



SCREENING FITOQUÍMICO E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE CAPTURA DO RADICAL DPPH PELOS EXTRATOS DE *Manilkara sapota* L.

Laiany Nunes Teixeira^{*1}, Michele Alves Lima², Manoel de Jesus Marques da Silva³, Luís Fernando de Meneses Carvalho⁴

¹Aluna Graduanda de Tecnologia de Alimentos – IFPI. e-mail*: laianyunes@hotmail.com

²Aluna Graduanda de Tecnologia de Alimentos – IFPI. e-mail: miches91@hotmail.com.

³Técnico de Laboratório de Alimentos – Tecnologia em Alimentos - IFPI. e-mail: manoelmarques@ifpi.edu.br

⁴Professor do Química – IFPI. email: luisfernandomeneses@gmail.com

Resumo: O sapoti é uma fruta considerada exótica e como outras apresenta alta perecibilidade e perdas pós-colheita. A triagem fitoquímica dos sapotis (*Manilkara sapota* L.), coletados foi realizada pela metodologia da Prospecção Preliminar, realizando testes para as classes de metabólitos de taninos, saponinas, alcalóides, terpenos, flavonóides, esteróides, terpenóides, proteínas, aminoácidos, alcaloides, saponinas, heterosídeos cianogênicos e purinas. As frutas foram transportadas para o Laboratório de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, campus central, os mesmos foram transportados em caixas térmicas até o laboratório de Alimentos e em seguida refrigerados. Para a caracterização da amostra, as frutas foram selecionadas de acordo com o grau de sanidade visual (ausência de danos mecânicos e manchas fúngicas), maturação e tamanho. Em seguida foram lavados superficialmente com água e detergente neutro, em seguida foram submetidos ao processo de extração da polpa, separando-os das cascas e sementes. Os frutos foram analisados logo em seguida, em triplicata, de acordo com o manual de para métodos de análise fitoquímica e cromatográfica de extratos vegetais. Todas as determinações do teor de triagem fitoquímica foram realizadas em triplicata a partir das amostras de sapoti (*Manilkara sapota* L.), com a obtenção de resultados positivos (+) para alcalóides, polissacarídeos, proteínas e aminoácidos, fenóis e taninos, flavonóides, saponinas e negativos (-) para heterosídeos cianogênicos, purinas, terpenóides e esteróides. Já a determinação de antioxidante procedeu-se pelos métodos de captura de radicais DPPH (2,2 difenil- 1-picrilil-hidrazil) em espectrofotômetro, onde os resultados obtidos para os extratos alcólicos foram de 1,02 e 0,71, para extratos aquoso 3,02 e 2,02 e para os extratos hidroalcólicos 1,77 e 0,68 de média e desvio padrão respectivamente, os mesmos foram obtidos pelo programa estatístico ASSISTAT.

Palavras-chave: análise, fruta, triagem, DPPH.

1. INTRODUÇÃO

O sapotizeiro é árvore frondosa pertencente à família Sapotaceae, introduzida das Antilhas. Aclimatada no Brasil, atualmente é de ocorrência espontânea. Seus frutos de sabor adocicado são apreciados entre a população do meio rural paulista, que a conhece bem. O vegetal atinge 15 m de altura, com ramos quase verticais e copa abundante de formato oval. A espécie apresenta seiva pegajosa de aspecto leitoso, sendo empregada na fabricação de chicletes pela indústria alimentícia mexicana. A madeira é útil em carpintaria. As sementes são diuréticas e digestivas (Pio Correa, 1978).

A família Sapotaceae é cosmopolita e intertropical, sendo que o Brasil apresenta cerca de 25% dos gêneros (12) e 15% das espécies (103) desse complexo *táxon* (Barroso, 1978). O sapoti é um fruto climatérico; portanto, o início do processo de amadurecimento depende do pico climatérico. Tem-se observado que os valores dos picos de atividade respiratória e produção de etileno e o tempo que decorre entre a colheita e o início do climatérico variam muito entre cultivares de sapoti (Selvaraj & Pal, 1984; Latifah, 1996; Miranda, 2002). A produção do sapotizeiro, geralmente, concentra-se em três meses do ano nos países produtores (Mickelbart, 1996). Porém, resultados de pesquisas desenvolvidas pela Embrapa no Nordeste do Brasil mostraram que a fertirrigação propiciou mudanças na produção do



sapotizeiro, tornando-a produtiva durante todo o ano. Este novo cenário tem estimulado novos produtores, sobretudo o pequeno, pois possibilita renda ao longo de todo o ano e abastecimento constante do mercado (Bandeira et al., 2003).

