

ÁREAS BÁSICAS

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA RESPIRAÇÃO, PRODUÇÃO DE ETILENO E LONGEVIDADE DE INFLORESCÊNCIAS DE ESPORINHA ⁽¹⁾

FERNANDO LUIZ FINGER ⁽²⁾; VANESSA REBOUÇAS DOS SANTOS ⁽³⁾;
JOSÉ GERALDO BARBOSA ⁽²⁾; RAIMUNDO SANTOS BARROS ⁽³⁾

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da temperatura na respiração e produção de etileno em inflorescências de esporinha (*Consolida ajacis*), e se a produção de CO₂ poderia ser utilizada como indicador da longevidade das flores. As hastes foram colhidas, colocadas em vasos e armazenadas em temperatura de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, e 40 °C até a completa senescência das flores. Ocorreu variação temporal similar na respiração e produção de etileno em função da elevação da temperatura, com produção máxima de 1.854 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ e de 11,28 mL C₂H₄ kg⁻¹ h⁻¹ a 30 °C e 40 °C, respectivamente. O fator Q₁₀ da respiração entre 5 e 30 °C oscilou entre os valores de 1,11 e 2,89, semelhante a outros produtos hortícolas. A longevidade das flores foi inversamente proporcional ao aumento da temperatura entre 5 e 30 °C. A vida de vaso estimada da esporinha foi reduzida de 11,9 para 4,1 dias com o aumento da temperatura de armazenamento de 5 para 30 °C. A longevidade das flores mantidas a 35 e 40 °C foi semelhante a das flores armazenadas a 30 °C.

Palavras chave: armazenamento, fator Q₁₀, senescência, vida de vaso.

ABSTRACT

INFLUENCE OF TEMPERATURE ON RESPIRATION, ETHYLENE PRODUCTION AND LONGEVITY OF *Consolida ajacis* INFLORESCENCES

The goal of this experiment was to evaluate the influence of temperature on respiration and ethylene production of cut flowers of *Consolida ajacis* and to determine if the CO₂ production could be used as index to predict the flower longevity. The inflorescences were harvested and stored at 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, e 40 °C until complete senescence. The flower respiration and ethylene production showed similar temporal variation with the increase on the temperature, reaching maximal production of 1854 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ and 11.28 mL C₂H₄ kg⁻¹ h⁻¹ under 30 °C e 40 °C, respectively. The Q₁₀ factor between 5 and 30 °C ranged from 1.11 to 2.89, similar to other horticultural products. The flower longevity was negative related to the increase of temperature between 5 and 30 °C. The estimated vase life was reduced from 11.9 to 4.1 days when the storage temperature was increased from 5 to 30 °C. Flowers kept at 35 and 40 °C had similar longevity to those stored at 30 °C.

Key words: flower, Q₁₀ factor, senescence, storage, vase life.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 9 de maio de 2005 e aceito em 1.º de junho de 2006.

⁽²⁾ Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 36571-000 Viçosa (MG), Brasil. E-mail: ffinger@ufv.br.
*Autor correspondente.

⁽³⁾ Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, 36571-000 Viçosa (MG), Brasil.

1. INTRODUÇÃO

Respiração, etileno, transpiração, murcha e abscisão de flores e pétalas são alterações fisiológicas responsáveis pela durabilidade pós-colheita das flores de corte. Qualquer um desses eventos é afetado pela temperatura ambiente, porém, a magnitude das mudanças também é dependente de espécie e variedades, umidade do ar, composição dos gases atmosféricos, injúria mecânica, microrganismos, e disponibilidade e qualidade da água do vaso e da luz.

