

Caracterização do suco de araçá vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine) extraído mecanicamente e tratado enzimaticamente

Marli da Silva Santos^{1*}, Carmen Lúcia de Oliveira Petkowicz², Gilvan Wosiacki³, Alessandro Nogueira³ e Eliana Beleski Borba Carneiro³

¹Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Uvaranas, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. ²Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. ³Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: marliss@pg.cefetpr.br

RESUMO. A partir do fruto de araçá vermelho, elaboraram-se dois tipos de sucos, mediante processamento mecânico, em que se obteve o suco S-1 e após tratamento enzimático de S-1 obteve-se o suco S-2, os quais foram analisados e monitorados durante quatro meses. As amostras de suco foram avaliadas reologicamente e quanto à estabilidade por análises físico-químicas e microbiológicas. A aceitabilidade dos sucos foi avaliada por meio de análise sensorial, utilizando escala hedônica. O suco S-2 apresentou um rendimento de 73%. O tratamento enzimático elevou o rendimento do suco e reduziu a viscosidade, além de preservar a composição química e aumentar a extração de compostos fenólicos, resultando em um produto final com aspectos sensoriais pronunciados.

Palavras-chave: araçá, processamento, viscosidade, qualidade.

ABSTRACT. Characterization of red araçá juice (*Psidium cattleianum* Sabine) mechanically extracted and enzymatically treated. From the red araçá fruit two types of juice were elaborated: S-1, obtained by mechanical processing and S-2 obtained from the enzymatic treatment of S-1. The juices were analyzed and monitored for four months. The samples were evaluated rheologically and also for stability by physicochemical and microbiologic analyses. The acceptability of the juices was evaluated by sensorial analysis using hedonic scale. The juice S-2 presented a high yield of 73%. The enzymatic treatment raised juice yield and reduced viscosity. In addition it preserved the chemical composition and raised the extraction of phenolic compounds, resulting on a final product of remarkable sensorial aspects.

Key words: araçá, processing, viscosity, quality.

Introdução

A comercialização de suco de frutas tem crescido nas últimas décadas, o que se deve a mudanças nos hábitos alimentares dos consumidores, que passaram a buscar uma opção mais saudável nesse segmento (Décio e Ghirardi, 1992). O suco natural é um alimento nutritivo, saudável e considerado de baixo custo (Rodríguez, 1991). O Brasil apresenta abundante riqueza natural de frutos nativos, com *flavors* peculiares e atraentes para a industrialização devido à extensão territorial, à posição geográfica e às suas condições climáticas (Franco e Shibamoto, 2000). Entre as espécies nativas brasileiras, a Família Myrtaceae destaca-se por apresentar espécies que produzem frutos pequenos, encontradas desde o Amazonas até a região Sul do Brasil. Esses frutos são consumidos *in natura* pelas populações locais e constituem fonte de alimentos para animais silvestres. Embora apresentem potencial como fonte

nutricional e como matéria-prima para agroindústria de alimentos, dados sobre o cultivo, produção e utilização dessas espécies frutíferas na alimentação humana são escassos. Uma forma de aproveitamento industrial desses frutos é a elaboração de sucos.

O suco de araçá vermelho apresentou valor nutricional considerável por seu baixo teor de açúcar, elevado teor de compostos fenólicos, além da preservação de 45% do teor de vitamina C do fruto. O araçá vermelho caracteriza-se pela presença de compostos fenólicos; e a adição de preparados enzimáticos à fruta promove a hidrólise da estrutura celular e liquefação do sistema, permitindo melhor extração dos compostos antioxidantes.

Material e métodos

Amostras. As amostras de araçá (30 kg) foram colhidas manualmente em pomar da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Estado do Paraná, em

ponto de maturação ideal, com o máximo de pigmentação vermelha na epiderme.