Melhor entendimento do metabolismo de amadurecimento do sapoti subsidiaria propostas de tecnologias para melhor conservação deste fruto. O sapoti (*Manilkara sapota* L.) é um fruto muito perecível e, por ser climatérico (Sastry, 1970 e Abdul-Karim et al., 1987), seu amadurecimento sob condições naturais é rápido, o que dificulta sua conservação e comercialização. Como o sapoti (*Manilkara sapota* L.), é muito apreciado ao natural, há a necessidade de estabelecer-se técnicas de manejo e conservação pós-colheita do fruto para que este possa ser ofertado em mercados mais distantes, com boa qualidade. O uso de atmosferas modificadas com remoção de etileno e aumento na concentração de CO₂, assim como conservação refrigerada com períodos intermitentes de aquecimento mostraram-se úteis para um prolongamento da vida útil pós-colheita do sapoti (Huertas et al., 1999 e Vargas et al., 1999). Pode-se conservar o sapoti (*Manilkara sapota* L.), por até 2 a 3 semanas, em temperatura entre 12 e 16°C (Yahia, 1997). No Brasil, o fruto de sapoti é mais consumido na sua forma in natura, mas também é muito utilizada na indústria de sucos, sorvetes e geléias. Devido as suas excelentes características de sabor e aroma, alcançam elevados preços nos mercados regionais (GUIA RURAL, 1991). Também no México, este fruto é muito utilizado na indústria para a fabricação de doces, refrescos, conservas, geléias e xaropes. A identificação do estágio de maturação adequado para colheita é muito importante, uma vez que os frutos climatéricos colhidos antes de atingirem a maturidade fisiológica não desenvolvem todas as suas características organolépticas de forma apropriada. Por outro lado, quando são colhidos em estágio avançado de maturação tornam-se difíceis de ser manuseados transportados e, portanto comercializados (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

O presente trabalho teve como objetivo determinar o teor dos compostos fitoquímicos e avaliar a capacidade de atividade antioxidante nos extratos aquoso, alcóolico e hidroalcóolico no sapoti (*Manilkara sapota* L.), comercializados no mercado público de Teresina - PI, uma vez que o estudo químico dos frutos busca conhecer os constituintes químicos dos mesmos.

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1 Material

Os frutos foram colhidos no primeiro semestre de 2012, no mês de junho. O experimento foi realizado nos Laboratórios de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, unidade campus central. Depois de obtidos os frutos foram transportados em caixas térmicas até o laboratório de Alimentos e em seguida refrigerados. Para a caracterização da amostra, os frutos foram higienizados com água corrente e água destilada, depois foram secos e expostos à temperatura ambiente, e posteriormente foram submetidos ao processo de extração da polpa, separando-os das cascas e sementes.

2.2 Preparação dos extratos da Triagem Fitoquímica

As análises dos frutos quanto à composição fitoquímica procedeu-se, com a extração dos extratos, após a extração por maceração, o extrato passou por filtração e foi concentrado até a obtenção de xarope.

a) Esteróides /triterpenóides

Os testes para Esteróides/triterpenóides foram realizados pela reação de Lieberman- Burchard (anidrido acético + ácido sulfúrico concentrado), tomando 2 ml do extrato e misturando-o a 2 ml de clorofórmio, em seguida 1 ml de anidrido acético, agitando suavemente, e acrescentou-se cuidadosamente três gotas



de H_2SO_4 concentrado, agitando suavemente e observando, se haveria desenvolvimento de cores. Coloração azul evanescente seguida de verde, indicou a presença de esteróides/triterpenóides respectivamente.

b) Flavonóides

Realizou-se o teste de cianidina ou Shinoda (HCl concentrado e magnésio). Onde adicionou a 2 ml do extrato, 2 mL de HCL aproximadamente 0,5 cm de magnésio em fita com 2 ml de ácido clorídrico concentrado. O fim da reação deu-se pelo término de efervescência. Aparecimento de coloração que variou de parda a vermelha, indicou a presença de flavonóides no extrato.

c) Taninos/fenóis

Colocou-se em um tubo de ensaio contendo 2 ml do extrato adicionou-se três gotas de solução alcoólica de FeCl_3 , agitando fortemente, observou-se qualquer variação de cor. Precipitado de tonalidade azul indica a presença de taninos hidrolisáveis, e verde, a presença de taninos condensados.

