

# Aspectos fisiológicos e qualitativos da conservação pós-colheita de inflorescências de gengibre-vermelho [*Alpinia purpurata* (Vieill.) K. Schum.](<sup>1</sup>)

Claudia Fabrino Machado Mattiuz(<sup>2</sup>), Teresinha de Jesus Deléo Rodrigues(<sup>3</sup>), Ben-Hur Mattiuz(<sup>4</sup>), Kathia Fernandes Lopes Pivetta(<sup>5</sup>)

(<sup>1</sup>) Parte da Tese de Doutorado apresentada pelo primeiro autor à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Unesp, Câmpus de Jaboticabal.

(<sup>2</sup>) Curso de Agronomia do Centro Universitário Moura Lacerda. Av. Dr. Oscar de Moura Lacerda, 1520. CEP 14076-510, Ribeirão Preto (SP), Brasil.

(<sup>3</sup>) Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária, Unesp-FCAV. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n. CEP 14884-900, Jaboticabal (SP), Brasil.

(<sup>4</sup>) Departamento de Tecnologia, Unesp-FCAV.

(<sup>5</sup>) Departamento de Produção Vegetal, Unesp-FCAV.

## Resumo

*Alpinia purpurata* é uma monocotiledônea pertencente à família Zingiberaceae. É planta rizomatosa, perene, com belas inflorescências, empregadas em arranjos florais, isoladamente ou em conjunto com outras flores tropicais. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do uso de soluções de manutenção na fisiologia pós-colheita de inflorescências de *Alpinia purpurata*. Foram instalados dois experimentos: um com soluções conservantes para a avaliação da qualidade das flores e outro para a avaliação da atividade respiratória das inflorescências de *Alpinia purpurata*. Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial. As inflorescências permaneceram nas seguintes soluções de manutenção: 1) água destilada; 2) sacarose a 2% + 8-hidroxiquinolina a 200 ppm; 3) sacarose a 2%; 4) sacarose a 2% + ácido cítrico; 5) benziladenina a 10mM; 6) benziladenina a 10mM + sacarose a 2%. O primeiro experimento foi composto por dois fatores: soluções de manutenção e épocas de avaliação. Foram avaliados os seguintes aspectos qualitativos das inflorescências: cor, turgescência, escurecimento e curvatura das brácteas. No segundo experimento, foi determinada a atividade respiratória das inflorescências, e este experimento obedeceu a um esquema fatorial composto por dois fatores: soluções de manutenção e datas de avaliação da atividade respiratória. A utilização da benziladenina a 10mM, na solução de manutenção, manteve a qualidade e reduziu a taxa respiratória das inflorescências.

**Palavras-chave adicionais:** alpinia; solução de manutenção; qualidade; respiração; benziladenina.

## Abstract

Mattiuz, C. F. M.; Rodrigues, R. de J. D.; Mattiuz, B. H.; Pivetta, K. F. L. Physiological and qualitative aspects of postharvest conservation of red ginger [*Alpinia purpurata* (Vieill.) K. Schum.] inflorescences. **Científica**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.83-90, 2005.

*Alpinia purpurata*, whose common name is red ginger, is the most important cut flower of the Zingiberaceae family, and ranks in second position of economical importance in the group of tropical flowers. The inflorescences of this species are composed of layers of bracts arranged in spirals and the true flower is small, white, ephemeral and emerges between the bracts. The longevity of cut flowers is determined by several environmental factors and is related to morphophysiological characters of each type of flower or inflorescence. The utilization of keeping-quality solutions seeks to prolong vase-life and to maintain the quality of cut flowers. In this context, this research was conducted in three stages to evaluate the effects of several chemicals on the postharvest physiology of red ginger inflorescences. At the first stage, two experiments were conducted with hold solutions, one to evaluate inflorescence quality and the other to measure the respiration rate of the flowers. The experiments followed a completely random design, in a factorial arrangement. The inflorescences remained in the following holding solutions: 1) distilled water (control), 2) 2% sucrose + 200 ppm 8-hydroxyquinoline, 3) 2% sucrose, 4) 2% sucrose + citric acid, 5) 10µM benzyladenine, 6) 10µM benzyladenine + 2% sucrose. The utilization of benzyladenine treatments permitted to keep flower quality for longer periods and at lower the respiration rates in comparison with the other treatments.

**Additional keywords:** red ginger; hold solution; quality; respiration; benzyladenine.

As plantas ornamentais pertencentes à família Zingiberaceae têm sido cultivadas, principalmente, para a comercialização como flor de corte e o uso em paisagismo. Entre as zingiberáceas cultivadas para flor de corte, *Alpinia purpurata* tem-se destacado pela beleza de suas inflorescências (WOOD, 1995) e pela importância econômica (CASTÁN BAÑERAS, 1997; JUNQUEIRA & PEETZ, 2005).