Processamento do suco. As frutas foram selecionadas e lavadas em água corrente. Foram obtidos dois tipos de sucos por meio de processamento mecânico, em que o fruto inteiro foi processado em centrífuga (Confort Walita) com filtro de aço RI6720-16/B, obtendo-se o suco S-1. Nesse suco foi adicionada uma enzima pectinolítica (Ultra SP-L Batch) na concentração de 0,2 mL hL⁻¹, (em seguida o suco foi mantido), mantendo-se o suco em banho maria a 50°C por 50 minutos, seguido de resfriamento e filtração (poliéster), obtendo-se o suco S-2 o qual foi transferido para garrafas de vidro transparente, fechadas hermeticamente e pasteurizadas a 80°C por 20 minutos. As amostras engarrafadas de suco foram mantidas sob refrigeração, analisadas e monitoradas a cada 30 dias durante quatro meses. Foram realizadas análises físico-químicas, reológicas e microbiológicas. A aceitabilidade dos sucos foi avaliada mediante análise sensorial, utilizando escala hedônica (Dutcosky, 1996).

Análises físico-químicas. Os parâmetros físico-químicos avaliados foram: pH, sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável, extrato seco, açúcar total, açúcares redutores, glucose, frutose, fibra bruta, vitamina C e teor de compostos fenólicos totais (IAL, 1985; Horwitz, 1980).

Análises microbiológicas. Na avaliação do perfil microbiológico foram realizadas as seguintes análises: contagem de bolores e leveduras, coliformes a 45°C e pesquisa de *Salmonella* sp. de acordo com as técnicas preconizadas pela legislação em vigor, RDC n. 12 (Anvisa, 2001), utilizando metodologias de análises microbiológicas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985).

Análise sensorial. Para avaliar o índice de aceitabilidade dos sucos, S-1 (extraído mecanicamente) e S-2 (tratado enzimaticamente), foram preparados quatro formulações distintas para cada amostra. Ambos os sucos foram diluídos em duas concentrações: 1:1 e 1:3 (suco:água) acrescidos de sacarose em duas proporções: 8,2% e 10,4% (m/v) e avaliados por escala hedônica. As amostras (30 mL) foram codificadas e apresentadas em copos plásticos descartáveis codificadas de forma aleatória. Considerando as médias das amostras, as duas preferidas foram submetidas a um novo teste. De acordo com a técnica descrita por Dutcosky (1996) as duas amostras foram distribuídas em volumes de 30 mL para 100 provadores. As sobras deixadas nos copos foram medidas em proveta.

$$IA = \frac{\text{Suco preparado} - (\text{Sobra limpa} + \text{resto})}{(\text{Total de suco preparado})} \times 100 \quad (1)$$

onde,

IA = índice de aceitabilidade.

As análises reológicas foram realizadas em reômetro HAAKE RS 75 utilizando um termocirculador de água DC5 para controle da temperatura. Os testes foram realizados em temperatura de 25°C. O sensor utilizado para as amostras de suco S-1 e S-2 foi o cilindro-coaxial (Z-41). Nesse tipo de sensor, o material fica contido em um espaço entre um cilindro interno (móvel) e uma cubeta cilíndrica externa fixa.

Resultados e discussão

Os sucos de frutas constituem uma alternativa saudável em substituição às bebidas gaseificadas ou contendo alto teor de cafeína (Brasil *et al.*, 1995). O suco de araçá vermelho apresenta valor nutricional considerável devido ao seu baixo teor de açúcar, elevado teor de compostos fenólicos, vitaminas e sais minerais (superior ao da maçã), além da preservação de 45% do teor de vitamina C. O suco S-1 apresentou rendimento de 47%, enquanto que S-2 foi de 73%. Os resultados obtidos para a caracterização físico-química dos sucos de araçá logo após o processamento (Tabela 1) confirmam o potencial tecnológico desse fruto.

Tabela 1. Composição físico-química dos sucos S-1 (extraído mecanicamente da polpa de araçá) e S-2 (tratado enzimaticamente).

