

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICA DA CASCA DE MANGOSTÃO EM TRÊS PERÍODOS DA SAFRA<sup>1</sup>

RENAN CAMPOS CHISTÉ<sup>2</sup>, LÊNIO JOSÉ GUERREIRO DE FARIA<sup>3</sup>,  
ALESSANDRA SANTOS LOPES<sup>3</sup>, RAFAELLA DE ANDRADE MATTIETTO<sup>4</sup>

**RESUMO** – Avaliaram-se as características físicas do fruto e físico-químicas da casca do mangostão colhido em diferentes períodos da safra (início, meio e fim). As características físicas dos frutos variaram significativamente ( $p \leq 0,05$ ) do início ao fim da safra, e observou-se que a média de peso dos frutos variou de 91,33 a 50,82 gramas, e a casca representa, em média, de 61,39 a 76,86% do peso total do fruto. A caracterização físico-química mostrou que a casca possui elevado teor de umidade (64,5 a 66%), fibras totais (24,9 a 29,1%), alta atividade de água (0,96 - 0,98), baixo valor energético (24,8 a 34,7 Kcal/100 g) e expressivo teor de antocianinas totais (25,9 a 63,9 mg/100 g), principalmente no período intermediário da safra.

**Termos para indexação:** Clusiaceae, composição, antocianinas, *Garcinia mangostana* L.

### PHYSICAL AND PHYSIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF MANGOSTEEN PEEL IN THREE HARVEST PERIODS

**ABSTRACT** – In this work, it was evaluated the physical characteristics of fruit and physiochemical of the mangosteen peel, harvested in different periods (beginning, middle and end). The physical characteristics of fruits range significantly ( $p \leq 0.05$ ) from the beginning to the end, and it was observed that the fruits average weight, ranged from 91.33 to 50.82 g and the peel consists of an average from 61.39 to 76.86% of the total fruit weight. The physiochemical characterization shows that the peel possesses high moisture content (64.5 to 66%), total fibers (24.9 to 29.1%), high water activity (0.96–0.98), low energy value (24.8 to 34.7 Kcal/100g) and expressive content of total anthocyanins (25.9 to 63.9 mg/100g), mainly in the intermediate harvest period.

**Index Terms:** Clusiaceae, composition, anthocyanin. *Garcinia mangostana* L.

### INTRODUÇÃO

O mangostão (*Garcinia mangostana* L.) é nativo do sudeste da Ásia e considerado a fruta mais saborosa do trópico asiático (Sacramento et al., 2007). A casca é dura e libera uma espécie de resina amarela quando cortada. A casca também é rica em pectina e, após o tratamento com cloreto de sódio (para eliminar a adstringência), pode-se produzir geleia (Morton, 1987). Quando seca e moída, é ministrada como medicamento por possuir características adstringentes, contra disenterias (Müller et al., 1995) e diarreias crônicas (Almeyda & Martin, 1976). Em seu país de origem, a casca do mangostão é utilizada como corante caseiro (Almeyda & Martin, 1976; Müller et al., 1995).

Ji et al. (2007) citam que a casca do fruto contém elevados teores de xantonas, uma classe de

combinações de polifenóis; sendo o pericarpo, segundo Nacz & Shahidi (2006), uma das maiores fontes de xantonas encontradas até então, sendo verificada atividade antioxidante (Leong & Shui, 2002; Moongkarndi et al., 2004; Okonogi, et al., 2007; Leontowicz et al., 2007), ação antibacteriana (Chanarat et al., 1997), antifúngica, anti-inflamatória, antitumoral (Ho et al., 2002), e atividade antileucêmica (Matsumoto et al., 2003; Chiang et al., 2004). Possui também atividade vasorrelaxante e previne danos oxidativos causados pelo LDL, diminuindo os riscos da aterosclerose. Polissacarídeos do pericarpo do mangostão podem estimular a fagocitose de células bacterianas (Chanarat et al., 1997; Leontowicz et al., 2007).

Fang & Su (1997) isolaram e identificaram a principal antocianina, pigmento responsável pela coloração característica da casca do mangostão, e

<sup>1</sup>(Trabalho 040-08). Recebido em: 13-02-2008. Aceito para publicação em: 14-01-2009. Fonte financiadora: CNPq.

