



Bragantia

ISSN: 0006-8705

editor@iac.sp.gov.br

Instituto Agrônômico de Campinas

Brasil

Correia Mendes, Teresa Drummond; dos Santos, Joice Simone; Marques Vieira, Luciana; Silva Castro

Pimentel Cardoso, Deise; Finger, Fernando Luiz

Influência do dano físico na fisiologia pós-colheita de folhas de taioba

Bragantia, vol. 70, núm. 3, 2011, pp. 682-687

Instituto Agrônômico de Campinas

Campinas, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90821051016>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Influência do dano físico na fisiologia pós-colheita de folhas de taioba

Teresa Drummond Correia Mendes ⁽¹⁾; Joice Simone dos Santos ⁽²⁾; Luciana Marques Vieira ⁽¹⁾; Deise Silva Castro Pimentel Cardoso ⁽³⁾; Fernando Luiz Finger ⁽³⁾

⁽¹⁾ Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Biologia Vegetal, 36571-000 Viçosa (MG),

⁽²⁾ Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Vegetais, 59625-900 Mossoró (RN),

⁽³⁾ UFV, Departamento de Fitotecnia, 36571-000 Viçosa (MG),

(*) Autora correspondente: tdcorreia@gmail.com

Recebido: 22/set./2010; Aceito: 17/fev./2011

Resumo

Folhas de taioba danificadas fisicamente tornam-se amarelas e escuras na região do dano. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do dano físico sobre o metabolismo pós-colheita de folhas de taioba. Para esse fim, avaliou-se o teor de clorofila e o acúmulo de compostos fenólicos solúveis em discos foliares de taioba que continham furos realizados com uma agulha em um dos lados da folha, simulando os danos sofridos no campo e transporte. O lado não danificado foi usado como tratamento controle. Para a avaliação da produção de etileno e CO₂, discos foliares danificados e intactos foram infiltrados com ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano (ACC) ou com água desionizada. Houve acentuada queda de clorofila nas primeiras 24 horas após a colheita, porém, o dano físico não estimulou a degradação da clorofila ou elevação da produção de etileno. Entretanto, nos discos foliares danificados e infiltrados com ACC, houve aumento transiente na produção de etileno após 4 horas da realização do dano. Essa resposta demonstra que a enzima ACC sintase não é estimulada pelo dano e a enzima ACC oxidase tem sua atividade aumentada apenas por um curto período. Em contrapartida, as folhas danificadas tiveram maior acúmulo de compostos fenólicos e elevada taxa respiratória.

Palavras-chave: etileno, respiração, clorofila, compostos fenólicos, *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott.

Influence of physical wound on the postharvest physiology of tannia leaves

Abstract

Damaged Tannia leaves present yellowing and browning. The objective of this study was to evaluate the effect of physical damage on the postharvest metabolism of tannia leaves. Chlorophyll content and the accumulation of soluble phenolic compounds were evaluated in tannia leaf discs containing holes made with a needle in one leaf side, simulating the damage in the field and transport. The undamaged side was used as control treatment. To evaluate the ethylene and CO₂ production, damaged and intact leaf discs were infiltrated with 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) or deionized water. Intense degradation of chlorophyll occurred within the first 24 hours after harvest, but the damage did not stimulate the degradation of chlorophyll or ethylene production. The damaged discs infiltrated with ACC had transient increase in ethylene production after 4 hours of damage. This response demonstrates that the ACC synthase enzyme is not stimulated by physical damage and ACC oxidase enzyme has its activity increased only for a short period. In contrast, the damaged leaves had a higher accumulation of phenolic compounds and higher respiratory rate than undamaged leaves.

Key words: ethylene, respiration, chlorophyll, phenolics compounds, *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott.