Consolida ajacis é uma espécie anual cultivada como planta de jardim, porém devido à beleza e ao comprimento das hastes, pode ser comercializada como flor de corte. Entretanto, uma vez colhida, a longevidade das flores é limitada pela acelerada abscisão e murcha (FINGER et al., 2001). Esses processos de senescência, no entanto, podem ser retardados pela aplicação de inibidores da ação do etileno (CARNEIRO et al., 2003). Além disso, FINGER et al. (2004) observaram que houve redução da longevidade da esporinha com o rápido incremento da produção de etileno e da respiração das flores quando armazenadas em condições de temperatura ambiente. Na maioria dos produtos hortícolas, a temperatura é considerada como o fator do ambiente mais importante em determinar a extensão da vida pós-colheita (KAYS, 1991). Em flores de corte, a temperatura afeta a qualidade, determinando a taxa de absorção e transpiração de água e a velocidade de consumo das reservas orgânicas pela respiração (SACALIS, 1993). Em muitas espécies de frutos, hortaliças e flores há uma estreita correlação entre a atividade respiratória e a vida de prateleira (WILLS et al., 1998; BÖTTCHER et al., 2003). CEVALLOS e REID (2000) utilizaram a taxa respiratória como índice para predizer a vida de vaso das flores do gênero *Narcissus*. Esses autores encontraram uma correlação linear inversa entre a respiração e a vida de vaso das flores em temperaturas de armazenamento de 0 e 12,5 °C.

Em inflorescências de esporinha, não há informações da influência da temperatura na respiração e produção de etileno, e da relação entre a atividade respiratória e a vida de vaso das flores. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da temperatura de armazenamento na respiração e produção de etileno em inflorescências de esporinha, e se a produção de CO₂ poderia ser utilizada como indicador da longevidade das flores.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As inflorescências de esporinha foram colhidas no Setor de Floricultura da Universidade Federal de Viçosa, no período da manhã entre 7 e 8 horas, no estádio de 1/3 das flores em fase de pré-antese, 1/3 em fase de botão e 1/3 das flores completamente abertas sem sintomas aparentes de senescência ou murcha das pétalas (FINGER et al., 2001). As inflorescências foram levadas para o laboratório em vasos de plástico com água, selecionadas e as hastes uniformizadas para o tamanho de 25 cm.

As inflorescências foram colocadas em vasos com água destilada e distribuídas ao acaso em câmaras de crescimento do tipo BOD com umidade relativa do ar de 75±7%, irradiância entre 10-15 mmol m⁻² s⁻¹ e a temperatura de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 °C. A água dos vasos foi trocada a cada dois dias durante todo o experimento em todos os tratamentos, realizando-se o corte da base da haste a cada troca de água para evitar embolismo.

Diariamente, foram avaliadas a murcha e a abscisão das flores. A determinação da produção de CO₂ e etileno pelas inflorescências foi realizada nos períodos de 24, 48, 72 e 96 horas após a colheita. Para a quantificação da respiração e produção de etileno, as inflorescências foram transferidas para frascos de 1,5 L, os quais foram lacrados por quatro a seis horas para acúmulo de CO₂ e etileno respectivamente, sendo então retirada amostras da atmosfera do interior do frasco para injeção no cromatógrafo a gás (KETSIA e LUANGSUWALAI, 1996). As amostras de 1,0 mL da atmosfera foram injetadas em cromatógrafo a gás GC-14B (Shimadzu, Kyoto) com detector de condutividade térmica ou ionização de chama, equipado com coluna empacotada Poropak-Q, a temperatura de 40 °C, para determinação de CO₂ e a 60 °C para o etileno, usando nitrogênio como gás de arraste. A respiração e a produção de etileno das inflorescências foram estimadas em mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ e mL C₂H₄ kg⁻¹ h⁻¹ após 24, 48, 72 e 96 horas após a colheita. Os valores médios de respiração e produção de etileno foram obtidos considerando as quatro determinações (24, 48, 72 e 96 horas), visto que estas permaneceram constantes ao longo do tempo em cada uma das temperaturas avaliadas. O fator Q₁₀ para a respiração nas temperaturas estudadas foi estimado pela fórmula $Q_{10} = (R_2/R_1)^{10/(t_2-t_1)}$ em que, R₂ e R₁ representam as taxas respiratórias na temperatura t₂ e t₁, respectivamente (WILLS et al., 1998). Diariamente, avaliou-se a longevidade das inflorescências, com base na taxa de abscisão e do murchamento das flores. Adotou-se como critério para o fim da longevidade das inflorescências quando houve um mínimo de 50% de murchamento e/ou abscisão das flores (FINGER et al., 2001).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com oito repetições para cada tratamento com quatro hastes por vaso. Os dados da respiração e longevidade foram submetidos à análise de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A respiração das inflorescências de esporinha elevou-se entre a temperatura de 5 e 30 °C de 403 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ a 1854 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ (Figura 1). As taxas respiratórias em temperaturas de 35 e 40 °C foram reduzidas em relação àquela determinada a 30 °C, sendo similares à observada a 25 °C. Essa queda da atividade respiratória, nas temperaturas mais elevadas, provavelmente está associada a danos nas membranas, desnaturação de enzimas e ao esgotamento das reservas orgânicas utilizadas pela