<sup>2</sup>Tecnólogo Agroindustrial de Alimentos, Bolsista do CNPq – Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pará (UFPA), Rua Augusto Côrrea, 01, Caixa Postal 479, CEP: 66075-110, Belém, Pará, Brasil. E-mail: renanchiste@gmail.com;

<sup>3</sup>Eng. Químico, Departamento de Engenharia Química e de Alimentos, Instituto de Tecnologia, UFPA. E-mail: lenio@ufpa.br; aslopes@ufpa.br;

<sup>4</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Laboratório de Agroindústria. E-mail: rafaella@cpatu.embrapa.br

determinaram sua atividade antioxidante. Após várias sequências cromatográficas, os autores identificaram a cianidina-3-O- $\beta$ -soforosídeo como a principal antocianina, e concluíram que a atividade antioxidante desta antocianina pode ser comparada à do  $\alpha$ -tocoferol.

A destinação imprópria para resíduos do processamento de certas frutas é bastante expressiva no setor agroindustrial. Segundo Müller et al. (1995), a casca do mangostão constitui, em média, 71-77% do peso total dos frutos. Logo, é necessário que sejam criadas soluções para o aproveitamento desses resíduos, objetivando a criação de produtos ou subprodutos com aplicação na indústria alimentícia, como, por exemplo, os corantes naturais.

Sendo o mangostão constituído de expressivo teor de rejeito não-aproveitado, através da casca, em possíveis indústrias processadoras de polpa, e até mesmo no consumo doméstico, o presente trabalho visa à caracterização física do fruto e físico-química da casca em três períodos diferentes da safra (início, meio e fim) para conhecimento do potencial da matéria-prima e possibilidade de utilização no setor alimentício.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Matéria-prima

Os frutos provenientes diretamente de produtor com cultivo localizado no município de Marituba – PA, foram doados em três lotes de 20 kg durante os três períodos de safra: início, meio e fim, compreendendo os meses de março a maio de 2007. Em cada lote, os frutos no estágio maduro foram selecionados subjetivamente pela cor da casca (roxo tendendo ao negro), de forma aleatória, e separadas 100 (cem) unidades para as caracterizações. Os frutos foram cortados ao meio, separando-se manualmente a casca da polpa e sementes, acondicionadas em sacos plásticos de polietileno e armazenadas a  $-18^{\circ}\text{C}$  até o momento de realização das análises.

### Características físicas do fruto

Foram realizadas medições físicas nos três lotes de cem (100) frutos, representando cada período: início, meio e fim da safra (março, abril e maio de 2007, respectivamente) com o objetivo de verificar as possíveis diferenças nas características físicas do fruto no decorrer do período de safra.

As medições foram: peso do fruto, de casca, da polpa e sementes, número de secções (gomos), medida do diâmetro transversal, longitudinal e espessura da casca. A polpa foi pesada juntamente com a semente, devido à dificuldade na separação

manual. Os frutos foram pesados em balança analítica com precisão de duas casas decimais, e as medidas foram realizadas com paquímetro digital, com escala de 0 a 150mm (0 - 6 polegadas).

### Características físico-químicas da casca

**Sólidos totais** - determinados por secagem direta em estufa a vácuo a  $70^{\circ}\text{C}$  até peso constante, segundo método nº 920.151 da AOAC (1997);

**Resíduo mineral fixo (cinzas)** - as amostras foram carbonizadas até cessar a liberação de fumaça e, posteriormente, calcinadas em forno mufla a  $550^{\circ}\text{C}$  até peso constante, segundo o método nº 940.26 da AOAC (1997);

**Lipídios totais** - obtidos por extração em Soxhlet, utilizando como solvente o éter de petróleo sob refluxo durante 4 horas, de acordo com o método nº 968.20 da AOAC (1997), sendo o resultado expresso em base úmida;

**Proteínas totais** - determinadas pela técnica micro-Kjeldahl. Para a conversão da porcentagem de nitrogênio em proteínas, utilizou-se do fator 6,25, de acordo com o método nº 920.152 da AOAC (1997), sendo o resultado expresso em base úmida;