1. INTRODUÇÃO

A taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) é uma hortaliça folhosa que se desenvolve principalmente em regiões de clima tropical e subtropical, necessitando de elevadas temperaturas e umidade para adequado crescimento de folhas e rizomas. O cultivo comercial para exploração de folhas, ainda é pouco expressivo no Brasil, distribuindo-se principalmente em regiões dos Estados da Bahia, de Minas Gerais, do Espírito Santo e Rio de Janeiro (SEGANFREDO et al., 2001).

Após a colheita, com manuseio, transporte e exposição nos mercados varejistas, os produtos hortícolas ficam sujeitos aos diversos fatores que resultam na redução de sua qualidade e aumento das perdas, como a elevação da taxa respiratória, perda de água, produção de etileno, doenças pós-colheita, desordens fisiológicas e dano físico (KADER, 2002).

O dano físico ocorre tanto no ambiente de cultivo do produto, quanto no momento da colheita e na cadeia de comercialização. Em muitos produtos hortícolas, em poucos minutos após ocorrer a injúria por dano físico, há aumento da respiração, produção de etileno e outras reações bioquímicas responsáveis por mudanças na coloração, textura e qualidade nutricional, como perda de açúcares, ácidos orgânicos e vitaminas (CANTWELL e SUSLOW, 2002). A presença do dano físico dobrou a taxa respiratória em raízes de cenoura (SURJADINATA e CISNEROS-ZEVALLOS, 2003) e promoveu aumento de até quatro vezes na produção de etileno em gemas de bambu (BHOWMIK e MATSUI, 2005). Resposta semelhante ocorre na cultivar de alface Diana, com aumento de 108% e 120% na respiração e na produção de etileno respectivamente (SALTVEIT et al., 2003).

A síntese do etileno se inicia com o intermediário S-adenosilmetionina (SAM) a partir do aminoácido metionina. A presença do precursor imediato do etileno, o ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano (ACC) formado a partir de SAM pela ação da enzima ACC sintase (ACS), determina a taxa de produção de etileno através da atividade da ACC oxidase (ACO) (ABELES et al., 1992).

As alterações na coloração e no sabor dos produtos hortícolas que ocorrem em resposta ao dano físico estão relacionadas ao aumento do metabolismo dos fenilpropanóides, que resulta no acúmulo de compostos fenólicos, com subsequente escurecimento do tecido e amargor (SALTVEIT, 2000). Folhas de alface danificadas acumulam compostos fenólicos que causam escurecimento do tecido (CAMPOS-VARGAS e SALTVEIT, 2002). Outro efeito relacionado às alterações na cor do tecido danificado é o amarelecimento, que, como observado em abobrinha, pode ser causado pela degradação de clorofila (DURIGAN e MATTIUZ, 2007).

Em ensaios preliminares, verifica-se em folhas de taioba fisicamente danificadas visível amarelecimento,

com posterior escurecimento restrito à região do dano, não se estendendo para a folha inteira. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do dano físico sobre o metabolismo pós-colheita de folhas de taioba.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A folha mais nova e totalmente expandida de plantas de taioba da variedade 'Comum' do Banco de Germoplasma de Hortaliças (BGH) foi colhida entre 7 e 8 horas da manhã. Em seguida, tendo como referência a nervura central, em um dos lados da folha foram realizados 6 a 8 furos com o uso de uma agulha de 0,8 mm de diâmetro, abrangendo uma área de aproximadamente 1,15 cm², simulando danos sofridos no campo e durante o transporte. Como tratamento controle, utilizou-se o lado da folha que não foi danificado com a agulha. Para todas as análises realizadas retiraram-se discos foliares representativos de cada tratamento.

A quantificação do teor de clorofila foi feito de acordo com ARNON (1949), após 30 minutos, 24, 48 e 72 horas da realização do dano. Aproximadamente 0,2 g do tecido foram macerados, filtrados e o volume completado em balão volumétrico de 25 mL com acetona 80%. A estimativa do teor de clorofila foi feita por meio de espectrofotometria, nos comprimentos de onda 645 e 630 nm e os resultados foram expressos em mg g⁻¹ de massa fresca.