Parâmetros avaliados	S-1 ± σ g 100 g ⁻¹	S-2 ± σ g 100 g ⁻¹
pH	3,26 ± 0,020	3,30 ± 0,012
Sólidos solúveis (°Brix)	9,80 ± 0,010	7,87 ± 0,023
Acidez titulável ¹	0,48 ± 0,014	0,45 ± 0,050
Extrato seco	12,09 ± 0,009	12,17 ± 0,032
Açúcares totais	6,79 ± 0,007	6,83 ± 0,087
Açúcares redutores	5,18 ± 0,012	4,95 ± 0,006
Glucose	1,94 ± 0,120	2,25 ± 0,011
Frutose	3,24 ± 0,008	2,70 ± 0,002
Fibra bruta	3,87 ± 0,001	---
Vitamina C ²	10,69 ± 0,005	12,13 ± 0,03
Compostos fenólicos totais ³	1162,39 ± 4,321	1466,27 ± 6,23

Nota: (1) mg 100 g⁻¹ em ácido cítrico; (2) mg 100 g⁻¹ e (3) mg L⁻¹ de catequinas.

Considerando que o processamento de sucos em escala industrial requer, entre outras condições, agilidade e qualidade final, a utilização de enzimas pectinolíticas contribui para elevar a qualidade sensorial e nutricional, além de elevar o rendimento do produto final (Bagger-Jorgensen e Mayer, 2004). Na obtenção do suco de araçá vermelho, o tratamento enzimático elevou e rendimento em aproximadamente 50%, melhorou a extração de

compostos fenólicos, o que resultou em um produto final com aspectos sensoriais pronunciados, preservando as características nutricionais do fruto. O tipo de processamento pode eliminar nutrientes, principalmente vitamina C e compostos fenólicos, porém um processamento asséptico, eliminação da luz e do oxigênio, estocagem à baixa temperatura e uso de embalagens inertes ajuda a manter as qualidades do produto final (Jordão e Bonnas, 1995).

O suco de araçá vermelho coloração atrativa, que se manteve inalterada por período superior a 12 horas em temperatura ambiente e não apresentou escurecimento enzimático. Além disso, não foi observada alteração de textura, formação de filmes ou alterações de natureza física ou bioquímica durante o processamento. O sabor agri-doce associado aos aromas peculiares o caracterizam como um fruto de potencial no processamento de sucos.

Os resultados obtidos após quatro meses de armazenamento estão representados na Tabela 2.

Tabela 2. Composição físico-química* dos sucos S-1 (extraído mecanicamente) e S-2 (tratado enzimaticamente) após quatro meses de armazenamento.

Parâmetros avaliados	S-1 $\pm \sigma$ g 100 g ⁻¹	S-2 $\pm \sigma$ g 100 g ⁻¹
pH	3,56 \pm 0,010	3,26 \pm 0,02
Sólidos solúveis (°Brix)	9,90 \pm 0,002	7,90 \pm 0,01
Acidez titulável ¹	0,55 \pm 0,058	0,50 \pm 0,18
Extrato seco	12,09 \pm 0,018	12,17 \pm 0,02
Açúcares totais	6,27 \pm 0,019	6,40 \pm 0,01
Açúcares redutores	5,50 \pm 0,001	5,20 \pm 0,03
Glucose	2,20 \pm 0,035	2,50 \pm 0,05
Frutose	3,30 \pm 0,005	2,70 \pm 0,02
Fibra bruta	3,77 \pm 0,003	---
Vitamina C ²	8,80 \pm 0,909	10,13 \pm 0,95
Compostos fenólicos totais ³	1118,65 \pm 5,031	1417,04 \pm 7,36

Nota: (1) mg 100 g⁻¹ em ácido cítrico; (2) mg 100 g⁻¹ e (3) mg L⁻¹ de catequinas.

A qualidade físico-química de sucos de frutas pasteurizados (92°C/30s), envasados em garrafas de vidro (200 mL) armazenados a 4; 22,5; 35 e 45°C durante três meses não apresentou alterações significativas durante esse período para os parâmetros pH, sólidos totais, acidez titulável, e açúcares totais nas temperaturas estudadas. A maior alteração observada foi quanto ao teor de vitamina C, fato já descrito na literatura para o suco de laranja (Kaanane *et al.*, 1998). Ambos os sucos de araçá vermelho conservaram cerca 96% de compostos fenólicos e 83% de vitamina C (Tabela 3).

Não houve diferença significativa a nível de 5% durante 120 dias de armazenamento em temperatura de refrigeração para ambas as amostras. O resultado da avaliação do comportamento reológico dos sucos de araçá estão representados na Figura 1.