**Fibras dietéticas totais** - foi utilizado o método 985.29 enzimático-gravimétrico, oficialmente adotado pela AOAC (1997), cuja determinação se baseia no princípio de que amido e proteínas são removidos da amostra enzimaticamente, e o resíduo resultante, que é insolúvel em etanol a 95%, é determinado gravimetricamente. Correções foram aplicadas pela dedução das frações de proteínas residuais e componentes inorgânicos (cinzas), e o resultado, expresso em base úmida;

**Açúcares redutores e totais** - os açúcares redutores foram quantificados de acordo com o método do ácido 3-5-dinitrossalicílico (ADNS), segundo Miller (1959), por espectrofotometria com comprimento de onda de 540nm, sendo o resultado expresso em base úmida, utilizando curva-padrão de glicose com oito pontos, cuja concentração variou no intervalo de 0,2 g/L a 2g/L. Para a quantificação dos açúcares totais, foi necessário hidrolisar, por via ácida, os açúcares e, após a hidrólise e a neutralização, o procedimento de quantificação a ser seguido foi o mesmo utilizado para açúcares redutores;

**Valor energético** - calculado a partir dos percentuais dos resultados dos nutrientes energéticos, aplicando os fatores de conversão de Atwater de 4 kcal/g para carboidratos e proteínas e 9 kcal/g para lipídios, de acordo com Anderson et al. (1988);

**pH** - determinado através de leitura direta em

potenciômetro devidamente calibrado com as soluções tampões pH 7,0 e 4,0 a 20°C, segundo método nº 981.12 da AOAC (1997);

**Sólidos solúveis (°Brix)** - leitura direta da amostra a 20°C em refratômetro digital de bancada, de acordo com o método nº 932.12 da AOAC (1997);

**Acidez total titulável** - determinada através de titulação com NaOH 0,1N, tendo o pH da solução sido monitorado por potenciômetro, sendo o resultado expresso em miliequivalentes (meq) de NaOH/100g de casca, segundo método nº 942.15B da AOAC (1997);

**Atividade de água (Aw)** - medida diretamente em medidor AQUALAB modelo Series 3-TE, após equilíbrio da amostra com o ambiente e na temperatura média de 25°C, e

**Antocianinas totais** - quantificadas por espectrofotometria de acordo com o método de Fuleki & Francis (1968), posteriormente revisada por Lees & Francis (1972), sendo o resultado expresso em base úmida. A leitura das absorbâncias foi realizada em espectrofotômetro UV-Visível, selecionando o comprimento de onda 535nm. Para cálculo da concentração, utilizou-se da equação:

Antocianinas totais (mg/100 g de amostra) =

$$\frac{\text{Abs} \times \text{Fd} \times 100}{E_{1\text{cm}}^{1\%}}$$

Onde: Abs = absorbância a 535 nm; Fd = fator de diluição, e  $E_{1\text{cm}}^{1\%}$  (absortividade molar a 535nm) = 98,2.

### Análise estatística dos resultados

Os resultados obtidos durante o estudo da caracterização física do fruto e físico-química da casca do mangostão (média±desvio-padrão) foram avaliados com o auxílio do programa Statistica® versão 5.5 (Statsoft, 2000), empregando as metodologias de Análise de variância (ANOVA) a 5% de significância estatística, segundo o teste F, sendo as médias comparadas através do teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Características físicas do mangostão

Na Tabela 1, encontram-se os resultados das características físicas do mangostão nos três períodos da safra. Com relação ao peso dos frutos, os valores referentes aos três períodos diferiram-se significativamente ( $p \leq 0,05$ ). No início da safra, os frutos apresentaram maior peso (91,33 g) e, no fim, apresentaram menor peso médio (50,81 g), representando diminuição de 9,62% do início para o meio da safra e 44,36% do início para o fim. O peso

do fruto pode ser influenciado por diversos fatores genéticos, fisiológicos, climáticos e nutricionais, sendo que o número de frutos por planta influencia bastante em seu peso final. Müller et al. (1995) encontraram resultado próximo quando avaliaram o peso médio dos frutos do mangostão dividindo-os em classe de peso, variando de “até 50 g” e “mais de 150 g”, encontrando uma média de 99,6 g, sem especificar o período correspondente da safra.