Para a análise do teor de compostos fenólicos solúveis seguiu-se o procedimento descrito por PRINCE e BUTLER (1977). Amostras de 0,1 g do tecido vegetal foram retiradas após 30 minutos, 2, 4 e 6 horas da realização do dano, maceradas em 2 mL de metanol e centrifugadas a 14.000 g durante 15 minutos. Em seguida procedeu-se à reação de 0,5 mL do sobrenadante, juntamente com 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu (1:3) e 2,0 mL de carbonato de sódio anidro 10% por 1 hora, no escuro. As leituras no espectrofotômetro foram realizadas no comprimento de onda de 700 nm logo após centrifugação de 14.000 g durante 5 minutos. Realizou-se curva de calibração usando D-catequina como padrão e a concentração de fenóis solúveis foi expressa em mg de D-catequina g⁻¹ de massa fresca.

As análises de produção de etileno e CO₂ foram realizadas na presença e ausência de ACC, de acordo com WHITEHEAD et al. (1984). Para isso, os discos das áreas com e sem dano físico foram infiltrados com 1,0 mM de ACC através de vácuo (40 mmHg) durante 5 minutos, sob agitação dos frascos. Cada frasco continha aproximadamente seis discos foliares. Este procedimento foi repetido por quatro vezes, até os círculos não mais fluírem na solução. Os círculos que não seriam tratados com ACC foram infiltrados com água desionizada. Em seguida, o material vegetal foi transferido para recipientes

hermeticamente fechados, que continham uma espuma umedecida, onde permaneceram a 30 °C por até 6 horas. Amostras do ar contidas no interior dos recipientes foram coletadas após 2, 4 e 6 horas da imposição dos tratamentos, com uso de uma seringa de 1 mL. A concentração de etileno, expressa em $\mu\text{L L}^{-1} \text{C}_2\text{H}_4 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ foi avaliada em cromatógrafo a gás Hewlett-Packard 5890, série II, com detector de ionização de chama (FID) a temperatura de 150 °C, injetor a 110 °C e coluna Porapak-N a temperatura de 60 °C, usando como gás de arraste o dinitrogênio. Para a produção de CO_2 , expressa em $\text{mL CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, utilizou-se cromatógrafo a gás modelo CG-14B (Shimadzu Crop Kyoto Japan), com detector de condutividade térmica (TCD) a temperatura de 150 °C, injetor a 100 °C e coluna Porapak-Q a 50 °C, usando o nitrogênio como gás de arraste.

Utilizou-se delineamento estatístico em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e avaliados pelo teste *t*, de Student, para determinação do efeito da presença ou ausência do dano físico sobre o teor de clorofila e acúmulo de compostos fenólicos solúveis das folhas de taioba. Para se comparar o efeito do dano físico, associado ou não ao ACC, sobre a produção de etileno e CO_2 utilizou-se o teste Tukey, considerando $p=0,05$ em ambos os testes estatísticos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas primeiras 24 horas após a colheita há queda de aproximadamente 37% no teor de clorofila, independentemente da presença do dano físico (Figura 1). Os discos danificados apresentaram teores de clorofila aproximadamente 10,4% e 2% menores que os discos-controle, após 24, 48 e 72 horas respectivamente. Entretanto, apesar de detectados visualmente amarelecimento e descoloração na região próxima ao dano, não houve diferença estatística entre os tratamentos quanto ao teor de clorofila. Em folhas de acelga fisicamente danificadas ocorrem reduções no conteúdo de clorofila na proporção diretamente relacionada à extensão da área danificada (ROURA et al., 2000), notando-se, portanto, comportamento semelhante ao encontrado nos discos foliares de taioba.