As inflorescências de *Alpinia purpurata* são formadas por camadas de brácteas dispostas em espiral, assemelhando-se a uma espiga (KEPLER & MAU, 1996). CRILEY & PAULL (1993) citaram que a flor verdadeira é discreta, de coloração branca e formato tubular, e emerge da inflorescência contrastando com a cor vermelha das brácteas.

Os sintomas de senescência destas flores cortadas são descritos por PAULL (1991) como sendo o rápido enrolamento das folhas e o escurecimento das brácteas. Alguns trabalhos sugerem que a vida de vaso pode ser afetada pelo fato de a folha estar ligada à haste floral (AKAMINE, 1976; RIETOW, 1986). No entanto, para TJIA (1988), as folhas e a inflorescência de alpinia desenvolvem sintomas de senescência de maneira independente.

As soluções de manutenção, também conhecidas por solução para vaso, contribuem para aumentar a longevidade e a qualidade das flores cortadas, podendo ser utilizadas substâncias isoladamente ou em conjunto.

A sacarose e outros açúcares constituem-se em um grupo de produtos dos mais utilizados para o prolongamento da longevidade floral. A sacarose interage ainda com os reguladores vegetais, favorecendo a ação da citocinina no retardamento da senescência e reduzindo o efeito do etileno (MAYAK & DILLEY, 1976).

A presença de microrganismos e os seus metabólitos, freqüentemente, conduzem ao bloqueio vascular em flores de corte (MAROUSKY, 1980; ZAGORY & REID, 1986; VAN DOORN et al., 1995). Por isso, o emprego de compostos com ação microbiana, como a 8-hidroxiquinolina, tem sido recomendado para minimizar as contaminações e promover o fluxo de água (ROGERS, 1973). Também a inclusão de ácidos orgânicos, como o ácido cítrico, tem como principal função diminuir o pH das soluções e inibir o crescimento microbiano (MAROUSKY, 1971).

Considerando a necessidade de informações sobre a utilização de compostos químicos para promover a qualidade de flores cortadas, o presente trabalho objetivou estudar o efeito de soluções de manutenção na fisiologia pós-colheita de inflorescências cortadas de *Alpinia purpurata*.

Utilizando-se de soluções de manutenção, foram instalados dois experimentos de fisiologia pós-colheita, um para a avaliação da qualidade e outro para o monitoramento da atividade respiratória das inflorescências.

Inflorescências de *Alpinia purpurata* com dois terços das brácteas abertas, a partir do ápice (CRILEY & PAULL, 1993), foram obtidas de uma produção comercial (Folha Flor Plantas Ltda.) no município de Campo Grande, Estado do Rio de Janeiro. As flores foram transportadas na posição vertical, por 10 horas, com a base das hastes imersas em água, até o laboratório de Fisiologia Vegetal, do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária da FCAV-Unesp, em Jaboticabal (SP). No laboratório, as hastes foram padronizadas, descartando-se as inflorescências danificadas e aquelas que não apresentavam o ponto de colheita especificado. Em seguida, elas foram cortadas com 40 cm de comprimento, fazendo-se o corte na base das inflorescências dentro de recipientes com água destilada. Após essa padronização, as flores foram etiquetadas, pesadas e distribuídas ao acaso, em erlenmeyers de 1 L contendo 500 mL da solução de cada tratamento.

Foram estabelecidos os seguintes tratamentos para os dois experimentos: 1) água destilada (AD); 2) sacarose a 2% + 8-hidroxiquinolina a 200 ppm (S + HQC); 3) sacarose a 2% (S); 4) sacarose a 2% + ácido cítrico (S+AC); 5) benziladenina a 10mM (BA); 6) benziladenina a 10 mM + sacarose a 2% (BA + S). Utilizou-se de solução de ácido cítrico (1M) para diminuir o pH de cada tratamento para 4,2.

O primeiro experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial composto por dois fatores: soluções de manutenção, em número de seis, e épocas, em número de três (7; 14 e 19 dias de vida no vaso). Foram utilizadas três repetições, com três inflorescências cada uma, totalizando 162 inflorescências. As flores foram mantidas em salas com iluminação por 12 horas, temperatura de  $22 \pm 2$  °C e umidade relativa de  $67 \pm 3$  %, por um período de 19 dias.

Para cada inflorescência, foi atribuída uma nota, a cada dois dias, para a avaliação dos seus aspectos qualitativos (cor, turgescência, escurecimento e curvatura das brácteas), de acordo com os critérios seguintes. Cor: nota 3 = cor viva; nota 2 = levemente desbotada; nota 1 = desbotada; nota 0 = muito desbotada, descarte. Turgescência: nota 3 = túrgida; nota 2 = levemente murcha; nota 1 = murcha; nota 0 = muito murcha, descarte. Escurecimento das brácteas: nota 3 = nenhuma bráctea escurecida; nota 2 = 5 a 19 % das brácteas escurecidas; nota 1 = 20 a 29 % das brácteas escurecidas; nota 0 = 30 % ou valor acima de brácteas escurecidas, descarte. Curvatura da inflorescência em relação à haste: nota 3 = inflorescência reta; nota 2 =

inflorescência formando ângulo  $\leq 30^\circ$ ; nota 1 = inflorescência formando ângulo entre  $31$  e  $90^\circ$ ; nota 0 = inflorescência formando ângulo  $> 90^\circ$ , descarte.