O peso da casca acompanhou a mesma resposta do peso do fruto, ou seja, os três valores diferiram-se significativamente ( $p \leq 0,05$ ), sendo o maior valor, em gramas, de casca obtida no período inicial, diminuindo o valor no decorrer da safra. Observa-se que a casca representa, em média, 72,12% (início), 61,39% (meio) e 76,87% (fim) do peso total do fruto. A média do peso da casca obtida no início da safra está de acordo com o citado por Müller et al. (1995), que é de 71-77% do peso total dos frutos.

Com relação ao peso da polpa e das sementes, os três períodos diferiram-se significativamente ( $p \leq 0,05$ ), podendo verificar maior valor no meio da safra (31,69 g) e menor no fim (11,70 g). A contagem do número de secções (gomos) contidas no mangostão não apresentou diferença estatística, a 5% de significância, podendo afirmar-se então que o fruto possui, em média, 6 gomos, sendo este resultado semelhante ao descrito por Sacramento et al. (2007).

O diâmetro transversal do fruto não sofreu variação estatística ( $p \leq 0,05$ ) no período inicial e no meio da safra, diferindo-se do fim da safra, o qual apresentou o menor valor (40,44 mm). Da mesma forma, ocorreu para o diâmetro longitudinal, que apresentou menor valor no fim da safra (47,30 mm), confirmando o observado visualmente no momento da medição, devido ao tamanho dos frutos serem menores no fim da safra.

Quanto à espessura da casca, os maiores valores encontrados foram referentes ao início (8,37 mm) e fim da safra (8,29 mm), os quais não apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ). A média da espessura da casca, nos três períodos, foi de  $7,79 \pm 0,93$  mm.

### Características físico-químicas da casca do mangostão

O conhecimento dos constituintes físico-químicos dos alimentos é de suma importância para a avaliação do potencial da matéria-prima a ser utilizada no preparo de alimentos, bem como para o conhecimento do valor nutricional da mesma.

Devido à escassez de dados científicos disponíveis na literatura sobre a composição físico-

química básica da casca do mangostão, procurou-se comparar os resultados com cascas de outras frutas com possibilidades de utilização tecnológica alimentar.

Os resultados médios da caracterização físico-química da casca do mangostão, nos três períodos da safra, são apresentados na Tabela 2, onde se observa que os frutos do mangostão apresentaram umidade na faixa de 64,51 (início) a 66,05% (meio), possuindo, portanto, de 35,49 a 33,95% de sólidos totais, respectivamente. A casca do mangostão pode ser considerada, então, como produto de alta umidade, confirmado pelos valores de atividade de água, variando de 0,98 (início) a 0,96 (fim). Córdova et al. (2005) encontraram teor de 88,37% de umidade na casca de maracujá, verificando a necessidade de secagem para melhor conservação do produto, uma vez que altos índices de umidade favorecem a proliferação de microrganismos, podendo comprometer sua qualidade.

O teor de cinzas variou de 0,46 a 0,69%, sendo encontrada diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os frutos analisados no início e meio, comparados com o fim da safra. O teor de lipídios apresentou-se baixo, variando de 0,52 a 0,72%, levando em consideração que os frutos do fim da safra mostraram valores estatisticamente iguais aos valores do início e do meio.

A casca de mangostão apresentou valores de 1,02 a 3,28% de proteínas, sendo o maior valor referente ao meio da safra, que difere significativamente das demais épocas. Tais resultados são menores do que os citados por Baggio (2006) para a casca de café (8,30 a 11,10% em base úmida) e maior do que o encontrado na casca de maracujá (0,64% em base úmida), segundo Córdova et al. (2005).

Com relação aos açúcares, a casca possui baixos teores de açúcares totais e redutores, variando de 3,63 (início) a 4,73% (meio) para os totais e de 2,12 (início) a 3,76% (meio) para os redutores. Os resultados médios dos açúcares redutores diferiram-se significativamente ( $p \leq 0,05$ ) entre os três períodos, sendo o maior teor encontrado no meio da safra. Para os açúcares totais, os frutos analisados no meio da safra (possuindo maior teor) apresentaram diferença estatística com relação aos demais períodos. Os frutos colhidos nos três períodos da safra apresentaram baixo valor energético, indicando a possibilidade de aproveitamento como um ingrediente alimentício de baixo índice de energia, com os frutos do fim da safra apresentado menor valor energético (24,83 Kcal/100 g), diferindo significativamente dos demais períodos. Resultado

similar foi encontrado por Córdova et al. (2005) para a casca do maracujá (29,41 Kcal/100 g).