A degradação de clorofila ocorre em dois estágios: estágio inicial e estágio final da clivagem do anel tetrapirrólico. O estágio inicial compreende modificações na cadeia lateral do anel tetrapirrólico, resultando em produtos que ainda possuem a cor verde. Já no estágio final ocorre a clivagem no anel tetrapirrólico e outras reações subsequentes, dando origem a produtos que não possuem cor, sendo determinante na degradação de clorofila de folhas senescentes (TAKAMIYA et al., 2000).

Nas folhas em que ocorreu o dano físico o aumento foi significativo de 44% e 50% no teor de compostos

fenólicos após 4 e 6 horas (Figura 2), sendo possivelmente o fator responsável pelas alterações visuais da cor da folha. Em tecidos fisicamente danificados há aumento na atividade da enzima fenilalanina amônia liase (PAL), que é a primeira enzima envolvida na síntese dos compostos fenólicos solúveis (DIXON e PAIVA, 1995). Posteriormente, esses fenóis são oxidados pela ação da polifenol oxidase (PPO) e peroxidase (POD) produzindo quinonas, que se polimerizam formando pigmentos escuros (DEGL'INNOCENTI et al., 2005).

Em frutos de banana danificados houve indução à expressão do mRNA de uma isoforma da PAL, o que resultou no aumento do nível de proteína da enzima e elevação em 3,3 vezes da sua atividade. Consequentemente, houve acúmulo de 4,5 vezes no conteúdo de compostos fenólicos solúveis e, portanto, escurecimento da polpa do fruto (CHEN et al., 2009).

Resultados semelhantes foram obtidos com alface, aipo, cenoura e batata doce, que aumentaram o conteúdo de compostos fenólicos solúveis em 81%, 30%, 191% e 13% respectivamente (REYES et al., 2007).

Após 2 horas, independentemente da presença do dano, nos discos foliares infiltrados com ACC houve produção de etileno aproximadamente 9 vezes maior que aqueles infiltrados com água (Figura 3). Comportamento semelhante ocorreu com 4 horas, entretanto, os discos danificados e infiltrados com ACC tiveram produção de etileno 40% maior que os discos não danificados. A influência do dano e do ACC sobre a biossíntese de etileno parece cessar após 6 horas, uma vez que há produção dele, mas em níveis baixos em todos os tratamentos avaliados.

Esses resultados demonstram que em folhas de taioba há pouca disponibilidade de ACC e o dano físico por si só é incapaz de estimular a sua síntese, possivelmente

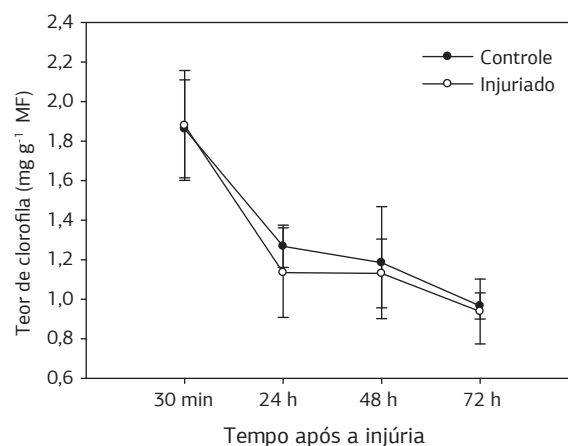


Figura 1. Teor de clorofila em folhas de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) controle e injuriada, após 30 minutos, 24, 48 e 72 horas da realização do dano. As barras verticais representam o erro-padrão da média.