respiração (KADER, 1987; TOIVONEN, 2003). As taxas respiratórias de esporinha entre as temperaturas de 5 e 40 °C podem ser classificadas como extremamente elevadas quando comparadas a frutas e hortaliças em geral.

Como a taxa respiratória em cada temperatura avaliada corresponde à média da produção de CO₂ quando consideradas as avaliações após 24, 48, 72 e 96 horas da colheita, não se pode inferir sobre a ocorrência de climatério, uma vez que os produtos hortícolas sofrem alterações na respiração com o tempo após a colheita, como observado em frutos de goiaba (BRON et al., 2005). Porém a utilização da média de produção de CO₂ da esporinha em quatro diferentes períodos permite uma estimativa acurada da respiração para o cálculo do fator Q₁₀ das inflorescências, como sugere o estudo realizado por BÖTTCHER et al. (2003) com folhas de Common Saint-John's.

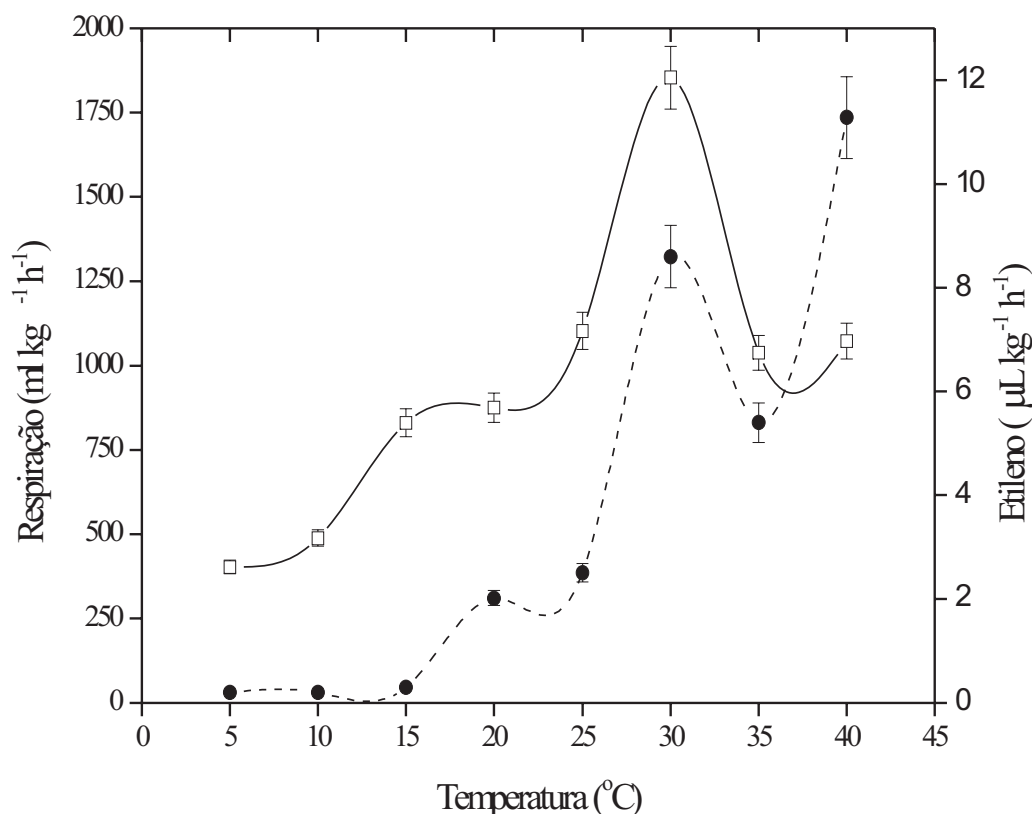


Figura 1. Comportamento da respiração (□) e da produção de etileno (●) de inflorescências de esporinha (*Consolidia ajacis*) em função da temperatura de armazenamento. A barra indica o desvio-padrão da média.