Os teores de sólidos solúveis não variaram estatisticamente no início e fim da safra, diferindo somente do valor encontrado para os frutos do período intermediário, cujo teor se apresentou mais elevado (4,9°Brix). Quanto à acidez total, os valores variaram de 5,67 a 7,43 meq NaOH/100 g para o fim e início da safra, respectivamente. Para os frutos colhidos no período correspondente ao meio da safra, o teor de acidez total (6,67 meq NaOH/100 g) diferiu significativamente dos demais períodos. O pH da casca variou de 3,85 a 3,97, sendo estatisticamente diferente apenas dos frutos correspondentes ao fim da safra.

De acordo com Pimentel et al. (2005), a ingestão de fibras com finalidades terapêuticas tem sido bastante explorada na medida em que exerce uma série de ações sobre o aparelho digestivo, além de outros benefícios, como a redução da absorção da glicose, combate a doenças cardiovasculares, obesidade e doenças do cólon. Assim, os produtos ricos em fibras têm merecido destaque e encorajado pesquisadores da área de alimentos a estudar novas fontes de fibras e a desenvolver produtos funcionais. A casca do mangostão apresenta elevado teor de fibras totais (29,12%), apresentando maior valor comparado ao teor de fibra bruta da casca de maracujá (26,41%) (Córdova et al., 2005) e da casca de café (18,13%) (Baggio, 2006). Com base no teor de fibra total encontrada na casca, pode-se sugerir sua utilização como farinha, ou o estudo de outros produtos direcionados para pessoas que necessitam aumentar a ingestão de fibras.

Com relação às antocianinas totais da casca do mangostão, o valor encontrado no período correspondente ao meio da safra (63,93 mg/100 g) foi maior do que o encontrado por Silva et al. (2006), que relata valores de 52,90 mg/100 g (extraídas a 24 °C) e 51,57 mg/100 g (extraídas a 40 °C), concluindo que o fruto possui grande quantidade do corante para aplicação em alimentos, sendo, por sua vez, uma fonte viável e promissora para novos estudos. Os teores de antocianinas totais diferiram-se significativamente ( $p \leq 0,05$ ) entre os três períodos da safra, mostrando que, no período intermediário, tem-se maior concentração do pigmento no fruto. O teor de antocianinas totais quantificadas por Bobbio et al. (2000) em cascas do fruto do açazeiro apresentou teor de 263 mg/100 g, portanto muito superior ao encontrado na casca do mangostão.

**TABELA 1** – Características físicas do mangostão nos três períodos de safra.

Características físicas do mangostão	Período da safra		
	Início (Março/2007)	Meio (Abril/2007)	Fim (Maio/2007)
Peso total do fruto (g)	91,33±19,06 a	82,54±13,88 b	50,81±16,71 c
Peso da casca (g)	65,87±12,39 a	50,67±8,93 b	39,06±11,75 c
Peso polpa + sementes (g)	25,70±6,56 a	31,69±6,81 b	11,70±6,34 c
Número de secções (gomos)	5±0,59 a	6±0,59 a	6±0,68 a
Diâmetro transversal (mm)	49,26±4,00 a	47,48±2,70 a	40,44±4,06 b
Diâmetro longitudinal (mm)	56,43±3,66 a	56,36±3,42 a	47,30±5,04 b
Espessura da casca (mm)	8,37±1,03 a	6,72±0,84 b	8,29±1,53 a

Médias com letras iguais, em uma mesma linha, não diferem significativamente entre si (Teste de Tukey, a 5% de significância). Média de cem medições±desvio-padrão.