O segundo experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial composto por dois fatores: soluções de manutenção, em número de seis, e datas de avaliação da atividade respiratória (0; 2; 4; 6; 8; 10; 12; 14; 16 e 18 dias de vida no vaso). Foram utilizadas três repetições, sendo cada uma composta por três inflorescências.

A evolução do  $\text{CO}_2$  foi determinada a cada dois dias, sendo que cada repetição, contendo três inflorescências em solução de manutenção, foi colocada em recipiente de plástico, hermeticamente fechado, com capacidade para 15 litros, por um período de 1 hora, em ambiente de laboratório. Foram tomadas alíquotas de 0,3 mL do conteúdo da atmosfera do interior dos recipientes, antes e imediatamente após este período, com seringas apropriadas (Exmire Microseringe, Ito Corp.), as quais tiveram seus teores de  $\text{CO}_2$  determinados em cromatógrafo (GC Finnigan 9001) equipado com detectores de condutividade térmica e de ionização de chama, assim como peneira molecular, metanador e coluna de aço inoxidável preenchida com Porapak N. As condições de trabalho foram: temperatura da coluna =  $55^\circ\text{C}$ ; temperatura dos detectores =  $150^\circ\text{C}$ ; temperatura do metanador =  $350^\circ\text{C}$ ; fluxo de ar =  $175\text{ mL min}^{-1}$ ; fluxo de hidrogênio =  $15\text{ mL min}^{-1}$ , e fluxo do nitrogênio =  $30\text{ mL min}^{-1}$ . Os resultados para  $\text{CO}_2$  foram expressos em mg de  $\text{CO}_2\text{ kg}^{-1}\text{ h}^{-1}$ , tendo como padrão uma mistura gasosa contendo  $\text{O}_2$  (10%),  $\text{CO}_2$  (0,11%), etileno (51 ppm) e  $\text{N}_2$  para completar 100%.

O cálculo de variação de matéria fresca acumulada (ganho ou perda) das inflorescências foi realizado subtraindo-se, em cada dia de avaliação, o valor da massa do respectivo dia da massa obtida na avaliação

anterior. Os valores de variação foram transformados em porcentagem e somados com os valores anteriores.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do teste F, e as médias foram comparadas mediante o teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

## Resultados e discussão

Verifica-se, na Tabela 1, que a perda de matéria fresca das inflorescências de *Alpinia purpurata* variou durante os dias de vida de vaso e entre os tratamentos realizados. Observa-se que a variação acumulada na matéria fresca das inflorescências foi maior no tratamento de água destilada. Este efeito pode ser melhor visualizado na Tabela 2, por meio das equações de regressão obtidas para cada tratamento com uso do Teste T, de paralelismo ou coincidência de retas, em que o tratamento-controle (água destilada) diferiu significativamente das demais soluções. A perda de água em flores cortadas, mesmo tendo a base de suas hastes imersas em água, tem sido constatada por diversos autores (HALEVY & MAYAK, 1974a e b; HALEVY, 1976; VAN MEETEREN & GELDER, 1980), e, de acordo com KAYS (1991), o déficit hídrico pode resultar na descoloração das flores, na redução da turgidez, no aumento da suscetibilidade ao dano causado pelo frio e na aceleração dos sintomas de senescência.

O tratamento com a solução de benziladenina foi o que proporcionou menor variação acumulada dessa perda, constatando-se maior absorção dessa solução nos primeiros quatro dias de vida no vaso. Resultados semelhantes foram obtidos por MAYAK & HALEVY (1974) e PAULIN & MULOWAY (1979), que também

**Tabela 1** – Variação da matéria fresca acumulada de inflorescências de *Alpinia purpurata* submetidas a seis tratamentos de manutenção após a colheita.

*Table 1 - Variation of accumulated fresh matter of Alpinia purpurata inflorescences submitted to six treatments for keeping quality after harvest.*

Tratamentos <sup>β</sup> / Treatments <sup>β</sup>	Dias de vida no vaso <sup>α</sup> / Days of vase-life <sup>α</sup>								
	2	4	6	8	10	12	14	16	18
	Variação da matéria fresca (%) / Variation of the fresh matter (%)								
Água destilada / Distilled water	-1,69	-6,82	-13,63	-26,48	-36,13	-44,21	-52,09	-59,17	-66,37
Sacarose + HQC <sup>δ</sup> / Sucrose + HQC <sup>δ</sup>	0,00	-3,20	-6,04	-12,92	-16,54	-22,62	-27,90	-33,41	-39,17
Sacarose / Sucrose	-0,13	-0,93	-4,81	-11,51	-16,30	-24,73	-28,26	-33,31	-44,47
Sacarose + ácido cítrico / Sucrose + citric acid	0,90	-1,33	-5,38	-12,71	-22,26	-30,08	-37,36	-44,49	-51,74
Benziladenina / Benzyladenine	0,40	0,02	-0,67	-1,45	-3,05	-5,41	-7,33	-16,15	-22,01
Benziladenina + sacarose / Benzyladenine + sucrose	-2,06	-6,78	-14,49	-17,19	-31,28	-38,40	-44,09	-49,26	-55,94

<sup>α</sup>: as avaliações foram realizadas a cada dois dias; <sup>β</sup>: soluções de manutenção;  $\diamond$ : perda percentual, o sinal negativo indica que a inflorescência perdeu água; <sup>δ</sup>: citrato de hidroxiquinolina.