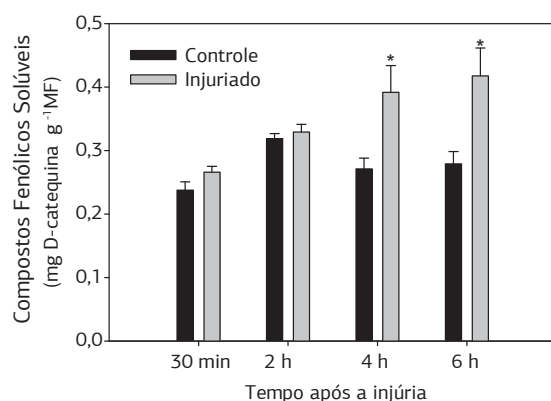


Figura 2. Acúmulo de compostos fenólicos solúveis em folhas de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) controle e injuriada, após 30 minutos, 2, 4 e 6 horas da realização do dano. As barras verticais representam o erro-padrão da média. * Significativo pelo teste *t* ($p < 0,05$).

devido a uma baixa atividade da enzima ACS. A enzima ACS é codificada por uma família multigênica, na qual os membros são diferencialmente regulados de acordo com o tecido e estágio de desenvolvimento da planta (BUI e O'NEIL, 1998). Ela atua em um passo limitante da biossíntese do etileno, enquanto a ACO parece ter função regulatória na produção de etileno de alguns frutos (CHOUDHURY et al., 2008).

Em folhas de taioba há indução transiente ao aumento da atividade da enzima ACO após 4 horas da realização do dano físico. De modo semelhante, de acordo com PAN e LOU (2008), em folhas de amoreira danificadas, os níveis de expressão do gene da enzima ACO aumentou após 1 hora, mantendo-se elevado por até 12 horas após a realização do dano e o acúmulo máximo ocorreu com 4 horas.

Em frutos de maracujá, o dano induz ao aumento da atividade das enzimas ACS e ACO e as alterações na atividade da ACS coincidiram com aquelas encontradas para a produção de etileno (ZHENG et al., 2005). Em contrapartida, o dano realizado em banana inibiu a expressão de uma isoforma da ACS, reduzindo em 1,5 vezes o nível do conteúdo de ACC, o que ocasionou diminuição de 3 a 4 vezes na atividade da ACO e produção de etileno (CHOUDHURY et al., 2008).

Dessa forma, de acordo com os resultados obtidos deste estudo, tornam-se necessárias pesquisas futuras para melhor compreender os fatores que atuam na regulação da expressão e da atividade das enzimas-chave da síntese do etileno nessas folhas.

Após 2 e 4 horas houve aumento na produção de CO_2 nos discos infiltrados com ACC, independentemente da presença ou ausência do dano físico (Figura 4). Nos discos danificados e não infiltrados também ocorreram elevadas