**TABELA 2** – Características físico-químicas da casca do mangostão nos três períodos de safra.

Determinações	Período da Safra		
	Início (Março/2007)	Meio (Abril/2007)	Fim (Maio/2007)
Umidade (%)	64,51±0,16 a	66,05±0,35 b	64,90±0,14 a
Sólidos Totais (%)	35,49±0,16 a	33,95±0,35 b	35,10±0,14 a
Cinzas (%)	0,47±0,05 a	0,46±0,04 a	0,69±0,69 b
Lípidios (%)*	0,72±0,07 a	0,52±0,03 b	0,64±0,04 ab
Proteínas (%)*	2,55±0,06 a	3,28±0,07 b	1,02±0,02 c
Açúcares redutores (%)*	2,12±0,31 a	3,76±0,18 b	3,23±0,11 c
Açúcares totais (%)*	3,63±0,58 a	4,73±0,30 b	3,71±0,41 a
Fibras Totais (%)*	28,43±0,49 a	24,96±0,28 b	29,12±0,47 a
Valor energético (kcal/100g)	31,32±1,25 a	34,74±2,66 a	24,83±0,63 b
Sólidos Solúveis (°Brix)	3,90±0,30 a	4,90±0,10 b	4,00±0,20 a
Acidez Total Titulável (meq NaOH/100g)	7,43±0,25 a	6,67±0,45 ab	5,67±0,46 b
pH	3,85±0,02 a	3,88±0,01 a	3,97±0,02 b
Atividade de Água	0,98±0,00 a	0,97±0,01 ab	0,96±0,01 b
Antocianinas totais (mg/100g)*	25,94±0,76 a	63,93±1,20 b	45,80±0,02 c

Médias com letras iguais, em uma mesma linha, não se diferem significativamente entre si (Teste de Tukey, a 5% de significância). Média de três medições±desvio-padrão. \*Resultados expressos em base úmida.

## CONCLUSÃO

A casca do mangostão representa expressivo teor de resíduo agroindustrial não-aproveitado e possui aplicabilidade tecnológica para utilização em produtos benéficos à saúde, pois apresenta elevado teor de fibras e baixo valor energético. Além disso, apresenta teor significativo de antocianinas totais (principalmente nas cascas que representam o período intermediário da safra), o que viabiliza o aproveitamento desses resíduos para extração de pigmento antocianínico e aplicação como corante natural.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pelo suporte financeiro. À empresa SEKO Com. Exp. de Produtos Naturais LTDA., pela generosa doação dos frutos. À Embrapa Amazônia Oriental, pela possibilidade de realização das análises no Laboratório de Agroindústria.

## REFERÊNCIAS

- ALMEYDA, N.; MARTIN, F.W. **Cultivation of neglected tropical fruits with promise: the Mangosteen**. Mayagüez: Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture, 1976.
- ANDERSON, L. A.; DIBBLE, M. V.; TURKKI, P. R.; MITCHELL, H. S.; RYNBERGEN, H. J. **Nutrição**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. cap. 10, p.179-187.
- AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**: 16.ed. Washington, 1997. v.2, 850 p.
- BAGGIO, J. **Avaliação dos resíduos (casca e pó orgânico) de café (*Coffea arabica* L.) como provável fonte de substâncias bioativas**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