<sup>α</sup>: evaluations were done each two days; <sup>β</sup>: keeping-quality solutions;  $\diamond$ : percent loss; the negative sign indicates water loss by the inflorescence; <sup>δ</sup>: hydroxyquinoline citrate.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

**Table 2** – Equações de regressão obtidas para a variação da matéria fresca acumulada em inflorescências de *Alpinia purpurata*, submetidas a seis soluções de manutenção.

Table 2 - Regression equations obtained for variation of the fresh matter accumulated in *Alpinia purpurata* inflorescences submitted to six keeping-quality solutions.

Tratamentos/ Treatments	$y = a + bx^{\alpha}$	r	Paralelismo <sup>β</sup> / Parallelism <sup>β</sup>
Água destilada/ <i>Distilled water</i>	$y = 8,4694 - 4,2535x$	-0,9966**	a
Sacarose + HQC <sup>δ</sup> / <i>Sucrose + HQC<sup>δ</sup></i>	$y = 7,0831 - 2,5061x$	-0,9961**	c
Sacarose/ <i>Sucrose</i>	$y = 9,6128 - 2,7885x$	-0,9873**	c
Sacarose + ácido cítrico/ <i>Sucrose + citric acid</i>	$y = 12,3975 - 3,5114x$	-0,9930**	b
Benziladenina/ <i>Benzyladenine</i>	$y = 6,7692 - 1,2953x$	-0,9008**	d
Benziladenina + sacarose/ <i>Benzyladenine + sucrose</i>	$y = 6,4486 - 3,5281x$	-0,9935**	b

$\alpha$ : massa da inflorescência, em porcentagem; x: dias de vida no vaso; <sup>δ</sup>HQC: citrato de 8-hidroxiquinolina; \*\* : significativo a 1% de probabilidade; <sup>β</sup>: retas, obtidas em cada tratamento, seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente entre si, pelo teste T quanto ao paralelismo (RECON).

$\alpha$ y : mass of the inflorescence in percentage; x: days of vase-life; <sup>δ</sup>HQC: 8-hydroxyquinoline citrate; \*\* : significant at 1% of probability level; <sup>β</sup>: lines obtained in each treatment, followed by the same letter, are not significantly different by the T test as to parallelism (RECON).

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

observaram maior absorção de solução e retardamento do estresse hídrico em flores de corte tratadas com citocininas.

Pela análise de variância (Tabela 3), observa-se que houve, para as características cor e turgescência, efeito significativo dos fatores principais, soluções e épocas. Para a característica curvatura das inflorescências, somente se verificou diferença significativa entre as épocas de avaliação. No entanto, para o escurecimento das brácteas, ocorreu significância na interação Soluções x Épocas. Não ocorreram diferenças significativas para as características matéria fresca e matéria seca, como se pode verificar na Tabela 4.

Por meio das médias dos efeitos principais (Tabela 5), observa-se que a solução de benziladenina obteve as maiores notas para cor, turgescência e curvatura das inflorescências de *Alpinia purpurata*. Isso pode ser explicado pelo efeito das citocininas, que são descritas como retardadoras da senescência foliar, inibidoras da degradação da clorofila e estabilizadoras

da respiração e do metabolismo de proteínas em vários produtos vegetais, como brócolis (DOWNS et al., 1997), tabaco (SMART et al., 1991) e várias flores de corte (SHIRAKAWA et al., 1964; VAN MEETEREN & GELDER, 1980; MOR & SPIEGELSTEIN, 1983; LUKASZEWSKA et al., 1994).

Na mesma Tabela, verifica-se que, na época 1, as notas foram significativamente superiores às das demais épocas para esses parâmetros, indicando a melhor qualidade inicial das inflorescências de *Alpinia purpurata*. Observa-se também que as menores notas foram atribuídas ao tratamento com água destilada, confirmando, juntamente com o resultado de perda de matéria fresca (Tabela 1), que este foi o tratamento que proporcionou menor manutenção de qualidade às inflorescências. Estes resultados evidenciam a importância da utilização de ingredientes na solução de vaso de flores cortadas, pois permitem balanço hídrico favorável e garantem a continuidade da atividade metabólica. De acordo com BOROCHOV et al. (1982), o

**Tabela 3** – Análise de variância dos resultados obtidos para as características cor, turgescência, curvatura, escurecimento, matéria fresca e matéria seca, avaliadas em inflorescências de *Alpinia purpurata*, submetidas a seis soluções de manutenção.