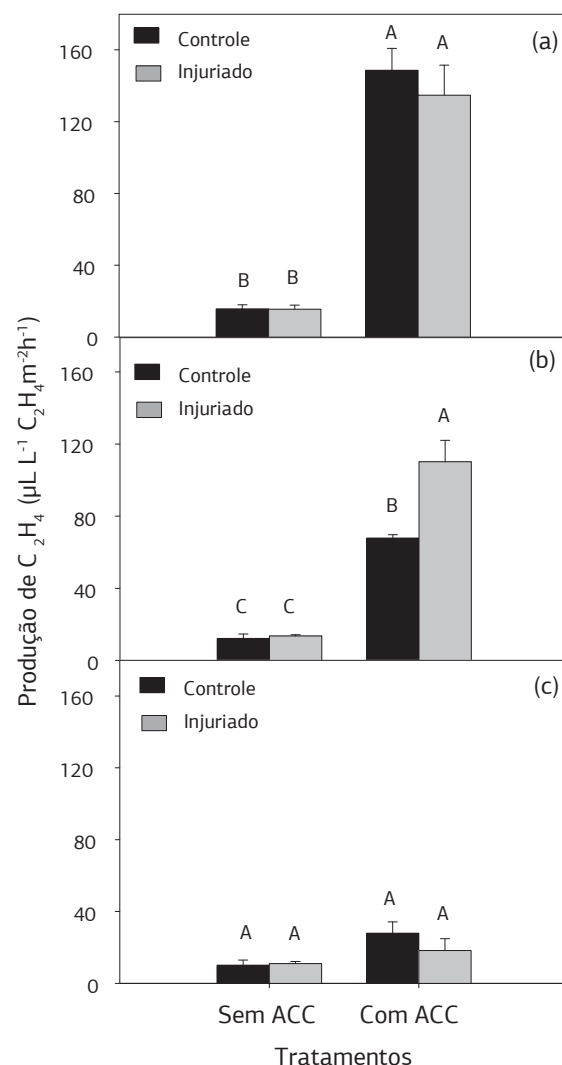


Figura 3. Produção de etileno nas folhas de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott), controles e injuriadas, após 2 (a), 4 (b) e 6 (c) horas da realização do dano. As barras verticais representam o erro-padrão da média. Barras seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ($p > 0,05$).

taxas respiratórias, sendo essas aproximadamente três vezes maiores que os discos não danificados e não infiltrados, em todas as horas avaliadas. Dessa maneira, sugere-se que o dano físico é capaz de estimular a taxa respiratória por até 6 horas, e que, a presença do ACC também contribui para o aumento da respiração, por estimular a reação realizada pela enzima ACO para produzir etileno, que tem como subproduto o CO_2 .

A elevada taxa respiratória observada nos discos danificados pode ser resultado do aumento da atividade da enzima oxidase alternativa que, de acordo com MOORE et al. (2002), é estimulada em condições estressantes como dano físico, frio, seca, dentre outros, funcionando como

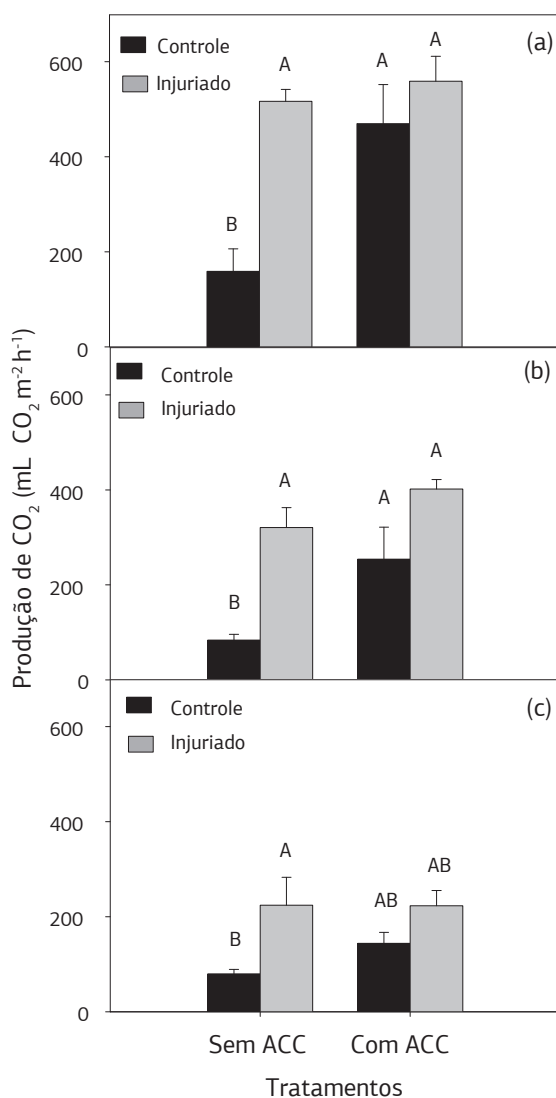


Figura 4. Produção de CO₂ nas folhas de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott), controles e injuriadas, após 2 (a), 4 (b) e 6 (c) horas da realização do dano. As barras verticais representam o erro-padrão da média. Barras seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ($p > 0,05$).

um mecanismo que visa reduzir a formação de espécies reativas de oxigênio (ERO's).