- BOBBIO, F.O.; DRUZIAN, J.I.; ABRÃO, P.A.; BOBBIO, P.A.; FADELLI, S. Identificação e quantificação das antocianinas do fruto do açai (Euterpe oleracea) Mart. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.3, 2000.
- CHANARAT, P.; CHANARAT, N., FUJIHARA, M.; NAGUMO, T. Immunopharmacological activity of polysaccharide from the pericarp of mangosteen garcinia: phagocytic intracellular killing activities. **Journal of The Medical Association of Thailand**, Bangkok, v.80, Suppl 1, S,p.149-54, 1997.
- CHIANG, L.C.; CHENG, H.Y.; LIU, M.C.; CHIANG, W.; LIN, C.C. In vitro evaluation of antileukemic activity of 17 commonly used fruits and vegetables in Taiwan. **LWT-Food Science and Technology**, London, v.37, p.539-544, 2004.
- CÓRDOVA, K.R.V.; GAMA, T.M.M.T.B.; WINTER, C.M.G.; KASKANTZIS NETO, G.; FREITAS, R.J.S. de. Características físico-químicas da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Flavicarpa Degener) obtida por secagem. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 23, n. 2, p. 221-230, 2005.
- FANG, C.T.; SU, J. Studies on major anthocyanin of fruit hulls of *Garcinia mangostana* L. Graduate Institute of Food Science, Tunghai University, Taichung, Taiwan. **Shipin Kexue** Taipei, v.24, n.4, p.490-495, 1997.
- FULEKI, T.; FRANCIS, F.J. Quantitative methods for anthocyanins. 1. Extraction and determination of total anthocyanin in Cranberries. **Journal of Food Science**, Chicago, v.33, n.1, p.72-77, 1968.
- HO, C.K.; HUANG, Y.L.; CHEN, C.C. Garcinone E, a xanthone derivative, has potent cytotoxic effect against hepatocellular carcinoma cell lines. **Planta Medica**, Antwerp, v.68, n.1, p.975, 2002.
- JI, X.; AVULA, B.; KHAN, I. A. Quantitative and qualitative determination of six xanthones in *Garcinia mangostana* L. by LC-PDA and LC-ESI-MS. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, Amsterdam, v.43, n.4, p.1270-1276, 2007.
- LEES, D.H.; FRANCIS, F.J. Standardization of pigment analyses in Cranberries. **HortScience**, Alexandria, v.7, n.1, p. 83-84, 1972.
- LEONG, L.P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. **Food Chemistry**, Kidlington, v.76, n.1, p.69-75, 2002.
- LEONTOWICZ, M.; LEONTOWICZ, H.; DRZEWIECKI, J.; JASTRZEBSKI, Z.; HARUENKIT, R.; POOVARODOM, S.; PARK, Y.S.; JUNG, S.T.; KANG, S.G.; TRAKHTENBERG, S.; GORINSTEIN, S. Two exotic fruits positively affect rat's plasma composition. **Food Chemistry**, Kidlington, v.102, n.1, p. 192-200, 2007.
- MATSUMOTO, K.; AKAO, Y.; KOBAYASHI, E.; OHGUCHI, K.; ITO, T.; TANAKA, T.; IINUMA, M.; NOZAWA, Y. Induction of apoptosis by xanthones from mangosteen in human leukemia cell lines. **Journal of Natural Products**, Dawners Grove, v.66, n.8, p. 1124-1127, 2003.
- MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, Washington, v.31, n.3, p. 426-428, 1959.
- MOONGKARNDI, P.; KOSEM, N.; KASLUNGKA, S.; LUANRATANA, O.; PONGPAN, N.; NEUNGTON, N. Antiproliferation, antioxidation and induction of apoptosis by *Garcinia mangostana* (mangosteen) on SKBR3 human breast cancer cell line. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v.90, n.1, p.161-166, 2004.
- MORTON, J.F. Mangosteen. In: MORTON, J.F. (Ed.). **Fruits of warm climates**. Miami, 1987. p. 301-304. Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/mangosteen.html>>. Acesso em: 06 dez. 2006.
- MÜLLER, C.H.; FIGUEIRÊDO, F.J.C.; NASCIMENTO, W.M.O.; CARVALHO, J.E.U.; STEIN, R.L.B.; SILVA, A.B.S.; RODRIGUES, J.E.L.F. **A cultura do Mangostão**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1995. 56p. (Coleção Plantar, 28).
- NACZK, M.; SHAHIDI, F. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, Amsterdam, v.41, n.5, p.1523-1542, 2006.
- OKONOGLI, S.; DUANGRAT, C.; ANUCHPREEDA, S.; TACHAKITTIROD, S.; CHOWWANAPHOONPHON, S. Comparison of antioxidant capacities and cytotoxicities of certain fruit peels. **Food Chemistry**, Kidlington, v.103, n.33, p.839-846, 2007.

PIMENTEL, C.V.M.B.; FRANCKI, V.M.; GOLLÜCKE, A.P.B. **Alimentos funcionais**: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos. São Paulo: Ed. Varela, 2005.

SACRAMENTO, C.K.; COELHO JUNIOR, E.; CARVALHO, J.E.U.; MÜLLER, C.H.; NASCIMENTO, W.M.O. Cultivo do Mangostão no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 195-203, 2007.

SILVA, A.G.; CONSTANT, P.B.L.; GABRIEL, E.N.; GONÇALVES, R.A.S.; AREAL, E.R.S.; STRINGHETA, P.C.; MAIA, M.C.A. Quantificação de antocianinas do mangostão (*Garcinia mangostana*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 20., 2006, Curitiba-PR. **Anais...**

STATISTICA for Windows 5.5. **Computer program manual**. Tulsa: StatSoft., 2000.