

ISSN-0245-2528

**PROCEEDINGS OF THE
INTERAMERICAN SOCIETY FOR
TROPICAL HORTICULTURE
VOLUME 46**

Tegucigalpa, Honduras - 7 to 11 October, 2002

Avaliacao da qualidade e ...
2003 SP-PP-01304



CPATSA-27611-1



SP
01304

ISSN-0245-2528

**PROCEEDINGS OF THE INTERAMERICAN SOCIETY
FOR TROPICAL HORTICULTURE**

**VOLUME 46
2002**



**Tegucigalpa, Honduras - 7 to 11 October, 2002
48th Annual Meeting Interamerican Society for Tropical Horticulture**

Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture (ISSN-0245-2528) published each year by the Interamerican Society for Tropical Horticulture (ISTH), 11935 Old Cutler Rd., Miami, Florida, USA. www.isth.cjb.net
*The Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture is covered by the following indexing and abstracting services:
CAB (Horticultural Abstracts).
Copyright ISTH. All rights reserved. June, 2003.*

Cover Photo: *Heliconia rostrata* (Scott Zona).

Avaliação da Qualidade e da Suscetibilidade ao Escurecimento Oxidativo de Graviola (*Annona muricata* L.) Durante a Maturação Pós-Colheita

Maria Auxiliadora Coêlho de Lima, Embrapa Semi-Árido, CP 23, 56.300-970, Petrolina, Pernambuco, Brasil, maclima@cpatsa.embrapa.br

Ricardo Elesbão Alves e Heloísa Almeida Cunha Filgueiras, Embrapa Agroindústria Tropical, CP 3761, 60.511-110, Fortaleza, Ceará, Brasil, elesbao@cnpat.embrapa.br

Resumo. Com o objetivo de avaliar a qualidade e a suscetibilidade ao escurecimento oxidativo após a colheita, graviolas do tipo 'Crioula' foram colhidas na maturidade fisiológica e mantidas sob temperatura ambiente ($26,3 \pm 0,6^\circ\text{C}$ e $87,6 \pm 12,2\%$ UR) durante 1, 2, 3, 4 e 5 dias. As variáveis estudadas foram: teor de clorofila; teor de sólidos solúveis totais (SST); acidez total titulável (ATT); pH; açúcares solúveis totais (AST), redutores (AR) e não redutores (ANR); compostos fenólicos e atividade de polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD). Não ocorreram variações significativas nos teores de clorofila, ANR e compostos fenólicos, que não podem ser sugeridos como indicadores de colheita. Porém, alterações em outros constituintes indicaram que os frutos completaram o amadurecimento no 5º dia. A ATT aumentou de 0,13 para 1,02% de ácido málico enquanto o pH decresceu. O teor de SST duplicou em relação ao 1º dia. Verificaram-se incrementos nos teores de AST e AR. A atividade da PPO aumentou até o 4º dia enquanto a da POD já decrescia após o 2º. Estes resultados indicam um maior envolvimento da POD com o escurecimento, que torna-se menos intenso com o amadurecimento. As mudanças mais acentuadas em ATT, pH, SST, AST e AR e atividade das enzimas ocorreram entre o 2º e o 4º dia.

Abstract. Soursofs of 'Crioula' type were harvested at physiological maturity and stored at $26.3 \pm 0.6^\circ\text{C}$ and $87.6 \pm 12.2\%$ RH, for 1, 2, 3, 4 and 5 days to evaluate quality and oxidative browning after harvest. The assessed variables were: chlorophyll content; total soluble solids (TSS); total titratable acidity (TTA); pH; total soluble sugars (TS); reducing sugars (RS); non reducing sugars (NRS); phenolic compounds; and polyphenol oxidase (PPO) and peroxidase (POD) activities. There were no significant variations in chlorophyll, NRS and phenolic contents, therefore these compounds should not be recommended as harvest indexes. However, changes in other constituents indicated that fruit were completely ripened on the 5th day after harvest. Through this period, TTA increased from 0,13 to 1,02% of malic acid while the pH decreased. The TSS content doubled when compared to the 1st day. There were increases on TS and RS contents. The PPO activity increased up to the 4th day while POD activity decreased after the 2nd day. These results indicate a relation between POD and browning, which became less intense through ripening. The most evident changes on TTA, pH, TSS, TS and RS, and enzymatic activity were observed between 2nd and 4th day.