A magnitude da atividade respiratória, em esporinha, foi similar à observada em outras flores de corte, como em cravos e *Chamelaucium uncinatum* (OLLEY et al., 1996; WILLS et al., 1998). Entretanto, a tolerância da respiração ao aumento da temperatura é distinta quando comparados esporinhas e cravos. Observou-se em cravos contínua elevação da respiração entre as temperaturas de 0 e 50 °C, sem nenhuma aparente queda da atividade respiratória nas temperaturas entre 30 e 50 °C, que podem ser consideradas como estressantes para a maioria das flores (WILLS et al., 1998). Porém, à temperatura de 25 °C, as flores de esporinha tiveram taxas respiratórias aproximadamente 11,4 vezes maiores que a das flores de *Curcuma alismatifolia* armazenadas nas mesmas condições de temperatura (BUNYA-ATICHART et al., 2004). Em flores cortadas, parece haver grande variação da atividade respiratória entre as espécies em condições similares de armazenamento, provavelmente refletindo o potencial de vida de vaso.

Verificou-se na produção de etileno variação temporal semelhante à da respiração com a elevação da temperatura; todavia a magnitude do aumento entre 5 e 30 °C foi de 86 vezes para etileno e de 4,6 para a respiração, respectivamente (Figura 1). A elevação da síntese de etileno a 40 °C comparada com as taxas nas temperaturas de 30 e 35 °C evidencia a presença de estresse térmico sobre as flores, semelhante ao ocorrido em segmentos estiolados de ervilha mantidos a 36 °C (SALTVEIT e DILLEY, 1978). Esta elevada produção de etileno foi responsável pela rápida indução da senescência das flores de esporinha (CARNEIRO et al., 2003). Além disso, a indução da abscisão e senescência pelo etileno é, em geral, diretamente dependente da elevação da temperatura, como foi observado em flores de *Chamelaucium uncinatum* (MACNISH et al., 2004).

Os valores do fator Q_{10} entre as temperaturas de 5 e 40 °C foram similares ao observado na maioria dos produtos hortícolas, variando de 1,07 a 2,89 (Tabela 1). Os maiores aumentos da respiração foram observados entre 10 e 15 °C e entre 25 e 30 °C com fatores Q_{10} de 2,89 e 2,82 respectivamente. Os menores aumentos, no entanto, foram observados entre 15 e 20 °C e entre 35 e 40 °C, com fatores Q_{10} de 1,11 e 1,07 respectivamente (Tabela 1). Esse comportamento irregular na taxa de elevação também foi observado em cravos, porém com fatores Q_{10} próximos a oito entre as temperaturas de 10 e 20 °C (WILLS et al., 1998). Esse valor foi 4,5 vezes maior ao máximo de 1,79 verificado em esporinha no mesmo intervalo de temperatura (Tabela 1), deduzindo que, nessas condições, a respiração das inflorescências de esporinha é menos influenciada por mudanças na temperatura de armazenamento do que a flor de cravo.

A intensificação da respiração das flores de esporinha afetou diretamente a longevidade das flores, visto que a elevação da temperatura de armazenamento reduziu a longevidade das inflorescências de esporinha seguindo uma correlação polinomial inversa ($R = -0,98$) com o incremento da temperatura de armazenamento entre 5 e 40 °C (Figura 2). O aumento da temperatura ambiente entre 5 e 30 °C reduziu a longevidade estimada de 11,9 para 4,06 dias respectivamente (Figura 2). Rosas armazenadas entre temperatura de 20 e 30 °C tiveram a longevidade encurtada, menor absorção de água e aumento da perda de água por transpiração com a elevação da temperatura (ICHIMURA e UYAMA, 1998). Portanto, a acelerada redução da vida de vaso de esporinhas pelo aumento da temperatura de armazenamento pode ter sido também estimulada pelo desequilíbrio hídrico das flores.