Table 3 - Analysis of variance of the results obtained for color, turgidity, bending, darkening, fresh matter and dry matter of *Alpinia purpurata* inflorescences submitted to six keeping-quality solutions.

Causas de variação/ Sources of variation	G.L Degrees of freedom	Cor/ Color	◇	Curvatura/ Bending	◆	Matéria fresca Fresh matter	M. seca total Total dry matter
Soluções (S)/ <i>Solutions (S)</i>	5	0,2699**	0,3928**	0,1446 n.s	6,5889**	279,6124 n.s	5,1720 n.s
Épocas (E)/ <i>Dates (E)</i>	2	3,3890**	4,9873**	3,7230**	101,6350**	178,6326 n.s	3,9146 n.s
Interação SxE/ <i>Interaction SxE</i>	10	0,0915 n.s	0,1186 n.s	0,1133 n.s	4,9035**	1,2144 n.s	4,2095 n.s
Resíduo/ <i>Residue</i>	36	0,0712	0,0620	0,0631	0,0352	163,3469	4,3240
C.V. (%)/ <i>Coefficient of variation (%)</i>	-	11,08	10,53	9,89	7,36	19,23	20,37

n.s.: não-significativo ( $P > 0,05$ ); \*\*: significativo ( $P < 0,01$ ); ◇: turgescência; ◆: escurecimento.

n.s.: non-significant ( $P > 0.05$ ); \*\*: significant ( $P < 0.01$ ); ◇: turgidity; ◆: darkening.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

**Tabela 4** – Médias da matéria fresca e da matéria seca das inflorescências de *Alpinia purpurata* submetidas a seis soluções de manutenção e avaliadas em três épocas.

*Table 4 - Means of fresh and dry matter of Alpinia purpurata inflorescences submitted to six keeping-quality solutions and evaluated in three different occasions.*

<b>Fator/ Factor</b>	<b>Matéria fresca (g)/ Fresh matter (g)</b>	<b>Massa seca (g)/ Dry mass (g)</b>
<b>Soluções de manutenção/ Keeping-quality solutions</b>		
Água destilada/ <i>Distilled water</i>	60,16 a*	9,67 a
Sacarose + HQC <sup>§</sup> / <i>Sucrose + HQC<sup>§</sup></i>	65,25 a	9,91 a
Sacarose/ <i>Sucrose</i>	62,88 a	9,73 a
Sacarose + ácido cítrico/ <i>Sucrose + citric acid</i>	65,83 a	10,55 a
Benziladenina/ <i>Benzyladenine</i>	68,36 a	9,80 a
Benziladenina + sacarose/ <i>Benzyladenine + sucrose</i>	76,33 a	11,62 a
<b>Épocas/ Evaluation occasions</b>		
7 dias de vida no vaso/ <i>7 days of vase-life</i>	70,02 a	9,90 a
14 dias de vida no vaso/ <i>14 days of vase-life</i>	64,02 a	9,98 a
19 dias de vida no vaso/ <i>19 days of vase-life</i>	65,37 a	10,75 a

\* Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ); <sup>§</sup>HQC: citrato de 8-hidroxiquinolina.

\* *In each column and for each factor, means followed by the same letter are not significantly different by the Tukey test ( $P > 0.05$ ); <sup>§</sup>HQC: 8-hydroxyquinoline citrate.*

*The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.*

**Tabela 5** – Notas atribuídas às características das brácteas de inflorescências de *Alpinia purpurata* submetidas a seis soluções de manutenção e avaliadas em três épocas.

*Table 5 - Grades attributed to bract characteristics of Alpinia purpurata inflorescences submitted to six keeping-quality solutions and evaluated in three different occasions.*

<b>Fator/ Factor</b>	<b>Cor/ Color</b>	<b>Turgescência/ Turgidity</b>	<b>Curvatura/ Bending</b>
<b>Soluções de manutenção/ Keeping-quality solutions</b>			
Água destilada/ <i>Distilled water</i>	2,22 ba	2,18 bc	2,34 b
Sacarose + HQC <sup>§</sup> / <i>Sucrose + HQC<sup>§</sup></i>	2,56 ab	2,51 ab	2,54 ab
Sacarose/ <i>Sucrose</i>	2,21 b	2,11 c	2,49 ab
Sacarose + ácido cítrico/ <i>Sucrose + citric acid</i>	2,38 ab	2,28 bc	2,54 ab
Benziladenina/ <i>Benzyladenine</i>	2,63 a	2,65 a	2,72 a
Benziladenina + sacarose/ <i>Benzyladenine + sucrose</i>	2,45 ab	2,46 abc	2,61 ab
<b>Épocas/ Evaluation occasions</b>			
	<b>Notas* / Grades*</b>		
7 dias de vida no vaso/ <i>7 days of vase-life</i>	2,89 a	2,96 a	3,00 a
14 dias de vida no vaso/ <i>14 days of vase-life</i>	2,27 b	2,20 b	2,53 b
19 dias de vida no vaso/ <i>19 days of vase-life</i>	2,06 b	1,94 c	2,09 c

\* O critério de notas foi descrito em Material e métodos; a em cada coluna, para cada fator, médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ); <sup>§</sup>HQC: citrato de 8-hidroxiquinolina.