A exploração comercial relativamente recente da gravioleira no Brasil tem dificultado um diagnóstico sobre a cultura no país. No entanto, a expansão das áreas cultivadas é relatada em alguns estudos. Segundo São José (1997), novas áreas estão sendo instaladas especialmente nas regiões litorâneas e semi-áridas do Nordeste, onde predomina a graviola 'Nordestina' ou 'Crioula' ou 'Comum'. Este tipo possui frutos cordiformes, de casca verde-escura com pseudo-acúleos proeminentes, peso entre 1,5 e 3,0 kg, polpa mole e sabor doce a sub-ácido (Cruz et al., 2000). A produção, que era destinada totalmente para a agroindústria, hoje tem um volume crescente comercializado como fruta fresca. No entanto, a alta perecibilidade do fruto e a reduzida vida útil pós-colheita (Aziz e Yusuf, 1994), aliados a características como escurecimento da polpa, respondem pelo elevado nível de perdas (Mosca et al., 1997). Qualquer tentativa de redução no nível de perdas pós-colheita e de conservação da qualidade da graviola por um período compatível com a demanda do mercado requer o conhecimento do metabolismo do fruto durante a maturação. Tal conhecimento possibilitaria propor estratégias e tecnologias que reduzissem a velocidade das transformações fisiológicas e bioquímicas, sem prejuízo da qualidade. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade e a suscetibilidade ao escurecimento oxidativo de graviola durante a maturação pós-colheita.

Materiales e Métodos

Os frutos de gravioleiras do tipo 'Crioula', cultivadas na Estação Experimental de Pacajus, da Embrapa Agroindústria Tropical (Pacajus, Ceará, Brasil), foram colhidos na maturidade fisiológica, selecionados, divididos em cinco épocas de avaliação, aos 1, 2, 3, 4 e 5 dias após a colheita, e armazenados a $26,3 \pm 0,6^\circ\text{C}$ e $87,8 \pm 12,6\%$ de UR. As variáveis analisadas foram: a) Clorofila total ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$): segundo método descrito por Engel e Poggiani (1991); b) pH: através de potenciômetro (IAL, 1985); c) Acidez total titulável (ATT, % de ácido málico): determinada por titulação com NaOH 0,1 M (IAL, 1985); d) Sólidos solúveis totais (SST, °Brix): determinados em refratômetro (IAL, 1985); e) Açúcares solúveis totais (AST, %): conforme recomendação de Yemm e Willis (1954); f) Açúcares redutores (AR, %): determinação realizada segundo Miller (1959); g) Açúcares não-redutores (ANR, %): obtidos pela diferença entre AST e AR; h) Compostos fenólicos (%): doseados, conforme descrito por Reicher et al. (1981), após fracionamento nos constituintes dímeros, oligoméricos e poliméricos; i) Polifenoloxidase (PPO, UAE $\text{g}^{-1} \text{ min}^{-1}$): seguiu o método proposto por Wissemann e Lee (1980); j) Peroxidase (POD, UAE $\text{g}^{-1} \text{ min}^{-1}$): a extração seguiu o método descrito por Wissemann e Lee (1980) e a atividade, a recomendação de Matsuno e Uritani (1972). Considerou-se 1 UAE como a quantidade de atividade da enzima que produziu uma mudança de 0,001 unidade de absorbância. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os dados foram submetidos a análises de variância e de regressão polinomial.

