



## ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E COMPORTAMENTO REOLÓGICO DA POLPA DE BACUPARI (*Rheedia gardneriana* Tr. & Planch.)

---

Camila de Souza Paglarini<sup>1</sup>, Ellen Godinho Pinto<sup>2</sup>, Fabrício Schwanz da Silva<sup>3</sup>, Alexandre Gonçalves Porto<sup>4</sup>, Anna Letícia Moron Pereira Leite<sup>5</sup>

1. Graduanda em Engenharia de Alimentos na Universidade do Estado de Mato Grosso, Rua A, s/nº - COHAB São Raimundo - Cx. Postal 92 CEP:78390-000 Barra do Bugres – MT, Brasil. (camilaspaglarini@gmail.com)
2. Professora Mestre Substituta na Universidade do Estado de Mato Grosso - Departamento de Engenharia de Alimentos.
3. Professor Doutor da Universidade do Estado de Mato Grosso – Departamento de Engenharia de Alimentos
4. Professor Doutor da Universidade do Estado de Mato Grosso – Departamento de Engenharia de Alimentos
5. Graduanda em Engenharia de Alimentos na Universidade do Estado de Mato Grosso

Recebido em: 04/05/2012 – Aprovado em: 16/06/2012 – Publicado em: 30/06/2012

---

### RESUMO

Embora seja uma espécie ainda não domesticada, o bacupari apresenta elevado potencial para exploração econômica pela larga aceitação de seus frutos tanto para consumo *in natura* como na forma processada, podendo, a médio e longo prazo, estabelecer-se como uma nova opção para o mercado interno e externo de frutas exóticas. A caracterização reológica de um fruto é importante para o desenvolvimento de produtos e correlação de parâmetros físicos e sensoriais, controle de qualidade, conhecimento da estrutura física e, principalmente, controle e dimensionamento de processos industriais. O objetivo deste trabalho foi analisar as características físico-químicas da polpa de bacupari e seu comportamento reológico nas temperaturas de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 °C. Foram realizadas análises de sólidos solúveis totais, sólidos totais, teor de umidade, açúcares redutores e não-redutores, presença de pectina, cinzas e o rendimento do fruto, todas em triplicatas. As medidas das viscosidades aparentes foram realizadas em viscosímetro Brookfield modelo DV-I Prime, nas temperaturas de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 °C e velocidades de rotação de 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 rpm. De acordo com os resultados obtidos, as análises físico-químicas indicaram o alto teor de açúcares na polpa de bacupari e a presença de pectina na polpa do fruto. Quanto ao comportamento reológico, a viscosidade aparente reduziu com o aumento da velocidade de rotação. A redução da viscosidade da polpa de bacupari com o aumento da velocidade de rotação demonstrou um comportamento característico de fluidos pseudoplásticos. A viscosidade aumentou com o aumento da temperatura nas velocidades de rotação de 1,0, 1,5 e 2,0 rpm, provavelmente devido a presença de pectina e alto teor de açúcares na polpa de bacupari.

**PALAVRAS-CHAVE:** frutas exóticas, viscosidade, temperatura

## PHYSICAL AND CHEMICAL ANALYSIS RHEOLOGICAL BEHAVIOUR OF PULP BACUPARI (*Rheedia gardneriana* Tr. & Planch.)

### ABSTRACT

Although it is still not a domesticated species, the bacupari has a high potential for economic exploitation by the wide acceptance of its fruits both for fresh consumption and in processed form, may in the medium and long term, establishing itself as a new option to market domestic and foreign exotic fruit. The rheological characterization of a fruit is important for product development and correlation of physical parameters and sensory quality control, knowledge of the physical structure and, especially, control and design of industrial processes. The objective of this study was to analyze the physico-chemical pulp bacupari and its rheological behavior at temperatures of 10, 20, 30, 40, 50 and 60 °C. Analyses for total soluble solids, total solids, moisture, reducing sugars and non-reducing sugars, the presence of pectin, ash and yield of fruit, all in triplicate. The measurements of the apparent viscosities were performed in Brookfield viscometer Model DV-I Prime, at temperatures of 10, 20, 30, 40, 50 and 60 °C and speeds of 0.5, 1.0, 1.5 and 2, 0 rpm. According to the results obtained, the physical-chemical analyzes indicated the high sugar content in the pulp bacupari presence and pectin in the fruit pulp. The rheological behavior, the viscosity decreased with increasing rotational speed. The reduction in the viscosity of the pulp bacupari with increasing rotational speed showed a behavior characteristic of pseudoplastic fluid. Viscosity increased with increasing temperature in the speeds of 1.0, 1.5 and 2.0 rpm, probably due to the presence of pectin and high sugar content in the pulp bacupari.