\* *The grades were attributed according to criteria described in Materials and methods; a in each column and for each factor, means followed by the same letter are not significantly different by the Tukey test ( $P > 0.05$ ); <sup>§</sup> HQC: 8-hydroxyquinoline citrate.*

*The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.*

balanço hídrico é considerado o principal fator determinante do comportamento e da longevidade dos órgãos das plantas, ressaltando-se que a deficiência de água na flor cortada acelera a senescência (MAYAK, 1987).

Na Tabela 6, observa-se que, para a característica escurecimento, houve diferença significativa entre as épocas, e as inflorescências avaliadas na época 1 (sete

dias) obtiveram as melhores notas, seguidas pelas épocas 2 (14 dias) e 3 (19 dias). Nota-se que, na época 1, não houve diferenças significativas entre as soluções de manutenção. Tal fato, provavelmente, ocorreu por causa dos poucos dias decorridos a partir da instalação do experimento, pois, à medida que se passaram os dias de vida no vaso (épocas 2 e 3), verificou-se a ocorrência de diferenças significativas entre as soluções, sendo que

**Tabela 6** – Notas atribuídas ao escurecimento das brácteas de inflorescências de *Alpinia purpurata* submetidas a seis soluções de manutenção e avaliadas em três épocas.

*Table 6 - Grades attributed for bract darkening of Alpinia purpurata inflorescences submitted to six keeping-quality solutions and evaluated in three different occasions.*

Soluções de manutenção/ Keeping-quality solutions	Dias de vida no vaso/Days of vase-life		
	7	14	19
	Notas*/ Grades*		
Água destilada/Distilled water	3,00 aF	2,27 bB	1,80 bC
Sacarose + HQC <sup>δ</sup> /Sucrose + HQC <sup>δ</sup>	3,00 aA	2,76 aAB	2,42 aB
Sacarose/Sucrose	2,96 aA	2,49 aB	1,79 bC
Sacarose + ácido cítrico/Sucrose + citric acid	2,92 aA	2,25 bB	2,32 aB
Benziladenina/Benzyladenine	3,00 aA	2,81 aAB	2,43 aB
Benziladenina + sacarose/Benzyladenine + sucrose	3,00 aA	2,90 aA	1,78 bB

\* O critério de notas foi descrito em Material e métodos; F médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P > 0,05). <sup>δ</sup>HQC: citrato de 8-hidroxiquinolina.

\* The grades were attributed according to criteria described in Materials and methods; F means followed by the same small letter in the line and the same capital letter in the column are not significantly different by the Tukey test (P > 0.05);

<sup>δ</sup>HQC: 8-hydroxyquinoline citrate.

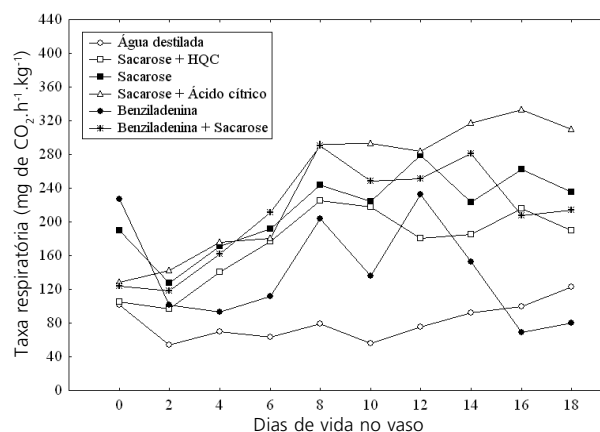
The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

a solução de benziladenina obteve, em todas as épocas, os melhores resultados com relação ao parâmetro escurecimento. Isso ocorreu, possivelmente, em consequência dos efeitos retardadores da senescência, confirmando os resultados obtidos por outros pesquisadores em trabalhos com aplicação exógena de citocininas em flores de corte (SHIRAKAWA et al., 1964; VAN MEETEREN & GELDER, 1980; MOR & SPIEGELSTEIN, 1983; LUKASZEWSKA et al., 1994).

Na Figura 1, observa-se a atividade respiratória das inflorescências de *Alpinia purpurata*. O tratamento com água destilada proporcionou menor taxa respiratória, possivelmente em decorrência da utilização apenas de reservas próprias para a manutenção do metabolismo. Tal fato pode ser explicado, de acordo com HARDENBURG et al. (1990), por terem as flores de corte uma vida muito limitada depois de destacadas da planta-mãe, sobrevivendo com suas próprias reservas, que são, geralmente, reduzidas, por causa das próprias características fisiológicas e morfológicas dos tecidos. Por outro lado, os demais tratamentos apresentaram aumentos da taxa respiratória ao longo dos dias de vida de vaso, evidenciando o efeito das soluções conservantes na manutenção do metabolismo das flores.