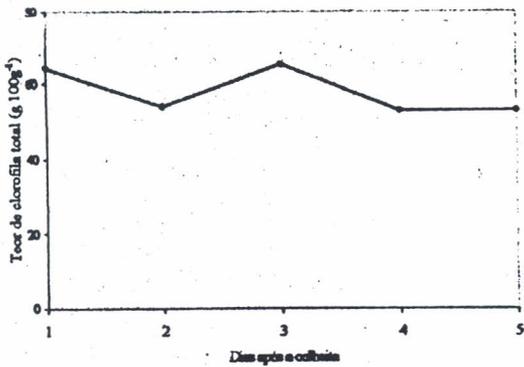


Figura 1. Teor de clorofila total da casca de graviola 'Crioula' durante a maturação a temperatura ambiente ($26,3 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$ e $87,6 \pm 12,2\%$ UR).

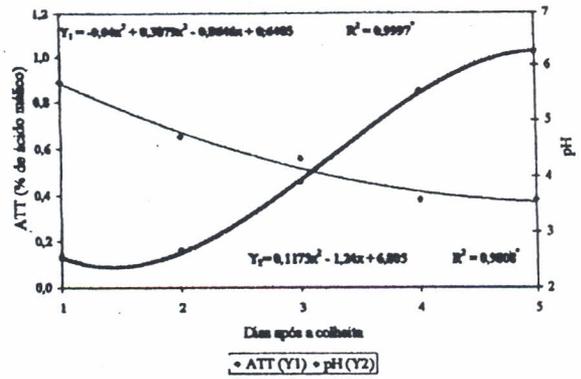


Figura 2. Acidez total titulável (ATT) e pH de graviola 'Crioula' durante a maturação a temperatura ambiente ($26,3 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$ e $87,6 \pm 12,2\%$ UR).

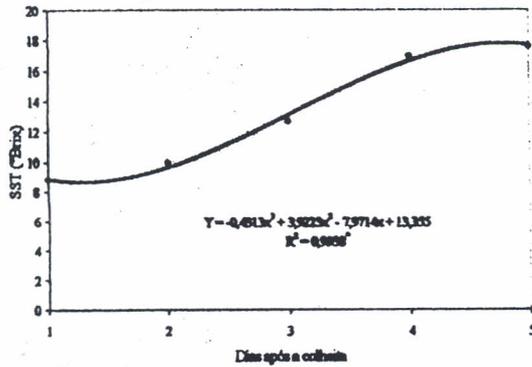


Figura 3. Teor de sólidos solúveis totais (SST) de graviola 'Crioula' durante a maturação a temperatura ambiente ($26,3 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$ e $87,6 \pm 12,2\%$ UR).

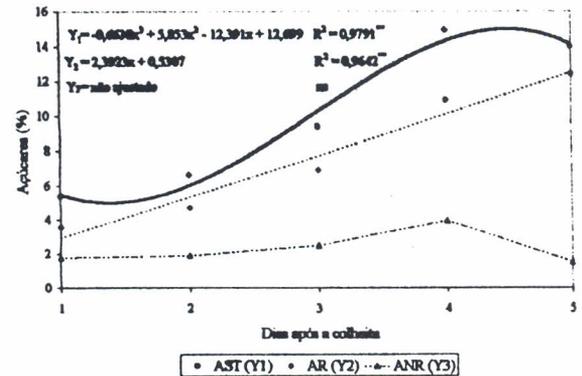


Figura 4. Teor de açúcares solúveis totais (AST), de açúcares redutores (AR) e de açúcares não-redutores (ANR) de graviola 'Crioula' durante a maturação a temperatura ambiente ($26,3 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$ e $87,6 \pm 12,2\%$ UR).

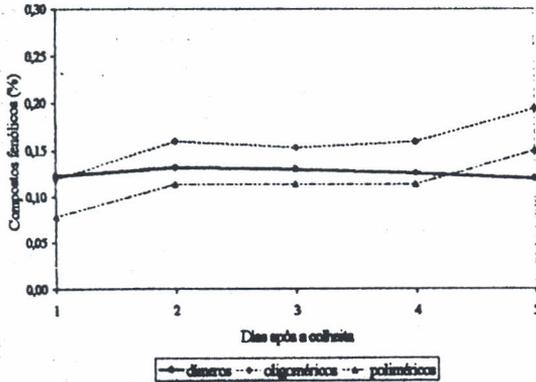


Figura 5. Teor de compostos fenólicos dímeros, oligoméricos e poliméricos de graviola 'Crioula' durante a maturação a temperatura ambiente ($26,3 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$ e $87,6 \pm 12,2\%$ UR).