d) Saponinas

Em 2 ml do extrato adicionou-se 2 ml de água destilada e 3 gotas de ácido clorídrico (HCl), em um tubo de ensaio. Em seguida a solução foi agitada permanentemente por 3 minutos e observado a formação de espuma. Espuma persistente e abundante (colarinho) indicou a presença de saponina.

e) Alcalóides

Adicionou-se 2 mL de extrato alcoólico, 1mL ácido clorídrico (HCL) e 4 gotas de Boucharadt em um 1º tubo de ensaio, 2 mL de extrato, 1mL de HCL e 4 gotas de reativo de Dragendorff em um 2º tubo e 2 mL de extrato, 1mL de HCL e 4 gotas de Reativo de Mayer em um 3º tubo. A formação de precipitados insolúveis e floculoso confirmou a presença de alcalóides.

f) Polissacarídeos

Adicionou-se 2 mL de extrato aquoso e 2 mL de Lugol. O aparecimento de coloração azul, indica o resultado positivo.

g) Proteínas/Aminoácidos

Para a determinação de proteínas e aminoácidos utilizou-se 2 mL de extrato aquoso, 2 mL de Ninidric e deixou-se em ebulição até obter uma coloração que determinar-se a presença da substâncias.

h) Heterosídeos Cianogênicos

Obtidos pela adição de 2 mL de extrato aquoso, 4 gotas de H_2SO_4 e papel reativo de Picrato de Sódio. Se o papel corar marrom – avermelhado, indica reação positiva para Ácido Cianídrico.

i) Purinas

Para verificação da presença de purina colocou-se no tubo 2 mL de extrato aquoso e 2 mL de HCL . O aparecimento de coloração violeta indica reação positiva.

2.3 Solução de DPPH a $0,06 \text{ mL}^{-1}$

A captura do radical DPPH pelos extratos de sapoti foi utilizado para a análise das amostras, para tanto adicionou-se a 1,5 mL da solução metanólica de DPPH ($6 \times 10^{-2} \text{ mM}^{-1}$), uma alíquota de 0,5 MI das amostras contendo diferentes concentrações de cada extrato e 3mL de metanol (álcool metílico-absoluto) (BRAND -WILLIAMS et al., 1995). As leituras foram realizadas em espectrofotômetro UV-visível (Coleman 33 D) a 517 nm, no escuro. Este método tem por base a redução do radical DPPH que, ao fixar um H (removido do antioxidante em estudo), leva a uma diminuição da absorbância. Todas as determinações foram realizadas em triplicata e acompanhadas de um controle (solução de DPPH). A queda na leitura da densidade ótica das amostras foi comparada com o controle, estabelecendo-se a porcentagem de descoloração do radical DPPH. Neste estudo, os resultados foram expressos em média e desvio padrão, através do programa estatístico ASSISTAT.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 descreve a triagem fitoquímica feita em sapoti (*Manilkara sapota* L.), no Laboratórios de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI.



Parâmetros	Fruto
Alcalóides	+
Polissacarídeos	+
Proteínas e Aminoácidos	+
Flavanóides	*
Heterosídeos Cianogênicos	-
Purinas	-
Esteróides e Triterpenóides	-
Saponinas	+
Taninos e Fenóis	+

Tabela 1 – Triagem fitoquímica em sapoti (*Manilkara sapota* L)
 + presença; - ausência; * fraco +
Fonte: Do próprio autor.

Utilizando a metodologia do manual de para métodos de análise fitoquímica e cromatográfica de extratos vegetais, 2004 realizou-se testes para as classes de metabólitos secundários: esteróides/terpenóides, saponinas, taninos/fenóis, alcalóide, purinas, proteínas/aminoácidos,, alcalóides, polissacarídeos e flavonóides. Os testes foram realizados com extratos dos frutos coletadas. Os resultados foram considerados positivos pela formação de precipitados e surgimento de coloração e espuma, sendo classificados em fraco positivo e positivo, pela ausência dos mesmos, como mostra a Tabela 1.