Ainda na Figura 1, os resultados mostram que a solução contendo benziladenina ocupou posição intermediária entre a água destilada e os demais tratamentos, e retardou o aumento da taxa respiratória, que resultou em melhor qualidade pós-colheita das inflorescências de *Alpinia purpurata*. O efeito da benziladenina na redução da taxa respiratória de flores também foi observado por FRANCO & HAN (1997) em lírios.

De maneira geral, a taxa de respiração em flores cortadas declina com o tempo, após a colheita, e então aumenta intensamente, seguindo-se um segundo declínio, como já foi observado em antúrios (PAULL &



**Figura 1** – Atividade respiratória de inflorescências de *Alpinia purpurata* em seis soluções de manutenção, armazenadas a 22 °C e 67 % UR. *Figure 1 - Respiratory activity of Alpinia purpurata inflorescences in six keeping-quality solutions stored at 22 °C and 67 % of relative humidity. Vertical axis: respiration rate; horizontal axis: days of vase-life. O: distilled water; □: sucrose + HQC; ■: sucrose; △: sucrose citric acid; ●: benzyladenine; \*: benzyladenine + sucrose.*

GOO, 1985), lírios (FRANCO & HAN, 1997) e cravos (NICHOLS, 1973). Esse padrão respiratório é assumido como análogo ao aumento climatérico que ocorre em muitos frutos, em que o pico na taxa respiratória é considerado um indicativo do início da fase final da senescência (HALEVY & MAYAK, 1979). Para alpinias, o padrão respiratório pode ser explicado por meio da primeira parte do modelo climatérico, em que a taxa respiratória diminui com o tempo após a colheita e depois aumenta sensivelmente, indicando o final da vida

de vaso (Figura 1). O incremento da taxa respiratória no final da vida de vaso ocorreu concomitantemente com a perda de água (Tabela 1) e com o aumento dos sintomas de senescência (Tabela 5), indicando, possivelmente, uma desorganização da estrutura das membranas e das organelas citoplasmáticas, que ocorre, normalmente, durante a senescência (NICHOLS, 1973).

Os resultados obtidos para a longevidade total média estão apresentados na Tabela 7. Observa-se que a maior longevidade das inflorescências de alpinia ocorreu no tratamento sacarose acrescida com 8-hidroxiquinolina e benziladenina, e que estes não diferiram significativamente das soluções com sacarose e ácido cítrico e benziladenina acrescida com sacarose.

**Tabela 7** – Longevidade total média de inflorescências de *Alpinia purpurata* submetidas a tratamentos pós-colheita em diferentes soluções de manutenção.

*Table 7 - Total mean longevity of Alpinia purpurata inflorescences submitted to postharvest treatments in different keeping-quality solutions.*

<b>Soluções de manutenção/ Keeping-quality solutions</b>	<b>Longevidade (dias de vida de vaso)/ Longevity (days of vase-life)</b>
Água destilada/ <i>Distilled water</i>	13,89 c
Sacarose + HQC <sup>§</sup> / <i>Sucrose + HQC<sup>§</sup></i>	19,56 a
Sacarose/ <i>Sucrose</i>	15,44 bc
Sacarose + ácido cítrico/ <i>Sucrose + citric acid</i>	18,11 ab
Benziladenina/ <i>Benzyladenine</i>	19,00 a
Benziladenina + sacarose/ <i>Benzyladenine + sucrose</i>	17,67 ab

\* As médias seguidas de, pelo menos, uma letra comum na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P > 0,05); <sup>§</sup>HQC: citrato de 8-hidroxiquinolina. \*

*Means followed by at least one equal letter within the column are not significantly different by the Tukey test (P > 0.05);*

<sup>§</sup>HQC: 8-hydroxyquinoline citrate.

*The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.*

## Conclusões

A utilização do tratamento com benziladenina a 10mM, em solução de manutenção, favoreceu a qualidade e reduziu a taxa respiratória de inflorescências de *Alpinia purpurata*, porém este tratamento nem sempre diferiu dos demais.

A senescência das inflorescências de *Alpinia purpurata* caracterizou-se por perda de água, escurecimento das brácteas e alterações na respiração.

## Referências

AKAMINE, E. K. Postharvest handling of tropical ornamental cut crops in Hawaii. **HortScience**, Alexandria, v.11, p.125-127, 1976.

BOROCHOV, A.; MAYAK, S.; BROUN, R. The involvement of water stress and ethylene in senescence of cut carnation flowers. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.33, n.137, p.1202-1209, 1982.

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

CRILEY, R.A.; PAULL, R.E. Review: postharvest handling of bold tropical cut flowers: *Anthurium*, *Alpinia purpurata*, *Heliconia*, and *Strelitzia*. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.337, p.201-211, 1993.