Tabela 3. Análises de variância (ANOVA) referente ao teor de compostos fenólicos e vitamina C dos sucos extraídos da polpa de araçá, S-1 (extraído mecanicamente) e S-2 (tratado enzimaticamente), após quatro meses de armazenamento.

Compostos fenólicos S-1						
Fonte da variação	SQ	gl	QM	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	6635,722	3	2211,907	2,033747	0,8776	4,066181
Dentro dos grupos	8700,817	8	1087,602			
Total	15336,54	11				
Compostos fenólicos S-2						
Fonte da variação	SQ	gl	QM	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	6557,442	3	2185,81	2,0848	0,8634	4,066181
Dentro dos grupos	6512,928	8	814,116			
Total	13070,37	11				
Vitamina C - S-1						
Fonte da variação	SQ	gl	QM	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,6642	3	0,2214	2,4291	0,8074	4,066181
Dentro dos grupos	0,7291	8	0,911			
Total	1,3933	11				
Vitamina C - S-2						
Fonte da variação	SQ	gl	QM	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,65574	3	0,21858	2,6849	0,8163	4,0662181
Dentro dos grupos	0,65129	8	0,81412			
Total	1,3070	11				

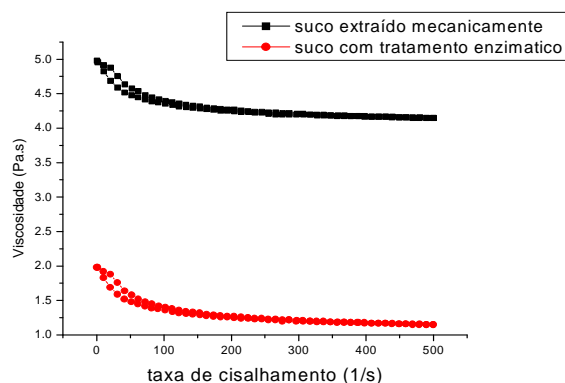


Figura 1 - Efeito da viscosidade sobre a taxa de cisalhamento para os sucos S-1 (extraído mecanicamente) e S-2 (tratado enzimaticamente).

As curvas de viscosidade do suco de araçá vermelho extraído mecanicamente, S-1 e após tratamento enzimático, S-2 indicam comportamento pseudoplástico. Entretanto, a amostra obtida por tratamento enzimático apresenta viscosidade acentuadamente menor. O tratamento enzimático afeta a viscosidade do produto porque reduz o tamanho das macromoléculas presentes (Trifiro *et al.*, 1987). Segundo Queiroz (1998), sucos e purês são considerados, sob o ponto de vista reológico, como fluidos pseudoplásticos, entretanto sucos tratados enzimaticamente podem apresentar um comportamento newtoniano.

No presente trabalho, o tratamento enzimático favoreceu a manutenção da composição química do suco *in natura*, reduziu a viscosidade e melhorou a

extração de compostos fenólicos, resultando em um produto final com aspectos sensoriais pronunciados e preservando as características nutricionais do fruto. O comportamento reológico dos sucos de araçá foi semelhante aos do suco de goiaba (Zainal et al., 2000).

As características microbiológicas observadas para os sucos de araçá após quatro meses de armazenamento em temperatura de refrigeração estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Características microbiológicas dos sucos de araçá vermelho S-1 (extraído mecanicamente) e S-2 (tratado enzimaticamente).

Microrganismos	S-1	S-2	*Padrão
Bolores e Leveduras (UFC g ⁻¹)**	<10	<10	----
<i>Salmonella</i> sp.	ausência	ausência	ausência
Coliformes a 45°C	<10	<10	2x10 ⁷

*Anvisa (2001); **UFC g⁻¹ unidade formadoras de colônias por grama.

Os sucos mantiveram a sua qualidade microbiológica durante o armazenamento, demonstrando que a pasteurização aliada à refrigeração são processos eficientes para a preservação da sua qualidade. As alterações microbiológicas para suco de frutas limitam-se aos microrganismos tolerantes ao meio ácido, com predomínio de bactérias lácticas, bolores e leveduras. As bactérias produtoras do ácido láctico, como os *Lactobacillus* e *Leuconostoc*, são microaerófilas e toleram pH baixo, mas apresentam resistência térmica muito baixa, sendo geralmente destruídas quando submetidas ao tratamento térmico. O produto da degradação produzido pelas bactérias é o diacetil, que induz odor forte e sabor desagradável aos derivados de frutas (Trindade et al., 2002).