Para saponinas os testes foram considerados positivos pela formação permanente de espuma ou colarinho após a solução ser agitada. Realizando testes para alcalóides de acordo com a metodologia utilizada os resultados foram considerados positivos pela formação de precipitado e das colorações laranja ou avermelhado (Burchard), vermelho tijolo (Dragendorff), e branco (Mayer). Em relação aos esteróides/terpenóides, os resultados foram negativos, pois não notou-se o surgimento de uma mudança de coloração após a reação de Anidrido Acético e H₂SO₄. Os testes para taninos/fenóis foram considerados positivos pela formação de uma coloração azulada e ainda pela formação de precipitado,



os taninos são considerados nutricionalmente indesejáveis porque precipitam proteínas, inibem enzimas digestivas e afetam a utilização de vitaminas e minerais podendo, ainda, em alta concentração, desenvolver câncer de bochecha e esôfago (CHUNG¹ et. al, 1998; CHUNG² et. al, 1998; CASTRO et.

al, 1999; SINGH et. al, 2001) e são responsáveis pela adstringência de muitos frutos e plantas em geral (AERTS et. al, 1999). Para flavonóides, os testes positivos foram assim considerados, quando a solução apresentou uma coloração avermelhada.

A presença de proteínas/aminoácidos foi positiva quando o extrato foi aquecido em banho-maria por alguns minutos e apresentou uma coloração violeta. A presença de purinas e heterosídeos cianogênicos foi avaliada negativamente, pela não formação de coloração e não formação de precipitado. Para os polissacarídeos houve presença positiva, os polissacarídeos naturais têm sido amplamente investigados nos últimos anos em relação às suas características físico-químicas e aplicações. Algumas de suas propriedades são biodegradabilidade, abundância na natureza e versatilidade de aplicações em engenharia, biotecnologia e medicina, além de serem geralmente atóxicos. (Eiras et al., 2007). Já o antioxidante é um composto que protege o sistema biológico contra o efeito nocivo de processos ou reações que podem causar oxidação excessiva (KRINSKY, 1994) em relação a seu potencial de captura do radical livre DPPH (2,2 difenil-1-picril-hidrazil).

Extratos do Sapoti	Média DP
Alcólico	1,02 ± 0,71
Hidroalcólico	1,77 ± 0,68
Aquoso	3,02 ± 2,20

Tabela 2 – Valores expressos em média ± desvio padrão
Fonte: Do próprio autor.

O gráfico 1 abaixo, mostra que os extratos alcóolicos apresentaram 1,02±0,71 média ± desvio e hidroalcóolicos 1,77±0,68 também de média ± desvio respectivamente, estes ainda apresentaram menor capacidade antioxidante, enquanto que os extratos aquosos apresentaram maior capacidade antioxidante com 3,02 ± 2,20. Em trabalho semelhante Sousa, 2011 relata que o extrato hidroalcoólico do resíduo de goiaba apresentou a maior atividade antioxidante do que este trabalho, com valores de EC50 de 142,89 ± 4,85 mg.mL⁻¹, seguido pelo extrato hidroalcoólico (EC50 de 308,07 ± 0,75 mg.mL⁻¹) e pelo extrato aquoso (EC50 de 386,46 ± 1,41 mg.mL⁻¹) do resíduo de acerola. Melo et al. (2008), avaliando a capacidade antioxidante de frutas *in natura* pelo método de captura de radicais DPPH, classificou as frutas em: forte poder antioxidante, quando degradavam acima de 70% dos radicais DPPH, incluindo a acerola nesta categoria; moderado poder antioxidante, quando degradavam entre 50 e 70% dos radicais DPPH, e de fraca atividade antioxidante, quando degradavam menos de 50% dos radicais DPPH, incluindo a goiaba nesta última categoria, segundo Jardini e Mancini Filho (2007), em muitos frutos os compostos antioxidantes se localizam majoritariamente nas sementes.

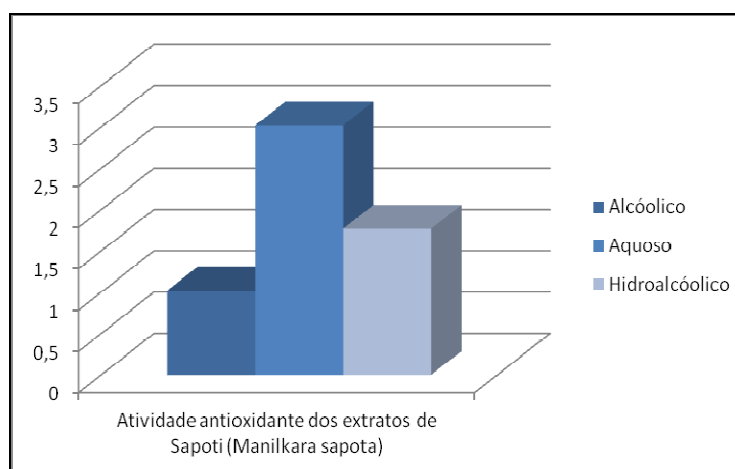


Gráfico 1:Atividade antioxidante dos extratos de Sapoti (Manilkara sapota L.)
Fonte: Do próprio autor

