



## **AVALIAÇÃO DO EFEITO DA RADIAÇÃO GAMA SOBRE PARÂMETROS DE ESTRESSE OXIDATIVO DE FRUTOS DO MAMOEIRO (*Carica papaya* L.) DO GRUPO 'SOLO' GOLDEN**

Geralda Gillian Silva<sup>1</sup>, Pedro Henrique Lemos<sup>1</sup>, Marcelo Eustáquio Silva<sup>2</sup>, Enilton Nascimento de Santana<sup>3</sup>, Raquel Gouvêa dos Santos<sup>4</sup>, Suely Gomes de Figueiredo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – Lab. de Química de Proteínas, 29040-091, Vitória, ES, ([ggsmais@yahoo.com.br](mailto:ggsmais@yahoo.com.br)); <sup>2</sup> Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) – Lab. de Bromatologia e Nutrição Experimental, 35400-000, Ouro Preto, MG; <sup>3</sup> Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), 29900-970, Linhares, ES; <sup>4</sup> Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN/CNEN) – Lab. de Radiobiologia, 30132-970, Belo Horizonte, MG.

### **INTRODUÇÃO**

O Brasil é o maior produtor mundial de mamão (*Carica papaya* L.) e um dos principais exportadores para os mercados europeu, americano e canadense, apresentando uma área plantada de 37 mil hectares e uma produção de cerca de 1,9 milhões de toneladas/ano desta fruta (ZAMBOLIM, 2002). Entretanto, grande parte da produção nacional de frutos, incluindo o mamão, um fruto climatérico, é perdida, principalmente, após a colheita pela ausência de aplicação de tecnologias de conservação e manuseio adequados.

A irradiação gama (IR) é considerada uma tecnologia de conservação pós-colheita promissora, podendo exercer papel fundamental na cadeia de comercialização de frutos (OLIVEIRA, 2000). No entanto, como outros processos de conservação, a IR pode aumentar a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS), prejudicando os processos bioquímicos-fisiológicos



normais dos vegetais (JIMÉNEZ et al., 2003). Considerando a importância do mamão na economia e seus benefícios à saúde e a possível alteração sobre parâmetros de estresse oxidativo acarretada pela irradiação gama, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito desse processo sobre a atividade das enzimas catalase e peroxidase, bem como sobre a peroxidação lipídica.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram conduzidos com frutos tipo exportação, coletados no estágio “um” de maturação de acordo com classificação de Marin et al. (1995), de lavouras comerciais de mamão (*C. papaya* L.) do grupo ‘Solo’ Golden, representativas do cultivo da região norte do ES/ Caliman Agrícola S/A. Estes foram submetidos à lavagem com água clorada (1,5 ppm) e separados em dois grupos: controle (C) e irradiado (I). Frutos do grupo I foram irradiados (0,8 kGy) no primeiro dia pós-colheita (dpc), utilizando fonte de  $^{60}\text{Co}$  (Irradiador panorâmico MDS Nordion - Canadá).

O estresse oxidativo foi avaliado pela análise da atividade de enzimas antioxidantes (catalase - CAT e peroxidase - POX) e também pela peroxidação lipídica. As análises das atividades enzimáticas na polpa dos frutos C e I tiveram início no 2º dpc e da peroxidação lipídica, no 3º dpc, sendo realizadas até os frutos de cada grupo atingirem a completa senescência. As amostras, para estas análises, foram coletadas e mantidas em nitrogênio líquido até o momento de uso.

O extrato protéico para análise da atividade das enzimas catalase e peroxidase foi obtido segundo método descrito por Rocha (2006). As atividades da CAT e da POX foram determinadas através de método espectrofotométrico de acordo com Havir e Mchale (1987) e Anderson et al. (1995) e Kar e Mishra (1976) e Chance e Maehley (1955). As atividades foram calculadas utilizando o coeficiente de extinção molar (CEM) do peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) ( $36 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ ) para CAT e CEM da purpurogalina (PPG) ( $2,47 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ) para POX e expressas