Uma das primeiras respostas da planta aos estresses bióticos e abióticos é a produção de ERO's (KARAKURT e HUBER, 2008), que são resultantes de vias como a fotorrespiração e a respiração mitocondrial (MITTLER, 2002). A cadeia de transporte de elétrons das mitocôndrias de plantas possui os complexos I, II, III, IV, a enzima oxidase alternativa e as NAD(P)H desidrogenases, sendo essas últimas os principais sítios de produção de ERO's. As ERO's, portanto, podem reagir com proteínas, lipídios e DNA (MØLLER, 2001), levando à morte celular, que no caso de taioba, sugere-se ser

observada com o amarelecimento e escurecimento das suas folhas.

O aumento do nível de ERO's pode representar uma ameaça às células, porém, há a possibilidade de atuarem como sinais para ativação das respostas ao estresse e de rotas de defesa da planta (KNIGHT e KNIGHT, 2001). Assim, as ERO's podem ser consideradas indicadores celulares e mensageiros secundários envolvidos na via de transdução de sinais de respostas ao estresse (MITTLER, 2002).

No caso das folhas de taioba fisicamente danificadas supõe-se que os mensageiros secundários envolvidos na resposta observada sejam as ERO's produzidas pela respiração. Entretanto, após sofrer o dano mecânico, várias rotas do metabolismo da planta podem ser alteradas, dentre elas, as vias do ácido abscísico, jasmonato, metil jasmonato, compostos voláteis e sisteminas (KARAKURT e HUBER, 2008).

4. CONCLUSÃO

Independentemente do dano físico, há acentuada queda de clorofila nas primeiras 24 horas após a colheita. O dano físico induz aumento dos compostos fenólicos e escurecimento das folhas. O aumento da produção de etileno nas folhas danificadas é dependente da presença de ACC.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa à Teresa Drummond Correia Mendes.

REFERÊNCIAS

- ABELES, F.B.; MORGAN, P.W.; SALTVEIT, M.E. Ethylene in Plant Biology. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1992. 414p.
- ARNON, D.I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, v.24, p.1-15, 1949.
- BHOWMIK, P.K.; MATSUI, T. Ethylene biosynthetic genes in 'Moso' bamboo shoot in response to wounding. Postharvest Biology and Technology, v.38, p.188-194, 2005.
- BUI, A.Q.; O'NEIL, S.D. Three 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase genes regulated by primary and secondary pollination signal in orchid flowers. Plant Physiology, v.116, p.419-428, 1998.
- CAMPOS-VARGAS, R.; SALTVEIT, M.E. Involvement of putative chemical wound signals in the induction of phenolic metabolism in wounded lettuce. Physiologia Plantarum, v.114, p.73-84, 2002.

