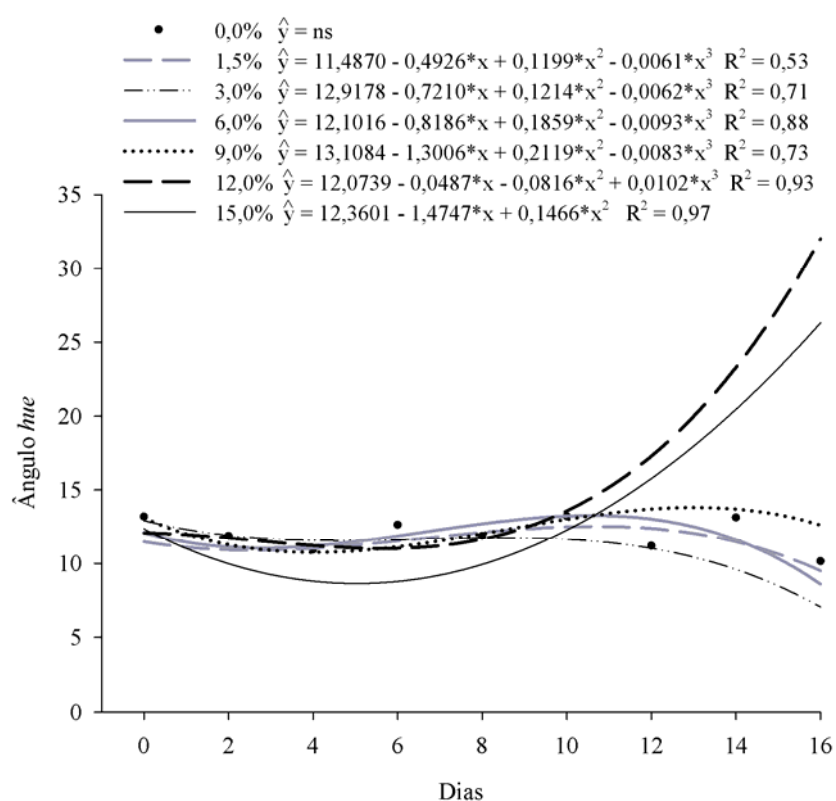


Figura 7 Ângulo *hue* da face externa de brácteas de alpínia 'Red Ginger' pulverizadas com diferentes concentrações de cera de carnaúba, em função dos dias após a colheita.

O ângulo *hue* de brácteas de alpínia pulverizadas com soluções de cera de carnaúba nas concentrações de 12% e 15% aumentou a partir de 10 dias após

a colheita, comparado às demais concentrações de cera testadas, indicando tendência de escurecimento de brácteas. Esse comportamento pode estar relacionado aos baixos valores de cromaticidade das brácteas em concentrações mais elevadas de cera de carnaúba aos 16 dias de pós-colheita, pois os tons acinzentados são indicados por uma cromaticidade menor. A durabilidade comercial das inflorescências nessas concentrações se mostrou inferior, não atingindo o índice de durabilidade de 6 dias. Dessa forma, concentrações elevadas de cera de carnaúba foram prejudiciais à manutenção da cor e qualidade pós-colheita de inflorescências de alpínia.

A luminosidade representa a escala de claridade, que varia de 0 (preto) a 100 (branco) (KONICA MINOLTA OPTICS, 2007), assim, a luminosidade estimada de 33,1 das brácteas na concentração de 3,3% de cera de carnaúba caracterizou um vermelho-escuro. A cromaticidade mais distante do eixo de luminosidade indica melhor saturação da cor, analisada em uma escala de 0 (cores acinzentadas) a 60 (cores vívidas, fortes), de acordo com Konica Minolta Optics (2007) e McGuire (1992). Brácteas pulverizadas com 3% de cera de carnaúba, até 11 dias após a colheita, mantiveram a cromaticidade entre 23,8 e 28,8, valores que apontam para opacidade. O ângulo *hue* indica a tonalidade da cor, cujo ângulo dos tons de vermelho inicia-se em 0° (KONICA MINOLTA OPTICS, 2007). A estabilidade do ângulo *hue* entre 11,0° e 12,9° indicou tom avermelhado de brácteas pulverizadas com solução de 3% cera de carnaúba, após 12 dias de pós-colheita das hastes florais.