em  $\mu\text{mol}$  de  $\text{H}_2\text{O}_2$  ou PPG por miligrama de proteína por minuto. A determinação da peroxidação lipídica (PL) foi realizada segundo metodologia descrita por Hodges et al. (1999) que se baseia na reação do malondialdeído (MDA) com o ácido tiobarbitúrico (TBA), a qual forma um complexo MDA-TBA de coloração rósea e calculada de acordo com a equação descrita por Hodges et al. (1999), sendo expressa em  $\mu\text{mol}$  de equivalentes de MDA produzidos por 100 g de peso fresco.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das atividades da CAT e POX durante o amadurecimento dos frutos estão apresentados nas Figuras 1a e 1b. A radiação alterou o perfil de atividade da CAT – observou-se um pico de atividade no 3º dpc, seguido de redução no 4º e 5º dpc e a partir do 6º dpc, sua atividade foi semelhante à de frutos C. A diminuição na atividade da CAT no 4º e 5º dpc dos frutos I pode ser associada ao retardo no climatério destes frutos e, conseqüentemente, ao retardo no amadurecimento, o que acarreta redução da taxa respiratória dos frutos, reduzindo a produção das ROS. No entanto, nestes frutos, o aumento na atividade da CAT no 3º dpc (2º dia após a irradiação), provavelmente, se deve ao estresse causado pelo processo de irradiação. A radiação também alterou o perfil de atividade da POX – observou-se que os frutos irradiados apresentaram um retardo de 1 dia no 1º pico de atividade da POX possivelmente, devido ao atraso na maturação dos frutos induzido por este processo. Este resultado pode parecer incoerente, entretanto pode ser justificado considerando que a defesa primária contra as ROS é realizada por outras enzimas antioxidantes.

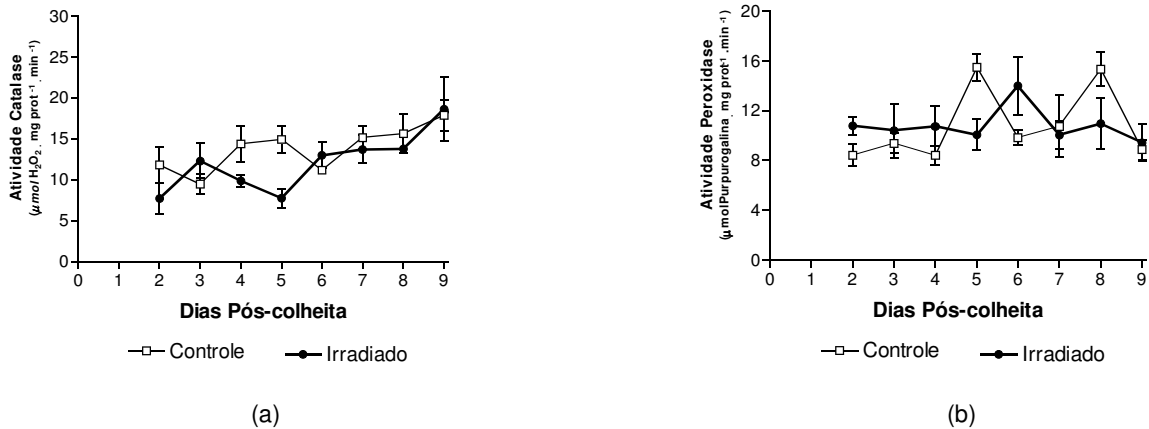


FIGURA 1 – Comparação entre os perfis da atividade das enzimas (a) catalase e (b) peroxidase de frutos do mamão dos grupos controle e irradiados durante o amadurecimento. As atividades foram expressas em  $\mu\text{mol}$  de peróxido de hidrogênio consumido ou em  $\mu\text{mol}$  de purpurogalina produzida por miligrama de proteína por minuto. A significância das diferenças entre os grupos foi determinada por ANOVA, uma via seguida do teste de Tukey a 5% ( $n=3$ ).

