

# COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE DE ENZIMAS ANTIOXIDANTES DURANTE O DESENVOLVIMENTO DE SAPOTI

Luciana de Siqueira Oliveira<sup>1</sup>, Delane da Costa Rodrigues<sup>2</sup>, Carlos Farley Herbster Moura<sup>3</sup>,  
Maria Raquel Alcântara de Miranda<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda, Depto. Bioquímica e Biologia Molecular/UFC, [luciana\\_soy@yahoo.com.br](mailto:luciana_soy@yahoo.com.br);

<sup>2</sup>Mestranda, Departamento de Engenharia Química/UFC

<sup>3</sup>Dr. Pesquisador, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE;

<sup>4</sup>Dra. Professora, Depto de Bioquímica e Biologia Molecular/UFC

## Introdução

As espécies reativas do oxigênio (EROs), tais como radical superóxido ( $\cdot\text{O}_2^-$ ), peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) e radical hidroxil ( $\cdot\text{OH}$ ) são produzidas constantemente por processos fisiológicos, sendo consideradas principais mediadoras dos danos oxidativos aos componentes celulares. Estudos demonstram que reações envolvendo EROs são uma característica intrínseca da senescência e do amadurecimento de frutos, desta forma, os sistemas de defesa antioxidante que inclui enzimas antioxidantes (Dismutase do superóxido, Catalase e enzimas do ciclo ascorbato-glutationa) e antioxidantes não enzimáticos (ascorbato, polifenóis e carotenóides), exercem importante função no amadurecimento e senescência de frutos (JIMENÉZ *et al.*, 2002).

O sapoti é um fruto originário da América Central, mais provavelmente do Sul do México. É reconhecido por seu delicioso sabor adocicado e levemente adstringente (MIRANDA *et al.*, 2002).

Segundo Menichini *et al.*, (2009), o estágio de maturação é um importante fator de influência sobre a qualidade composicional dos frutos, pois durante o amadurecimento ocorrem alterações bioquímicas, fisiológicas e estruturais que determinam seus atributos de qualidade. Desta forma, este trabalho objetivou estudar as mudanças na qualidade pós-colheita, bem como na atividade de enzimas antioxidantes durante o desenvolvimento do sapoti.

## Material e Métodos

Frutos de sapoti cv. 'Sapoti Ipacuru' (BRS 227) provenientes da Estação Experimental do Vale do Curú da Embrapa Agroindústria Tropical localizada em Paraipaba/CE, foram marcados em um estágio inicial de maturação, com aproximadamente 10 mm de diâmetro transversal, e colhidos após 90, 120, 150 e 180 dias de desenvolvimento. A cada colheita,

estes eram avaliados quanto a qualidade pós-colheita e a atividade de enzimas antioxidantes.

Analisou-se o conteúdo de sólidos solúveis (SS) utilizando refratômetro digital segundo metodologia da AOAC (1995) e os resultados expressos em °Brix; a acidez titulável (AT) determinada por titulação volumétrica com solução de NaOH 0.1 N conforme IAL (1985) e os resultados expressos em percentagem de ácido málico; o pH, medido diretamente na polpa utilizando um potenciômetro digital conforme metodologia recomendada pela AOAC (1995); a atividade da Dismutase do superóxido (SOD) determinada segundo metodologia de Giannopolitis e Ries (1977) e os resultados expressos em UAE. mg<sup>-1</sup> de proteína; a atividade da Catalase (CAT) determinada utilizando o método descrito por Beers e Sizer (1952) e os resultados expressos em μmol H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. mg<sup>-1</sup> de proteína. min<sup>-1</sup>; a atividade da Peroxidase do ascorbato (APX) determinada conforme Nakano e Asada (1981) e os resultados expressos em μmol H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. mg<sup>-1</sup> de proteína. min<sup>-1</sup> e o conteúdo de proteínas solúveis foi avaliado conforme metodologia descrita por Bradford (1976).

### **Resultados e Discussões**

O conteúdo de SS (Tabela 1) aumentou significativamente com o desenvolvimento, variando de 7,65 a 12,10 °Brix. Segundo Kobayashi *et al.* (2008), o aumento no conteúdo de SS pode ser devido a perda de água ou a degradação do amido e subsequente conversão em mono e dissacarídeos.

Durante o desenvolvimento, a AT (Tabela 1) nos frutos de sapoti foi significativamente reduzida variando de 0,31 a 0,12 % ác. málico. Contudo, não houve variação significativa entre os 150 e 180 dias. Enquanto os valores do pH (Tabela 1) foram suavemente reduzidos, contudo não houve alteração significativa durante o desenvolvimento.

A relação SS/AT (Tabela 1), também denominada índice de maturidade, pois está diretamente relacionada à qualidade dos frutos quanto ao atributo sabor, apresentou durante o desenvolvimento dos frutos de sapoti um aumento estatisticamente significativo, variando de 28,21 a 99,14, sendo resultante de uma baixa acidez observada durante esse período.

A atividade das enzimas antioxidantes SOD, CAT e APX foi analisada como uma função do desenvolvimento dos frutos de sapoti (Tabela 2). A atividade da enzima SOD variou de 9590 a 2511,13 UAE. mg<sup>-1</sup> de proteína durante o desenvolvimento e nesse período, observou-se uma diminuição progressiva e significativa da atividade da SOD até os 150 dias, contudo aos 180 dias houve um aumento estatisticamente significativo, porém a atividade foi menor quando comparada aos 90 e 120 dias. A SOD tem sido considerada uma defesa essencial contra a potencial toxidez do oxigênio.