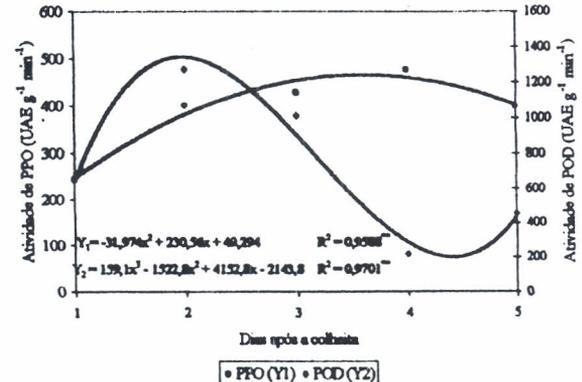


Figura 6. Atividade das enzimas polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD) de graviola 'Crioula' durante a maturação a temperatura ambiente ($26,3 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$ e $87,6 \pm 12,2\%$ UR).

Resultados e Discussão

O teor de clorofila total não variou significativamente após a colheita (Figura 1), concordando com observações de Aziz e Yusof (1994) de que o amadurecimento da graviola não foi acompanhado por uma variação nítida na cor da casca. No entanto, Mosca et al.

(1997) relataram queda nos teores de clorofila, naquele estádio. Uma vez que as respostas são divergentes, essa variável não constitui um meio seguro para indicação do grau de maturidade da graviola. A ATT aumentou, especialmente a partir do 2º dia (Figura 2). Esta resposta, contrária ao que se observa na maioria dos frutos, é característica de algumas anonáceas (Paull et al., 1983; Aziz e Yusof, 1994; Muñoz et al., 1997). O período de maior acúmulo foi do 3º para o 4º dia, sendo a ATT do fruto maduro de 1,02% de ácido málico.

Segundo Livera e Guerra (1995), o aumento nos ácidos orgânicos na graviola pode estar associado a três causas: ao catabolismo do amido e dos carboidratos da parede celular, que também fornecem substratos para a síntese de açúcares e compostos voláteis; à transformação de sais daqueles ácidos em formas livres ou à baixa utilização dos ácidos na respiração. É provável que a última seja a principal causa e as outras tenham menor importância pois outros frutos que também têm teores altos de amido no momento da colheita apresentam queda na ATT após colhidos. No 1º dia após a colheita, o pH da polpa era de 5,70, decrescendo a partir daí (Figura 2) devido ao aumento na ATT. Aos quatro dias, já era de 3,58, valor que se manteve até o 5º dia. Em geral, o pH da graviola madura varia de 4,2 a 3,7 (Aziz e Yusof, 1994; Oliveira et al., 1994; Mosca et al., 1997). Durante a maturação, observou-se aumento no teor de SST (Figura 3). Ao final dos cinco dias, o teor de SST duplicou em relação ao inicial, alcançando 17,6°Brix. Este resultado concorda com os valores obtidos por Aziz e Yusof (1994) e Mosca et al. (1997). O maior acúmulo ocorreu entre o 3º e o 4º dia, com tendência à estabilização a partir daí. Com o avanço da maturação, o teor de AST (Figura 4) exibiu ganhos crescentes e passou a representar maiores percentuais do teor de SST. O maior acúmulo ocorreu do 2º ao 4º dia, notadamente do 3º para o 4º. O aumento no conteúdo de açúcares após a colheita ocorre devido à degradação do amido (Fuchs et al., 1980), mas observam-se diferenças na intensidade do processo em função de vários fatores, inclusive estádios de maturação (Aziz e Yusof, 1994).