Os resultados da avaliação da PL estão apresentados na Figura 2. Foi observado um aumento na PL de frutos C e I durante o amadurecimento, entretanto frutos I apresentaram um aumento estatisticamente significativo dos equivalentes de MDA no 5<sup>o</sup>, 7<sup>o</sup> e 9<sup>o</sup> dpc. Este aumento pode ser devido a um incremento na produção de espécies reativas de oxigênio induzido pela irradiação. Hodges et al. (1999) também verificaram um aumento substancial na PL de tomates e cenouras expostos à irradiação UV. Os resultados da PL dos frutos irradiados são aparentemente contraditórios à eficiente conservação destes frutos, considerando que, de acordo com Colowick e Kaplan (1984), a PL está envolvida com a senescência. No entanto, nossos dados não são suficientes para justificar estas observações, sendo necessária a avaliação de outros parâmetros do estresse oxidativo.

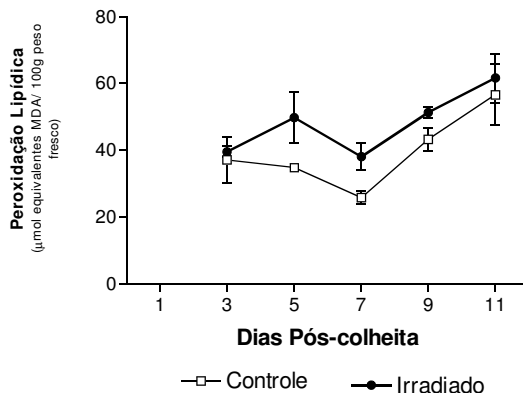


Figura 2 – Comparação da peroxidação lipídica de frutos do mamão dos grupos controle e irradiados durante o amadurecimento. A peroxidação lipídica foi expressa em  $\mu\text{mol}$  de equivalentes de MDA produzido por 100 g de peso fresco da polpa dos frutos. A significância das diferenças entre os grupos foi determinada por ANOVA, uma via seguida do teste de Tukey a 5% ( $n=3$ ).

## CONCLUSÃO

A análise da resposta ao estresse oxidativo demonstrou que a irradiação induziu alterações na resposta antioxidante, as quais podem ser associadas com o retardo no amadurecimento dos frutos irradiados e não a prejuízos para os processos bioquímico-fisiológicos dos frutos.

## AGRADECIMENTOS

CAPES, CDTN/CNEN e Caliman Agrícola S/A.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, M. D.; PRASAD, T. K.; STEWART, C. R. Changes in isozyme profiles of catalase, peroxidase and glutathione reductase during acclimation to chilling in mesocotylus of maize seedlings. **Plant Physiology**, v. 109, n. 4, p. 1247 – 1257, 1995.



CHANCE, B.; MAEHLEY, A. C. Assay of catalases and peroxidases. **Methods in Enzymology**, v. 2, p. 764 – 775, 1955.

COLOWICK, S. P.; KAPLAN, N. O. Oxygen Radicals in Biological systems. **Methods in Enzymology**, v. 105, p. 273 – 338, 1984.

HAVIR, E. A.; McHALE, N. A. Biochemical and developmental characterization of multiple forms of catalase in tobacco leaves. **Plant Physiology**, v. 84, p. 450 -455, 1987.

HODGES, M.; DELONG, J. M.; FORNEY, C. F.; PRANGE, R. K. Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds. **Planta**, v. 207, p. 604 – 611, 1999.

JIMÉNEZ, A.; ROMPJARO, F.; GÓMEZ, J. M.; LLANOS, M. R.; SEVILLA, F. Antioxidant Systems and their relationship with the response of pepper fruits to storage at 20 °C. **Jornal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 6293 - 6299, 2003.

KAR, M.; MISHRA, D. Catalase, peroxidase and poliphenoloxidase activities during rice leaf senescence. **Plant Physiology**, v. 57, p. 315 – 319, 1976.

MARIN, S. L. D., et al. **Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos Solo e Formosa no Estado do espírito Santo**. 4. ed. Vitória – ES: Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária, 1995. 57p. (EMCAPA, circular técnica 3).

OLIVEIRA, L. C. Present situation of food irradiation in South America and the regulatory perspectives for Brazil. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 57, p. 249 – 252, 2000.

ROCHA, M. **Respiração e atividade de enzimas do metabolismo antioxidativo em raízes de plântulas de milho (*Zea mays* L.) submetidas ao estresse por alumínio**. 2006. 69 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

ZAMBOLIM, L. **Manejo Integrado: Fruteiras Tropicais – Doenças e Pragas**. Viçosa: UFV, 2002. p. 469 – 479.