A manutenção da cor vermelha das brácteas foi satisfatória nas inflorescências pulverizadas com 3% de cera de carnaúba, apresentando maior luminosidade e estabilidade do ângulo *hue*, deduzindo-se que essa manutenção da cor pode ter contribuído com a qualidade das inflorescências, cujo índice da durabilidade comercial nessa concentração foi de 6,31 dias, sendo inferior apenas à durabilidade das inflorescências pulverizadas com água.

A cor em produtos vegetais é um dos principais atrativos para o consumidor, sendo um parâmetro de qualidade avaliado durante a pós-colheita. Desse modo, o desbotamento ou o escurecimento dos tecidos vegetais deprecia os produtos pós-colhidos (KAYS, 1991). A aplicação de cera sem diluição pode alterar os níveis de O_2 e CO_2 no interior do produto vegetal, com elevação da concentração de CO_2 e queda drástica da concentração de O_2 , podendo levar à respiração anaeróbia e provocar efeitos deletérios (AMARANTE; BANKS; GANESH, 2001; BALDWIN et al., 1999; PETRACEK; DOU; PAO, 1998).

4 CONCLUSÕES

De acordo com as condições experimentais desse trabalho, pode-se concluir que:

- a durabilidade comercial foi melhor em inflorescências não pulverizadas com cera de carnaúba;
- a aplicação de cera de carnaúba, em concentrações de até 3%, pode ser recomendada para inflorescências de alpínia ‘Red Ginger’, pois proporcionou redução da perda de massa fresca das hastes e melhorou o aspecto comercial das inflorescências;
- concentrações de cera de carnaúba acima de 12% promoveram a aceleração do escurecimento e desidratação das brácteas.

REFERÊNCIAS

AMARANTE, C.; BANKS, N. H.; GANESH, S. Effects of coating concentration, ripening stage, water status and fruit temperature on pear susceptibility to friction discolouration. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 21, n. 3, p. 283-290, Feb. 2001.

BALDWIN, E. A. et al. Effect of two edible coating with different permeability characteristics on mango (*Mangifera indica* L.) ripening during storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 17, n. 3, p. 215-226, Nov. 1999.

DIAS, G. M.; CASTRO, C. E. F. de. Longevidade pós-colheita de *Zingiber spectabile* Griff. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 127-131, 2009.

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

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n6/a01v35n6.pdf>>. Acesso em: 06 ago. 2012.

GUIMARÃES, A. A. et al. Fisiologia pós-colheita de *Heliconia* spp. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 5, n. 5, p. 38-49, dez. 2010. Disponível em: <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/486/pdf_65>. Acesso em: 01 dez. 2011.

HERNÁNDEZ, L. El cultivo de *Anthurium*. **Cultivos Tropicales**, La Habana, v. 25, n. 4, p. 41-51, 2004.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 532 p.

KONICA MINOLTA OPTICS. **Precise color communication**: color control from perception to instrumentation. Tokyo: Konica Minolta Measuring Instrument, 2007. 62 p. Disponível em:
<<http://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/index.html>>.
Acesso em: 15 mar. 2012.

LANA, M. M.; FINGER, F. L. **Atmosfera modificada e controlada**: aplicação na conservação de produtos hortícolas. Brasília: Embrapa, 2000. 34 p.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective colour measurements. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, Dec. 1992.

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

PETRACEK, P. D.; DOU, H.; PAO, S. The influence of applied waxes on postharvest physiological behavior and pitting of grapefruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 14, n. 1, p. 99-106, Sept. 1998.

TEIXEIRA, M. do C. F.; LOGES, V. Alpínia. In: PAIVA, P. D. de O.; ALMEIDA, E. F. A. (Ed.). **Produção de flores de corte**. Lavras: UFLA, 2012. p. 40-56.