O conteúdo de AR, cujos principais são glicose e frutose, aumentou linearmente durante a maturação até atingir 12,4%, nos frutos maduros (Figura 4). Há relatos de valores de AR em graviolas maduras e maduras, respectivamente, de 3,0 e 8,0% (Paull et al., 1983) e 3,0 e 9,0% (Aziz e Yusof, 1994). Embora glicose e frutose se encontrem em quantidades similares durante o desenvolvimento e a maturação da graviola, no estádio ideal para consumo têm sido verificados níveis levemente maiores de um deles (Aziz e Yusof, 1994; Paull et al., 1983). O conteúdo de ANR não apresentou variações estatisticamente significativas, apesar da tendência de incremento observada aos quatro dias (Figura 4). Nas graviolas maduras, observou-se um grande incremento na proporção ANR:AR, que atingiu 1:8,1. Esta relação foi bastante superior à de 1:3,0 observada por Paull et al. (1983) e está diretamente relacionada ao grau de doçura (Pangorb, 1963). Considerando que a frutose possui grau de doçura maior que a sacarose e a glicose, e que os dois AR estão em proporções aproximadamente iguais na graviola (Paull et al., 1983; Aziz e Yusof, 1994), os frutos que apresentarem predomínio de AR serão mais doces. Os teores dos compostos fenólicos não tiveram variação estatisticamente significativa. Os teores dos dímeros se mantiveram em 0,13% até que os frutos amadurecessem (Figura 5). Já os oligoméricos e poliméricos mantiveram-se em níveis constantes do 2º até o 4º dia, com valores de 0,16 e 0,11%, respectivamente, durante os cinco dias. A comparação destes resultados a outros fica limitada pela divergência entre os métodos de extração, que quantificam tipos variados de fenólicos. Aziz e Yusof (1994), por exemplo, observaram redução no teor de taninos da graviola durante a maturação, até 0,08%. Para Oliveira et al. (1994), o conteúdo de fenólicos totais na graviola madura foi de 0,87%. A atividade da PPO, enzima envolvida no escurecimento oxidativo dos tecidos, aumentou desde o 1º até o 4º dia (Figura 6). O maior incremento ocorreu do 1º para o 2º dia, quando a atividade aumentou de 243 para 400 UAE g⁻¹ min⁻¹. Estudos realizados por Oliveira et al. (1994) demonstraram que a atividade da PPO decrescia com a maturação da graviola. Contudo, os autores expressaram a atividade com base no teor de proteína (atividade específica), de forma que qualquer variação neste afetaria a atividade da enzima. Além disso, associadas às variações ao longo do tempo de vida dos frutos, diferenças genéticas respondem por níveis distintos de suscetibilidade ao escurecimento oxidativo, indicando uma interação complexa entre atividade das enzimas e quantidade e tipos de fenólicos presentes (Robards et al., 1999). Com relação à atividade da POD, verificou-se um aumento inicial até 1.273 UAE g⁻¹ min⁻¹, seguido de uma queda brusca até o 4º dia (Figura 6). A maior variação foi registrada do 3º para o 4º dia. No final do período, a atividade mais que duplicou, embora se mantivesse abaixo da inicial. Comparando-se esta atividade à da PPO, constata-se que a POD, além dos níveis mais altos, apresentou variações mais pronunciadas. Ainda, as atividades mais baixas observadas a partir do 2º dia podem estar associadas à menor suscetibilidade ao escurecimento durante a maturação da graviola, relatada por Oliveira et al. (1994). Contudo, mesmo quando a atividade da POD é alta, sua ação isolada raramente é importante. Ela depende da PPO para gerar o H₂O₂ de que necessita para proceder a oxidação (Robards et al., 1999).