Tabela 1. Evolução da taxa respiratória e do fator Q_{10} da respiração em inflorescências de esporinha (*Consolida ajacis*) armazenadas entre 5 e 40 °C

Temperatura (°C)	Taxa respiratória (ml CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹)	Fator Q_{10}
5	403	-
10	488	1,47
15	830	2,89
20	875	1,11
25	1103	1,57
30	1854	2,82
35	1038	-
40	1073	1,07

A longevidade estimada da flor a 40 °C foi semelhante à das temperaturas de 30 e 35 °C (Figura 2), confirmando que a temperatura de 30 °C foi suficiente para causar máxima redução da longevidade da esporinha.

Produtos hortícolas, especialmente aqueles tolerantes a injúria por baixa temperatura, geralmente têm redução da vida de prateleira de maneira linear ou exponencial com o aumento da temperatura. Em folhas da planta aromática Common Saint-John's, a redução da vida de prateleira foi exponencial,

enquanto em rosas a queda foi linear e inversa (BÖTTCHER et al., 2003; ICHIMURA e UHEYAMA, 1998). A redução da vida de vaso da esporinha, devido à elevação da temperatura, está relacionada ao aumento da atividade respiratória e da produção de etileno até 30 °C. A partir dessa temperatura, o metabolismo da esporinha foi afetado pelo estresse térmico, como sugerido pelo aumento da produção de etileno e decréscimo da respiração, determinando a longevidade de aproximadamente quatro dias.

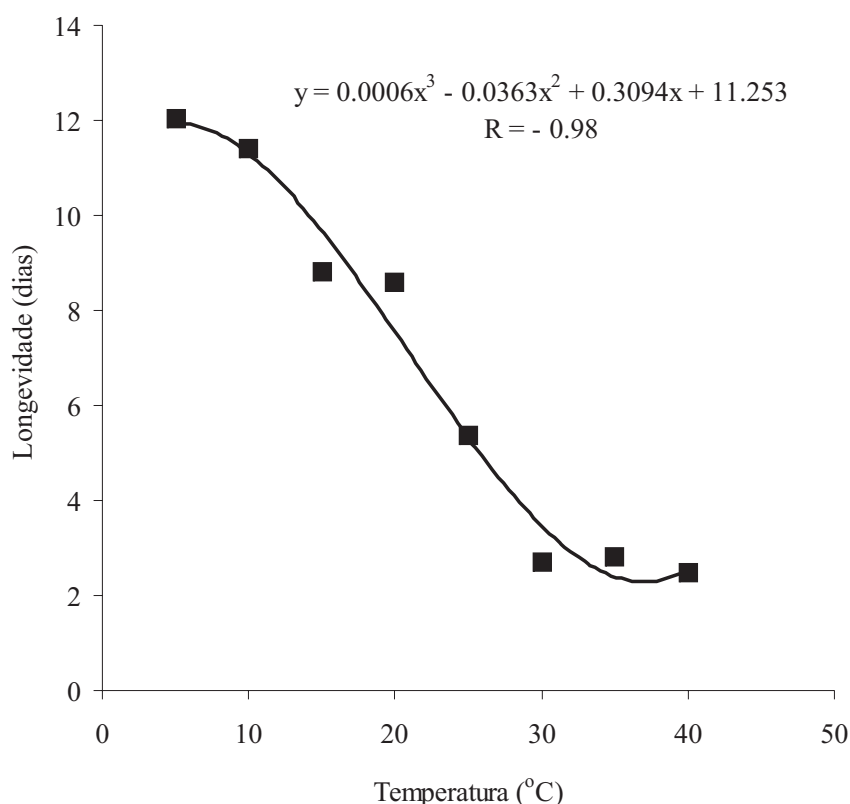


Figura 2. Relação entre a temperatura de armazenamento e a longevidade das inflorescências de esporinha (*Consolida ajacis*).

4. CONCLUSÕES

1. O aumento da temperatura de armazenamento entre 5 e 30 °C estimulou a respiração e a produção de etileno das flores de maneira semelhante.