**KEYWORDS:** exotic fruits, viscosity, temperature

### INTRODUÇÃO

A espécie *Rheedia gardneriana* Tr. & Planch.(Clusiaceae), popularmente chamada de bacupari, bacoparé e também de mangostão amarelo, ocorre desde a Amazônia até o Rio Grande do Sul, passando por Minas Gerais, Ceará e Santa Catarina. Trata de uma planta arbórea com altura de cinco a sete metros com tronco de 15 a 25 cm de diâmetro e têm folhas simples, coriáceas e glabras. Seus frutos têm sabor agridoce e são muito saborosos (PEIXOTO *et al.*, 2005; LORENZI, 2009).

Embora seja uma espécie ainda não domesticada, o bacupari apresenta elevado potencial para exploração econômica pela larga aceitação de seus frutos tanto para consumo *in natura* como na forma processada, podendo, a médio e longo prazo, estabelecer-se como uma nova opção para o mercado interno e externo de frutas exóticas (SOBREIRA *et al.*, 2009).

O comportamento reológico representa o comportamento mecânico dos materiais quando em processo de deformação devido a um campo de tensões. Importantes nos fenômenos relacionados a transferência de massa que tem lugar nos processos industriais, as características reológicas são também indispensáveis na otimização, no controle e nos cálculos de processos. Esses conhecimentos servem também, para o desenvolvimento de produtos e correlação de parâmetros físicos e sensoriais (FERREIRA *et al.*, 2002).

MOURA *et al.*, (2005) ressaltam que o conhecimento das propriedades reológicas dos alimentos é necessário para aplicações como: controle de qualidade, conhecimento da estrutura física e, principalmente, controle e dimensionamento de processos industriais.

Dentre os fatores responsáveis pelo comportamento reológico dos produtos derivados de frutas, os principais são: o tipo de fruta, temperatura e teor de sólidos (açúcares, pectinas e fibras). Sendo os sucos, polpas e néctares de frutas sistemas bifásicos constituídos por partículas sólidas dispersas em meio aquoso, o seu comportamento reológico também será influenciado pela concentração, composição química, tamanho, forma e distribuição das partículas que compõem a fase dispersa (COSTELL & DURÁN, 1982).

Trabalhos referentes às frutas tropicais exóticas, como o bacupari, inclusive com respeito à determinação de suas propriedades físicas e, em particular, ao comportamento reológico de seus derivados, são ainda escassos. Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de analisar as características físico-químicas da polpa de bacupari e seu comportamento reológico nas temperaturas de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 °C.

## **METODOLOGIA**

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Engenharia e Processamento Agroindustrial vinculado ao Centro Tecnológico de Mato Grosso (CTMAT), *Campus* Universitário Dep. Estadual Renê Barbours, da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), em Barra do Bugres, Mato Grosso.

### Obtenção das amostras

Foram analisadas polpas de frutos produzidos no sudoeste matogrossense. A polpa de bacupari foi caracterizada sem ser submetida ao processo de congelamento, os frutos foram armazenados em refrigerador até o momento das análises.

### Análises Físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas em triplicatas e de acordo com as Normas Analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008).

Sólidos Solúveis Totais (SST) - Determinou-se o teor de sólidos solúveis nas polpas utilizando-se um refratômetro. Os resultados foram expressos em °Brix.

Teor de umidade - A umidade foi determinada em estufa a vácuo, 70°C por seis horas.

Sólidos Totais (ST) - A quantificação dos sólidos totais foi feita por diferença da umidade encontrada e expressa em porcentagem.

Cinzas - As cinzas foram quantificadas pela perda de peso que ocorre quando o material é incinerado a 550 °C, com destruição da matéria orgânica, sem apreciável decomposição dos constituintes do resíduo mineral ou perda por volatilização.