DOWNS, C.G.; SOMERFIELD, S.D.; DAVEY, M.C. Cytokinin treatment delays senescence but not sucrose loss in harvested broccoli. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.11, p.93-100, 1997.

FRANCO, R.E.; HAN, S.S. Respiratory changes associated with growth regulator delayed leaf yellowing in Easter lily. **Journal**

**of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.122, p.17-121, 1997.

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

HALEVY, A. H.; MAYAK, S. Transport and conditioning of cut flowers. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.43, p.291-306, 1974a.

HALEVY, A. H.; MAYAK, S. Improvement of cut flower quality opening and longevity by pre-shipment treatments. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.43, p.335-347, 1974b.

HALEVY, A. H.; MAYAK, S. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. In: JANICK, J. (Ed.). **Horticultural Reviews**, New York, v.1, p.204-236, 1979.

HARDENBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. **The commercial storage of fruits, vegetables and florists and nursery stocks**. Washington: USDA, Agricultural Research Service, 1990. 130p. (Agricultural Handbook, 66).

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. **Exportações brasileiras de**

**flores e plantas ornamentais: crescimento sustentado garante expansão de 20% no primeiro semestre de 2003.** Disponível em: <www.ibraflor.com.br>. Acesso em: 22 abr. 2005.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 453p.

KEPLER, A. K.; MAU, J. R. **Exotic tropics of Hawaii:** heliconias, gingers, anthuriums and decorative foliage. 15.ed. Hawaii: Mutual Publishing, 1996. p.47-48.

LUKASZEWSKA, A. J.; BIANCO, J.; BARTHE, M. T. L. Endogenous cytokinins in rose petals and the effect of exogenously applied cytokinins on flower senescence. **Plant Growth Regulation**, New York, v.14, p.119-126, 1994.

MAROUSKY, F. J. Inhibition of cut flower bacteria by 8-hydroxyquinoline citrate. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.113, p.81-88, 1980.

MAROUSKY, F. J. Inhibition of vascular blockage and increased moisture retention in cut roses induced by pH, 8-hydroxyquinoline citrate and sucrose. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 96, p. 38-41, 1971.

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

MAYAK, S.; DILLEY, D. R. Effect of sucrose on response of cut carnation to kinetin, ethylene, and abscisic acid. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.101, p.637-639, 1976.

MAYAK, S.; HALEVY, A. H. The action of kinetin in improving the water balance and delaying senescence processes of cut roses flowers. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.32, p.330-336, 1974.

MOR, Y.; SPIEGELSTEIN, A. H. Inhibition of ethylene biosynthesis in carnation petals by cytokinin. **Plant Physiology**, Lancaster, v.71, p.541-546, 1983.

NICHOLS, R. Senescence of the cut carnation flower: respiration and sugar status. **Journal of Horticultural Science**, London, v.48, p.111-121, 1973.

PAULIN, A.; MULOWAY, K. Perspective in the use of growth regulators to increase the cut flower vase life. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.91, p.135-141, 1979.

PAULL, R. E. Postharvest handling of Hawaii cut flowers for export. In: HAWAII TROPICAL CUT FLOWER INDUSTRY CONFERENCE, 1., 1991, Hawaii. **Proceedings...** Hawaii: University of Hawaii, 1991. p.4-48.

PAULL, R. E.; GOO, T. T. C. Ethylene and water stress in the senescence of cut *Anthurium* flowers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.110, p.84-88, 1985.

RIETOW, D. Packing and shipping of cut ginger. **Horticulture Digest**, Manoa, v.80, p.7-8, 1986.

ROGERS, M. N. A historical and critical review of postharvest physiology research on cut flowers. **HortScience**, Alexandria, v.8, p.189-194, 1973.

SHIRAKAWA, T.; DEDOLPH, R. R.; WATSON, D. P. N<sub>6</sub>-benzyladenine effects on chilling injury, respiration and keeping quality of *Anthurium andraeanum*. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.85, p.642-646, 1964.

SMART, C. M. S. R.; BEAVAN, M. W.; DYER, T. A. Delayed leaf senescence in tobacco plants transformed with tmr, a gene for cytokinin production in *Agrobacterium*. **The Plant Cell**, Rockville, v.3, p.647-656, 1991.

TJIA, B. Postharvest studies of the red plume ginger (*Alpinia purpurata*). **Bulletin Heliconia Society International**, Ft. Lauderdale, v.3, p. 7-8, 1988.

VAN DOORN, W. G.; WITTE, Y. D.; HARKEMA, H. Effect of high number of exogenous bacteria on the water relations and longevity of cut carnations flowers. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, n.6, p.111-119, 1995.

VAN MEETEREN, U.; GELDER, H. V. Water relations and keeping quality of cut Gerbera flowers. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.12, p.273-281, 1980.

WOOD, T. Ornamental zingiberacea. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.1, n.1, p.12-13, 1995.

ZAGORY, D.; REID, M. S. Role of vase solution microorganisms in the life of cut flowers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, p.154-158, 1986.

Recebido em 15-7-2004.

Aceito para publicação em 1-3-2005.