Conclusões

As graviolas 'Crioula', colhidas na maturidade fisiológica e mantidas sob temperatura ambiente, amadureceram em cinco dias. Durante o período, os teores de clorofila, compostos fenólicos e ANR mantiveram-se praticamente inalterados, não podendo ser usados como índices seguros de colheita; A atividade da POD, comparada à da PPO, caracterizou-se por níveis mais altos, variações mais pronunciadas e decréscimo a partir do pico; Mudanças marcantes na ATT; no pH; nos teores de SST, AST, AR e na atividade de PPO e POD ocorreram do 2º ao 4º dia, indicando que propostas de tecnologias de conservação devem se basear num atraso deste estádio.

Literatura Citada

- Aziz, P. A. e S. Yusof. 1994. Physico-chemical characteristics of soursop fruit (*Annona muricata*) during growth and development. *Asean Food Journal* 9(4):147-150.
- Cruz, F. L., W. S. Baretto, W. S. Muniz, A. R. Damasceno Júnior, F. J. Oliveira, e C. K. Sacramento. 2000. Caracterização físico-química de três tipos de graviola (*Annona muricata* L.). Resumos do XVI Congresso Brasileiro de Fruticultura p.319. (CD-ROM).
- Engel, V. L. e F. Poggiani. 1991. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 3(1):39-45.
- Fuchs, Y., Pesis, E. e Zauberger, G. 1980. Changes in amylase activity, starch and sugars contents in mango fruit pulp. *Scientia Horticulturae* 13(2):155-160.
- Instituto Adolfo Lutz. 1985. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. IAL, São Paulo.
- Livera, A. V. S. e Guerra, N. B. 1995. Determinação da maturidade comercial da graviola (*Annona muricata* L.) através de um disco de coleta. Resumos do XIV Congresso Brasileiro de Fruticultura 2:603-604.
- Matsuno, H. e Uritani, I. 1972. Physiological behaviour of peroxidase isozymes in sweet potato root tissue injured by cutting or with black root. *Plant Cell Physiology* 13:1099-1101.
- Miller, G. L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. *Anal. Chem.*, 31(3):426-428.
- Mosca, J. L., R. E. Alves, H. A. C. Filgueiras e J.F. Oliveira. 1997. Determination of harvest index for soursop fruits (*Annona muricata* L.). *Memorias del I Congreso Internacional de Anonaceas* p.315-322.
- Muñoz, M. T., M.I. Escribano e C. Merodio. 1997. Ethanol metabolism in cherimoya fruit during storage at ambient and under high CO₂ atmosphere. *Journal of Horticultural Science* 72(3):363-370.
- Oliveira, S. L., N. B. Guerra, M. I. S. Maciel e A. V. S. Livera. 1994. Polyphenoloxidase activity, polyphenols concentration and browning intensity during soursop (*Annona muricata*, L.) maturation. *Journal of Food Science* 59(4):1050-1052.
- Pangborn, R. M. 1963. Relative taste intensities of selected sugars and organic acids. *Journal of Food Science* 28(6):726-733.
- Paull, R. E., J. Deputy e N. J. Chen, 1983. Changes in organic acids, sugars, and headspace volatiles during fruit ripening of soursop. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 108(6):931-934.
- Reicher, F., M. R. Sierakowski e Correa, J. B. C. 1981. Determinação espectrofotométrica de taninos pelo reativo fosfotúngstico-fosfomolibdico. *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 24(4):407-411.
- Robards, K., P. D. Prenzler, G. Tucker, P. Swatsitang e Glover, W. 1999. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chemistry* 66(4):401-436.
- São José, A. R. 1997. Aspectos generales de las anonaceas en Brasil. *Moemrias del I Congreso Internacional de Anonaceas*. p.92-103.
- Wissemann, K. W. e Lee, C.Y. 1980. Polyphenoloxidase activity during grape maturation and wine production. *Am. J. Enol. Vitic.* 31(3):206-211.
- Yemm, E. W. e A. J. Willis. 1954. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. *Biochemistry Journal* 57(2):504-514.

Agradecimentos. A FUNCAP (Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão de bolsas; A empresa Agrofresh e a FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) pelo apoio financeiro para participação na 49ª Reunião de ISTH