Açúcares redutores – Os açúcares redutores com valores expressos em % de glicose foram determinados por titulometria com soluções de Fehling A e B.

Açúcares não-redutores – Os açúcares não-redutores foram determinados a partir de uma inversão ácida prévia, com ácido clorídrico, e depois titulada com solução de Fehling A e B, os valores foram expressos em % de sacarose.

Presença de pectina – Realizou-se o teste de álcool na polpa para verificação da presença de pectina.

Rendimento do fruto – o rendimento foi analisado a partir da pesagem em balança analítica com precisão 0,0001g, e calculado a partir da porcentagem de polpa presente no fruto em relação aos resíduos (semente e casca).

### Comportamento reológico

As medidas das viscosidades aparentes da polpa de bacupari foram realizadas, em triplicatas, nas temperaturas de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 °C à pressão ambiente, utilizando um viscosímetro Brookfield modelo DV-I Prime. Nos experimentos utilizou-se o spindle número 62, nas velocidades de rotação de 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 rpm. Foi utilizada essa faixa de temperatura por serem, a primeira e a última, a temperatura típica de prateleira do produto acabado e a temperatura representativa de pasteurização nas indústrias.

O comportamento reológico foi representado graficamente.

### Análise estatística

Os dados das viscosidades aparentes foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, por meio de um programa de análise estatística.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na Tabela 1 podem ser observadas as características físico-químicas da polpa de bacupari.

**TABELA 1.** Característica físico-química da polpa de bacupari

<b>Parâmetros</b>	<b>Médias</b>
Umidade (%)	74,22±0,55
Sólidos totais (%)	25,78±0,55
Açúcares redutores (% glicose)	1,12±0,07
Açúcares não-redutores (% sacarose)	13,32±0,59
Cinzas (%)	0,32±0,09
Sólidos solúveis totais (°Brix)	17,92±0,32
Rendimento (%)	40±0,60
Presença de pectina	Sim

As análises demonstraram um alto teor de açúcares na polpa de bacupari e também a presença de pectina no fruto, como pode ser observado na Tabela 1. De acordo com SILVA (2000) o teor de sólidos (açúcares, pectinas e fibras) é um dos principais fatores que influenciam no comportamento reológico das polpas de frutas.

Observa-se na Tabela 1 que o teor de açúcares não redutores foi inferior aos valores de sólidos solúveis totais, de acordo com GERMER *et al.*, (2011) provavelmente em razão da presença de outros solúveis no fruto, tais como pigmentos, pectina, ácidos e vitaminas.

Conforme a Tabela 1 a polpa de bacupari apresentou um rendimento de 40% em média, MATOS *et al.*, (2008) encontraram um rendimento próximo para polpa de cupuaçu de 37,4%, sendo que foram encontrados valores inferiores ao teor de sólidos solúveis e de cinzas.

Na Tabela 2 podem ser observados os valores da viscosidade para diferentes temperaturas e velocidade de rotação.

**TABELA 2.** Valores médios das viscosidades aparentes (Pa.s) da polpa de bacupari, nas temperaturas de 10 a 60 °C

Velocidade de Rotação (rpm)	Temperatura (°C)					
	10	20	30	40	50	60
0,5	5,99 aA	19 aB	9,60 aC	16,80 aD	39,90 aE	21,60 aF
1,0	4,80 bA	5,99 bB	7,19 bC	3,99 bD	10,80 bE	10,80 bE
1,5	3,19 cA	3,99 cB	3,19 cA	1,60 cC	5,59 cD	5,59 cD
2,0	2,39 dA	3,19 cB	2,39 dA	0,80 dC	4,19 dD	4,19 dD