A determinação de antioxidantes foi feita através do método de DPPH, um radical livre estável a temperatura ambiente e que produz cor violeta em solução metanólica. Este radical é reduzido na presença de moléculas antioxidantes, o que promove queda da intensidade da coloração violeta quando analisada em comprimento de onda 515 nm. Como amostra referência para a verificação dos valores de



redução da absorvância foi utilizado como branco o DPPH adicionado de H₂O, mesmo solvente utilizado para obtenção das diluições dos extratos. Segundo Oliveira et al., 2009 algumas frutas como Ameixa, morango, carambola, goiaba, uva, maçã, manga, kiwi, melão, mamão, abacate, coco, melancia, banana, laranja, sapoti e rambutan entre outras, a capacidade antioxidante dessas frutas estudadas variou de acordo com a espécie, de 0,06% para sapoti até 70,2% para rambutan.

Ainda segundo Kuskoski et al., 2006 relata que a polpa de abacaxi exibiu a menor capacidade de sequestrar o radical DPPH, seguida da polpa de graviola e manga, em contrapartida Melo et al., 2008 relata que os extratos aquosos das polpas de cajá e graviola exibiram moderada capacidade de sequestro do radical DPPH, enquanto que, os extratos das polpas de abacaxi, maracujá e tangerina apresentaram uma fraca ação antioxidante. A polpa de tangerina, seguida pela de abacaxi, exibiu a menor capacidade de sequestro do radical DPPH, sem, contudo diferir estatisticamente da polpa de maracujá cuja capacidade de sequestro do extrato aquoso foi considerada de fraca, sendo uma oposição a este trabalho.

4. CONCLUSÃO

Em vista do experimento pode-se concluir procedimento de triagem fitoquímica de separação e identificação de esteróides/triterpenóides, saponinas, taninos/fenóis, alcalóide, purinas, aminoácidos, proteínas, alcalóides, polissacarídeos e flavonoides presentes no futo sapoti (*Manilkara sapota* L.), foi realizado com sucesso, onde as colorações de suas características corresponderam de forma eficaz e exata, podendo ainda ter o uso racional como recurso terapêutico. Com a relação a atividade antioxidante do DPPH nos extratos de sapoti pode-se observar que não foi eficiente a capacidade de sequestrar os radicais livres DPPH.

REFERÊNCIAS

- AERTS, T.J.; BARRY, T.N.; MCNABB, W.C. Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. *Agriculture, ecosystems and environment*, v.75, p.1-12, 1999.
- ABDUL-KARIM, M.N.B.; TARMIZI, A.S.; BAKAR, A.A. The physicochemical cahages in ciku (*Achras sapota*) of jantung variety. *Pertanika*, Serdang, v.10, n.3, p.277-282, 1987.
- BARBOSA, Wagner L. R. QUIGNARD, Etienne. TAVARES, Isabel C. C. PINTO, Lucianna do N. OLIVEIRA, Franciêlda Q. OLIVEIRA, Rodson M. de. Manual para Análise Fitoquímica e Cromatográfica de Extratos Vegetais. *Revista Científica da UFPA*. Belém-PA. Vol.4 .2004.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie (LWT) – Journal Food Science and Technology*, London, v. 28, n.1, p. 25-30, 1995.
- BARROSO, G. M. *Sistemática de angiospermas do Brasil*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1978. v. 1, p. 217-9.
- BANDEIRA, C.T.; MESQUITA, A.L.M.; AQUINO, A.R.L. de; CAVALCANTI JUNIOR, R.; BARROS, L. de M.; SOUZA NETO, A.J. de.; OLIVEIRA, V.H. & LIMA, R.N. (2003). *O cultivo do sapotizeiro*. Fortaleza, Embrapa -CNPAT, 20p. (Circular Técnica, 13) .
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 293p.
- CHUNG¹, K.; WEI, C.; JOHNSON, M.G.; *Trends Food Sci. Technol.* 1998, 9, 168.