- CANTWELL, M.I.; SUSLOW, T.V. Postharvest handling systems: fresh-cut fruits and vegetables. In: KADER, A.A. (Ed.). Postharvest Technology of Horticultural Crops. 3. ed. Los Angeles: Universidade da California, 2002. p.445-464.
- CHEN, J.Y.; HE, L.H.; JIANG, Y.M.; KUANG, J.F.; LU, C.B.; JOYCE, D.C.; MACNISH, A.; HE, Y.X.; LU, W.J. Expression of PAL and HSPs in fresh-cut banana fruit. Environmental and Experimental Botany, v.66, p.31-37, 2009.
- CHOUDHURY, S.R.; ROY, S.; SENGUPTA, D.N. Characterization of transcriptional profiles of *MA-ACS1* and *MA-ACO1* genes in response to ethylene, auxin, wounding, cold and different photoperiods during ripening in banana fruit. Journal of Plant Physiology, v.165, p.1865-1878, 2008.
- DEGL'INNOCENTI, E.; GUIDI, L.; PARDOSSI, A.; TOGNONI, F. Biochemical study of leaf browning in minimally processed leaves of lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *Acephala*). Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.53, p.9980-9984, 2005.
- DIXON, R.A.; PAIVA, N.L. Stress-induced phenylpropanoid metabolism. The Plant Cell, v.7, p.1085-1097, 1995.
- DURIGAN, M.F.B.; MATTIUZ, B. Efeito de injúrias mecânicas na qualidade de abobrinhas armazenadas em condição ambiente. Horticultura Brasileira, v.25, p.291-295, 2007.
- KADER, A.A. Postharvest biology and technology: an overview. In: KADER, A.A. (Ed.). Postharvest Technology of Horticultural Crops. 3.ed. Los Angeles: Universidade da California, 2002. p.39-47.
- KARAKURT, Y.; HUBER, D.J. Wound metabolism and wound signaling in fruit and vegetables. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, v.24, p.401-413, 2008.
- KNIGHT, H.; KNIGHT, M.R. Abiotic stress signalling pathways: specificity and cross-talk. Trends in Plant Science, v.6, p.262-267, 2001.
- MITTLER, R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends in Plant Science, v.7, p.405-409, 2002.
- MØLLER, I.M. Plant mitochondria and oxidative stress: electron transport, NADPH turnover, and metabolism of reactive oxygen species. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, v.52, p.561-591, 2001.
- MOORE, A.L.; ALBURY, M.S.; CRICHTON, P.G.; AFFOURTIT, C. Function of the alternative oxidase: is it still a scavenger? Trends in Plant Science, v.7, p.478-481, 2002.
- PAN, G.; LOU, C. Isolation of an 1-aminocyclopropane-1-carboxylate oxidase gene from mulberry (*Morus alba* L.) and analysis of the function of this gene in plant development and stresses responses. Journal of Plant Physiology, v.165, p.1204-1213, 2008.
- PRINCE, M.L.; BUTLER, L.G. Rapid visual estimation and spectrophotometric determination of tannin content of sorghum grain. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.25, p.1268-1273, 1977.
- REYES, L.F.; VILLARREAL, J.E.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. The increase in antioxidant capacity after wounding depends on the type of fruit or vegetables tissue. Food Chemistry, v.101, p.1254-1262, 2007.
- ROURA, S.I.; DAVIDOVICH, L.A.; DEL VALLE, C.E. Quality loss in minimally processed swiss chard related to amount of damaged area. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, v.33, p.53-59, 2000.
- SALTVEIT, M.E. Wound induced changes in phenolic metabolism and tissue browning are altered by heat shock. Postharvest Biology and Technology, v.21, p.61-69, 2000.
- SALTVEIT, M.E.; OCHOA, O.; CAMPOS-VARGAS, R.; MICHELMORE, R. Lines of lettuce selected for ethylene insensitivity at the seedling stage displayed variable responses to ethylene or wounding as mature heads. Postharvest Biology and Technology, v.27, p.277-283, 2003.
- SEGANFREDO, R.; FINGER, F.L.; BARROS, R.S.; MOSQUIM, P.R. Influência do momento de colheita sobre a deterioração pós-colheita em folhas de taioba. Horticultura Brasileira, v.19, p.184-187, 2001.
- SURJADINATA, B.B.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Modeling wound-induced respiration of fresh-cut carrots (*Daucus carota* L.). Journal of Food Science, v.68, p.2735-2740, 2003.
- TAKAMIYA, K.; TSUCHIYA, T.; OHTA, H. Degradation pathway(s) of chlorophyll: what has gene cloning revealed? Trends in Plant Science, v.5, p.426-431, 2000.
- WHITEHEAD, C.S.; HALEVY, A.H.; REID, M.S. Control of ethylene synthesis during development and senescence of carnation petals. Journal of American Society of Horticultural Science, v.109, p.473-475, 1984.
- ZHENG, Q.; NAKATSUKA, A.; TAIRA, S.; ITAMURA, H. Enzymatic activities and gene expression of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) synthase and ACC oxidase in persimmon fruit. Postharvest Biology and Technology, v.37, p.286-290, 2005.