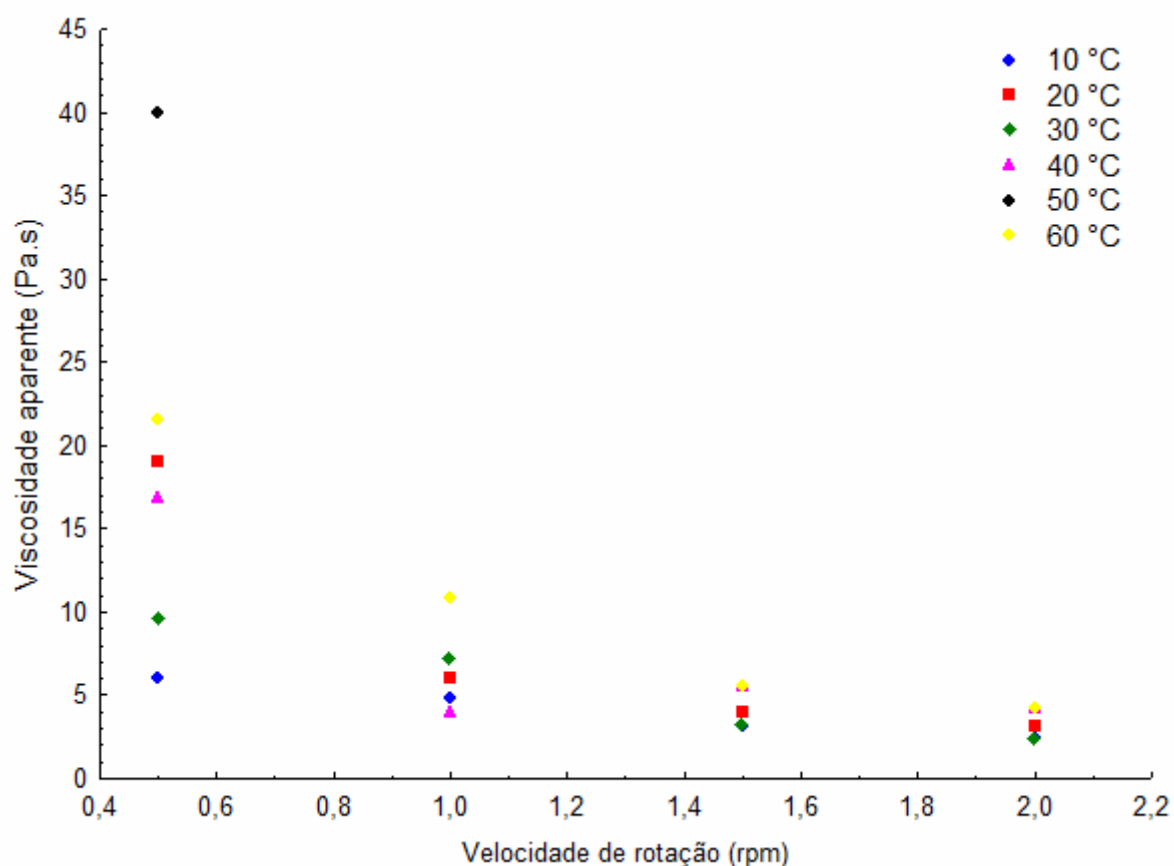
As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

De acordo com a Tabela 2, observa-se que os valores da viscosidade não tiveram um comportamento linear em relação a temperatura. Porém a viscosidade aparente reduziu com o aumento da rotação, comportamento semelhante ao encontrado por MELLO *et al.*, (2008), ao analisarem a viscosidade aparente de buriti a diferentes velocidades de rotação.

As reduções de viscosidade da polpa de bacupari com o aumento da velocidade de rotação e conseqüente aumento da taxa de deformação demonstrou um comportamento característico de fluidos pseudoplásticos. GRANGEIRO *et al.*, (2007), SATO & CUNHA (2007) e RIGO *et al.*, (2010), ao analisarem o comportamento reológico de figo-da-índia, jabuticaba e polpa de butiá, também apresentaram a mesma conclusão.

Conforme a Tabela 2, a análise de variância demonstrou não haver diferença significativa ao nível de 5% de significância nas temperaturas de 50 e 60 °C nas velocidades de rotação 1,0, 1,5 e 2,0 rpm.

Na Figura 1 é demonstrado o comportamento da viscosidade aparente em função da velocidade de rotação para a polpa de bacupari.