2. A elevação da atividade respiratória e de produção de etileno entre 5 e 30 °C se correlacionou com a redução da longevidade da esporinha.

3. A vida de vaso da inflorescência de esporinha foi inversamente proporcional à elevação da temperatura de armazenamento, sendo reduzida de 11,9 para 4,06 dias com a elevação da temperatura de 5 para 30 °C.

AGRADECIMENTOS

À CAPES e à FAPEMIG pela concessão da bolsa de mestrado a Vanessa Rebouças dos Santos.

REFERÊNCIAS

- BÖTTCHER, H.; GÜNTHER, I.; KABELITZ, L. Physiological postharvest responses of common Saint-John's wort herbs (*Hypericum perforatum* L.). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.29, p.342-350, 2003.
- BRON, I.U.; RIBEIRO, R.V.; CAVALINI, F.C.; JACOMINO, A.P.; TREVISAN, M.T. Temperature-related changes in respiration and Q_{10} coefficient of guava. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, p.458-463, 2005.
- BUNYA-ATICHART, K.; KETSA, S.; VAN DOORN W.G. Postharvest physiology of *Curcuma alismatifolia* flowers. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.43, p.219-226, 2004.
- CARNEIRO, T.F.; FINGER, F.L.; BARBOSA, J.G.; DOSSANTOS, V.R. Longevidade de inflorescências de esporinha tratadas com sacarose e tiosulfato de prata. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.9, p.31-36, 2003.
- CEVALLOS, J.C.; REID, M.S. Effects of temperature on the respiration and vase life of *Narcissus* flowers. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.517, p.335-341, 2000.
- FINGER, F.L.; DOSSANTOS, V.R.; DE MORAES, P.J.; BARBOSA, J.G. Pulsing with sucrose and silver thiosulfate extended the vase life of *Consolida ajacis*. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.542, p.63-67, 2001.
- FINGER, F.L.; CARNEIRO, T.F.; BARBOSA, J.G. Senescência pós-colheita de esporinha (*Consolida ajacis*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, p.533-537, 2004.
- ICHIMURA, K.; UEYAMA, S. Effects of temperature and application of aluminum sulfate on the postharvest life of cut rose flowers. **Bulletin of the National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea**, Cidade, Japan, n.13, p.51-60. March, 1998.
- KADER, A.A. Respiration and gas exchange of vegetables. In: WEICHMANN, J. (Ed.). **Postharvest physiology of vegetables**. New York: Marcel Dekker, 1987. p.25-43.
- KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: AVI Book, 1991. 532p.
- KETSA, S.; LUANGSUWALI, K. The relationship between 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid content in pollinia, ethylene production and senescence of pollinated *Dendrobium* orchid flowers. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.8, p.57-64, 1996.
- MACNISH, A.J.; IRVING, D.E.; JOYCE, D.C.; WEARING, A.H.; VITHANAGE, V. Sensitivity of Geraldton waxflower to ethylene-induced flower abscission is reduced at low temperature. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Kent, v.79, p.293-297, 2004.
- OLLEY, C.M.; JOYCE, D.C.; IRVING, D.E. Changes in sugar, protein, respiration, and ethylene in developing and harvest geraldton waxflower (*Chamelaucium uncinatum*) flowers. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v.24, p.143-150, 1996.
- SACALIS, J.N. **Cut flowers: prolonging freshness**. 2nd ed. Batavia: Ball Publishing, 1993, 110 p.
- SALTVEIT, M.E.; DILLEY, D.R. Rapid induced wound ethylene from excised segments of etiolated *Pisum sativum* L., cv. Alaska. **Plant Physiology**, Rockville, v.61, p.675-679, 1978.
- TOIVONEN, P.M.A. Effects of storage conditions and postharvest procedures on oxidative stress in fruits and vegetables. In: HODGES, D.M. (Ed.). **Postharvest oxidative stress in horticultural crops**. Binghamton: Food Products Press, 2003. p.69-90.
- WILLS, R.; MCGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. 4th ed. Wallingford: CAB, 1998, 262 p.