- CHUNG², K.; WONG, T.Y.; WEL, C.; HUANG, Y.; LIN, Y. *Crit. Rev. Food Sci. Nutrition*. 1998, 38, 421.
- CASTRO, H.G.; CASALI, V.W.D.; BARBOSA, L.C.A.; CECON, P.R.; *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*. 1999, 1, 29.
- EIRAS, C.; PASSOS, I. N. G.; BRITO, A. C. F. de; SANTOS JÚNIOR, J.R. dos; ZUCOLOTTI, V.; OLIVEIRA J.R., OSVALDO N.; KITAGAWA, I.L.; CONSTANTINO, C.J.L.; CUNHA, H.N. da; Nanocompósitos eletroativos de poli-o-metoxianilina e polissacarídeos naturais. *Quím. Nova*, vol.30, n.5, pp. 1158-1162, 2007.
- FARFAN, J.A. Determinação de aminoácidos livres em alimentos. In: SEMINÁRIO SOBRE ANÁLISE DE AMINOÁCIDOS EM ALIMENTOS E OUTROS MATERIAIS BIOLÓGICOS, Campinas, SP, 1994. **Palestras**. Campinas: ITAL, 1994b.
- GUIA RURAL, Plantar. **A Enciclopédia da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Abril, 1991. 225p.
- HUERTAS, G.G.C.; MORENO, N.G.N.; SAURI, D.E. Conservacion refrigerada de chicozapote com calentamiento intermitente. In: **CONGRESSO DE HORTICULTURA**, 8, 1999, Anais... p.259.
- JARDINI, F.A.; MANCINI FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante em diferentes extratos da polpa e sementes da romã (*Punica granatum L.*). *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 137-147, 2007.
- KRINSKY, N.I. **The biological properties of carotenoids**. Pure and Applied Chemistry, v. 66, p. 1003-1010, 1994.
- KUSKOSKI, E.A. *et. al.* Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. *Ciênc. Rural*, v.36, n.4, p.1285-1286, 2006.
- LATIFAH, M.N. Effect of exogenous ethylene in the ripening of ciku (*Achras sapota*). In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TROPICAL FRUITS, 3., 1996, Kuala Lumpur, Malaysia. **Proceedings**. [Kuala Lumpur]: Malaysian Agricultural Research and Development Institute, 1996. v.1, p.367-376.
- Mickelbart, M.V. (1996) Sapodilla: **A potential crop for subtropical climates**. In: JANICK, J. (Ed.) Progress in new crops. Alexandria, ASHS Press, p.439-446.
- MIRANDA, M.R.A. de. **Alterações fisiológicas e histológicas durante o desenvolvimento, maturação e armazenamento refrigerado do sapoti**. 2002. 136p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- MELO, E.A.; MACIEL, M.I.S.; LIMA, V.L.A.G.; ARAÚJO, C.R. **Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas**. Alim. Nutr., Araraquara. v.19, n.1, p. 67-72, jan./mar. 2008.
- OLIVEIRA, A.C.O.; VALENTIM, I.B.; GOULART, M.F. *Química nova*. vol. 32, nº. 3, 689 702, 2009.
- PIO CORREA, M. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1931. v. 2, p. 33.
- SASTRY, M.V. Biochemical studies on the physiology of sapota. Part III: Minor chemical changes. **Indian Food Packer**, Calcutta, n.24, 1970, p.20-23.
- SELVARAJ, Y.; PAL, D.K. Changes in the chemical composition and enzyme activity of two sapodilla (*Manilkara zapota*) cultivars during development and ripening. **Journal of Horticultural Science**, v.59, p.275-281, 1984.
- SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. (org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3 ed. Porto Alegre/ Florianópolis: Editora da Universidade UFRGS/ Editora da UFSC, 2001.
- SINGH, B.; BHAT, T.K.; SHARMA, O.P.; *Livestok Production Science*. 2001, 68, 259.
- SOUSA, M.S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A de. **Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais**. Brazillian journal of food technology (impresso), Campinas, v. 14, n. 3, p. 202-210, jul./set. 2011.
- VARGAS, L; CENTÚRION, A.; TAMAYO, J.; SAURI, E. Efecto de lãs bajas temperaturas sobre las principales características de calidad em frutos de chicozapote (*Achras sapota*). In: **CONGRESSO DE HORTICULTURA**, 8., 1999, México. Anais p.259.

YAHIA, E.M. Modified and controlled atmospheres for tropical fruits. **Horticultural Reviews**, New York, v.22, 1997, p.123-183.