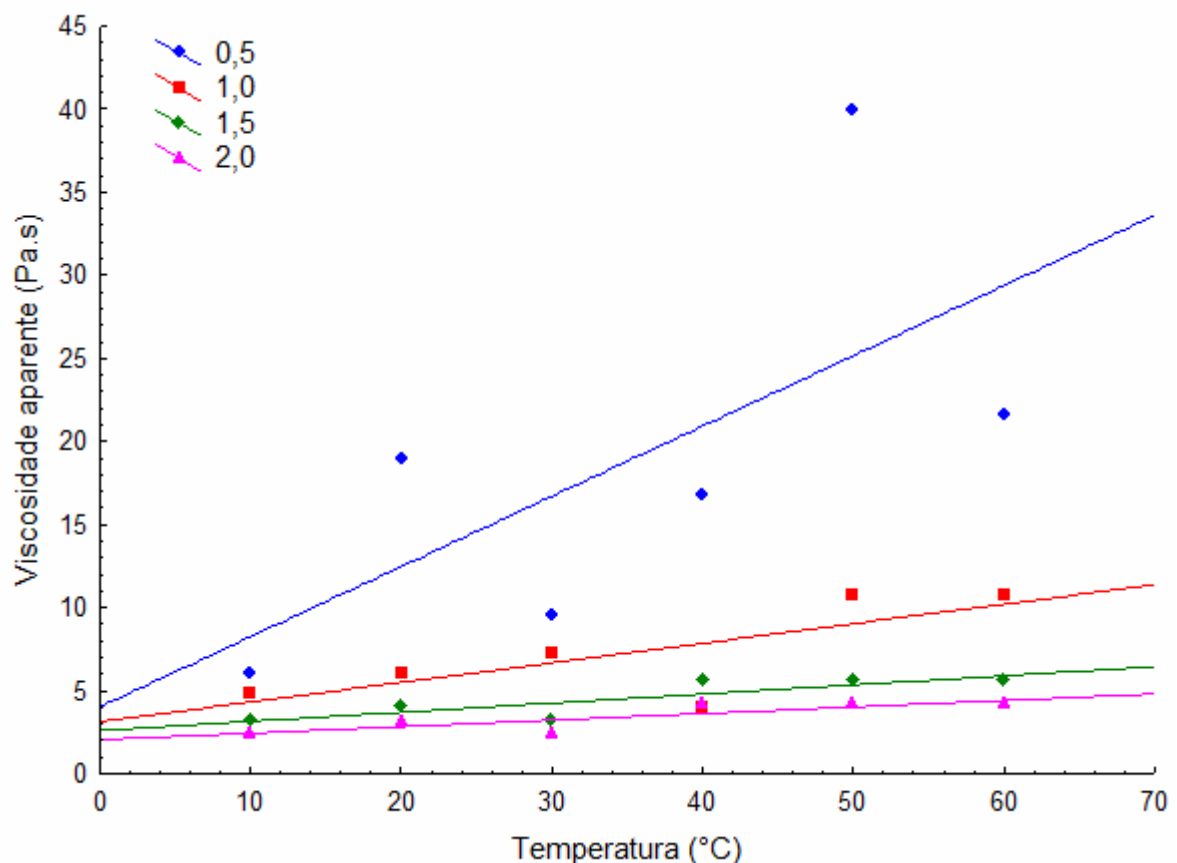


**FIGURA 1.** Curvas de viscosidade da polpa de bacupari em função da velocidade de rotação

Como pode ser observado na Figura 1 a viscosidade aparente reduziu com o aumento da velocidade de rotação. Comportamento semelhante foi encontrado por FERREIRA *et al.*, (2008) ao analisar as propriedades de escoamento da polpa de cupaçu.

De acordo com ALPARSLAN & HAYTA (2002) o decréscimo da viscosidade aparente com o aumento da velocidade de rotação pode ser explicado pela mudança estrutural da amostra devido às forças hidrodinâmicas geradas e o maior alinhamento das moléculas na direção da tensão aplicada.

Na Figura 2 é apresentada a influência da temperatura na viscosidade aparente da polpa de bacupari.



**FIGURA 2.** Influência da temperatura na viscosidade aparente da polpa de bacupari

Como pode ser observado na Figura 2 a viscosidade aumentou com o aumento da temperatura nas velocidades de rotação de 1,0, 1,5 e 2,0 rpm. Esse comportamento provavelmente ocorreu devido a presença de pectina e alto teor de açúcares na polpa de bacupari.