**Tabela 1:** Alteração na qualidade pós-colheita nos frutos de sapoti cv.'Sapoti Ipacuru' durante o desenvolvimento.

Tempo de colheita (Dias)	acidez titulável (AT)	sólidos solúveis (SS)	SS/AT	pH
	% ác. málico	°Brix		
90	0.31 ± 0.01 c	8.87 ± 0.04 ab	28.21 ± 0.87 a	5.43 ± 0.03 ab
120	0.22 ± 0.01 b	7.65 ± 0.39 a	34.79 ± 2.12 a	5.55 ± 0.04 b
150	0.10 ± 0.01 a	9.62 ± 1.10 b	92.92 ± 8.09 b	5.42 ± 0.12 ab
180	0.12 ± 0.02 a	12.10 ± 0.30 c	99.14 ± 15.42 b	5.37 ± 0.05 a

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente de acordo com o Teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade

A atividade da APX variou de 58,96 a 67,68  $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \cdot \text{mg}^{-1}$  de proteína.  $\text{min}^{-1}$  durante o desenvolvimento, sendo o maior valor observado aos 180 dias após a colheita, contudo nesse período não houve diferença estatística significativa.

A enzima CAT é considerada uma das mais importantes enzimas removedoras das EROs na célula vegetal e responsável pelo catabolismo do  $\text{H}_2\text{O}_2$  resultante da atividade da SOD (HUANG *et al.*, 2007). Durante o desenvolvimento dos frutos de sapoti a atividade da CAT variou de 253,21 a 1182,91  $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \cdot \text{mg}^{-1}$  de proteína.  $\text{min}^{-1}$ . Nesse período foi observado um aumento significativo da atividade da CAT. Em estudo realizado com tomate Mondal *et al.* (2004) observaram resultado semelhante aos do sapoti, sendo este aumento da atividade evidenciado pela diminuição do conteúdo de peróxido de hidrogênio e diminuição da atividade da SOD.

**Tabela 2:** Atividade das enzimas antioxidantes Dismutase do superóxido (SOD), Catalase (CAT) e Peróxidase do ascorbato (APX) nos frutos de sapoti cv.'Sapoti Ipacuru' durante o desenvolvimento.

Tempo colheita (Dias)	SOD	APX	CAT
	$10^2$ UAE $\text{mg}^{-1}$ proteína	$\mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \cdot \text{mg}^{-1}$ proteína $\text{min}^{-1}$	$10^1 \mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \cdot \text{mg}^{-1}$ proteína $\text{min}^{-1}$
90	95.90 ± 2.25 d	64.15 ± 2.71 a	37.00 ± 4.42 ab
120	66.30 ± 6.42 c	68.29 ± 3.89 a	25.32 ± 2.78 a
150	12.65 ± 0.38 a	58.96 ± 1.53 a	50.85 ± 13.21 b
180	25.11 ± 3.72 b	67.68 ± 6.98 a	118.29 ± 3.46 c

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente de acordo com o Teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

## Conclusão

A diminuição da atividade das enzimas antioxidantes durante o desenvolvimento dos frutos de sapoti provavelmente resultou no aumento do estresse oxidativo que é evidentemente necessário para facilitar as mudanças metabólicas, que promovem os atributos de qualidade dos frutos, associadas com a maturação e com o amadurecimento.

## Referências

MIRANDA, M.R.A; SILVA, F.S; ALVES, R.E; FILGUEIRAS, H.A.C; ARAÚJO, N.C.C. Armazenamento de dois tipos de sapoti sob condição de ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 3, p. 644-646, 2002

BEERS, Jr R.F.; SIZER I.W. A spectrophotometric method for measuring the breakdown of hydrogen peroxide by catalase. **J. Biol. Chem.**, v. 195, p.133-140, 1952.

GIANNOPOLITIS, C.N.; RIES, S.K. Superoxide dismutase. I. Occurrence in higher plants. **Plant Physiology**, v. 59, p. 309-314, 1977.

JIMÉNEZ, A.; GÓMEZ, J.M.; NAVARRO, E.; SEVILLA, F. Changes in the antioxidative systems in mitochondria during ripening of pepper fruits. **Plant Physiol. Biochem.**, v.40, p.515-520, 2002.

KOBAYASHI, H; WANG, C; POMPER, K.W. Phenolic content and antioxidant capacity of pawpaw fruit (*Asimina triloba* L.) at different ripening stages. **HortScience**, v.43, n.1, p.268-270, 2008.

MENICHINI, F; TUNDIS, R; BONESI, M; LOIZZO, M.R; CONFORTI, F; STATTI, G; DE CINDIO, B; HOUGHTON, P.J; MENICHINI, F. The influence of fruit ripening on the phytochemical content and biological activity of *Capsicum chinense* Jacq. cv Habanero. **Food Chemistry**, v.114, p.553-560, 2009.

MONDAL, K; SHARMA, N.S; MALHOTRA, S.P; DHAWAN, K; SINGH, R. Antioxidant systems in ripening tomato fruits. **Biologia Plantarum**, v.48, n.1, p.49-53, 2004.

NAKANO, Y.; ASADA, K. hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidases in spinach chloroplast. **Plant Cell Physiol.**, v. 22, p. 867-880, 1981.