### CONCLUSÃO

As análises físico-químicas indicaram o alto teor de açúcares na polpa de bacupari e a presença de pectina na polpa do fruto, quanto ao comportamento reológico a redução de viscosidade da polpa de bacupari com o aumento da velocidade de rotação demonstrou um comportamento característico de fluidos pseudoplásticos. A viscosidade aumentou com o aumento da temperatura nas velocidades de rotação de 1,0, 1,5 e 2,0 rpm, provavelmente devido a presença de pectina e alto teor de açúcares na polpa de bacupari.

### AGRADECIMENTOS

A equipe executora deste trabalho agradece ao CNPq pela bolsa concedida e a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Mato Grosso – FAPEMAT pelo apoio financeiro.

### REFERÊNCIAS

ALPARSLAN, M.; HAYTA, M. Rheological and sensory properties of pekmez (grape molasses)/tahin(sesame paste) blends. **Journal of Food Engineering**, v.54, n.1, p.89-93, 2002.

COSTELL, E.; DURÁN, L. Reología físico química de los zumos y purés de frutas. **Revista de agroquímica y tecnología de alimentos**. v.22, n.1, p.81-94, 1982.

FERREIRA, G. M.; GUIMARÃES, M. J. O. C.; MAIS, M. C. A. Efeito da temperatura e taxa de cisalhamento nas propriedades de escoamento da polpa de cupuaçu (*T. grandiflorum* Schum) integral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.2, p.385-389, 2008.

FERREIRA, G. M.; QUEIROZ, A. J. M.; CONCEIÇÃO, R. S.; GASPARETTO, C. A. Efeito da temperatura no comportamento reológico das polpas de caju e goiaba. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.4, n.2, p.175-184, 2002.

GERMER, S. P. M.; QUEIROZ, M. R.; AGUIRRE, J. M.; BERBARI, S. A. G.; ANJOS, V. D. Desidratação osmótica de pêssegos em função da temperatura e concentração do xarope de sacarose. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.2, p.161-169, 2011.

GRANGEIRO, A. A.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; RANGEL, M. E.; MATA, M. C. Viscosidades de polpas concentradas de figo-da-índia. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.2, p.219-224, 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo, IMESP, 4.ed. e 1. ed. digital, 2008. 1020p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. v.2, 2009, 384 p.

MATOS, C. B.; SOUZA, C. N.; FARIA, J.C.; OLIVEIRA, S.J.R.; SACRAMENTO, C. K. Características físicas e físico-químicas de cupuaçus de diferentes formatos. **Revista ciência agrária**, Belém, n.50, p.35-45, 2008.

MELLO, K. S.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Comportamento reológico da polpa de buriti com leite. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, n.2, p.197-206, 2008.

MOURA, S. C. S. R.; FRANÇA, V. C. L.; LEAL, A. M.C. B. Propriedades termofísicas de soluções-modelosimilares a sucos - parte III. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.3, p.454-459, 2005.

PEIXOTO, N.; ANDRADE, T. C. G. R.; CARDOSO, A. F.; MARQUES, W. Z.; BARBOSA, A. H. S. **Efeito de substrato na germinação e desenvolvimento inicial de mudas de mangostão amarelo**. In: III Seminário de Iniciação Científica e I Jornada de Pesquisa e Pós Graduação, 2005, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO.



RIGO, M.; BEZERRA, J. R. M. V.; KÓRDOVA, K. R. V. Estudo do efeito da temperatura nas propriedades reológicas da polpa de butiá (*Butia eriospatha*). **Ambiência**, v.6, n.1, p.25-36, 2010.

SATO, A. C. K.; CUNHA, R. L. Influência da temperatura no comportamento reológico da polpa de jabuticaba. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.4, p.890-896, 2007.

SILVA, F. C. **Reologia do Suco de Acerola: Efeito da Concentração e da temperatura**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP. 2000.

SOBREIRA, J. M.; MARTINS, M. Q.; SOUZA, M. F.; PEREIRA, E. O.; COELHO, R. I. **Propagação assexuada do bacupari (*Rheedia gardneriana* Tr. & Planch.)**. In: XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, 2009, São José dos Campos. Anais do XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, 2009. v. Unico.