A degradação por leveduras é a causa mais comum da deterioração dos sucos de frutas devido a sua elevada tolerância aos ácidos e à particularidade de muitas delas se desenvolverem anaerobicamente e apresentarem maior resistência térmica do que as bactérias lácticas e a maioria dos bolores. Sua multiplicação é acompanhada de produção de CO₂ e etanol, mas também pode ser percebida pela formação de películas e floculação que diminuem a turvação dos sucos. Podem, também, produzir acetaldeído, o que contribui para alterações no odor (Marcy et al., 1998 e Trindade et al., 2002).

Os resultados das avaliações sensoriais para as formulações do suco de araçá estão apresentados no Figura 2.

A amostra S-1 com diluição de (1/1) com adição de menor teor de sacarose foi a que obteve o menor índice de preferência (4,78%) entre os provadores, enquanto que, a amostra de suco obtido com

tratamento enzimático (S-2) diluída em (1/3) com maior adição de sacarose, obteve 42,88% da preferência.

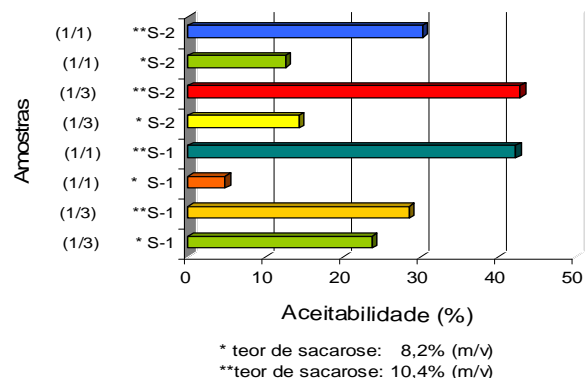


Figura 2 - Análise sensorial para o suco de araçá para o suco de araçá vermelho S-1 (extraído mecanicamente) e S-2 (tratado enzimaticamente).

As formulações que obtiveram maior índice de preferência das amostras S-1 e S-2 foram às formulações contendo 10,4% de sacarose e diluída nas proporções de 1/1 e 1/3 respectivamente. Para verificar qual das 2 amostras apresentava maior índice de aceitabilidade estas foram submetidas a um novo teste. De acordo com a técnica descrita por Dutcosky (1996), em que o volume das formulações preparado foi distribuído para 100 julgadores em quantidades iguais. Os volumes residuais que sobraram nos copos foram medidos em uma proveta de 1000 mL. Para a formulação do suco despectinizado (S-2) o volume residual foi de 580 mL e para o suco extraído mecanicamente o resto foi de 830 mL. Aplicando-se o método de Dutcosky (1996), verificamos que o índice de aceitabilidade para o suco tratado enzimaticamente foi de 80,66% e o suco extraído mecanicamente de 70,80%. As duas amostras foram distribuídas para 100 provadores na quantidade de 30 mL. As sobras deixadas nos copos foram medidas em proveta. As sobras da amostra S-2 somaram 580 mL e de (S-1) 830 mL. Para determinar o índice de aceitabilidade subtraiu-se a sobra do total de amostra servida.

$$IA \text{ para S-2} = \frac{3000-580}{3000} \times 100 = 80,66\%$$

$$IA \text{ para S-1} = \frac{3000-830}{3000} \times 100 = 70,80\%$$

Os resultados, gerais das avaliações sensoriais sugerem que o suco tratado enzimaticamente foi o mais aceito por que manteve mais acentuadas as características sensoriais do fruto *in natura*,

principalmente, o aroma e o sabor ácido-adocicado. O tratamento enzimático libera o suco retido na estrutura celular, através da degradação da parede celular, por ação pectinolítica, elevando o rendimento e aumentando a liberação dos compostos antioxidantes do epicarpo (Bagger-Jorgensen e Mayer, 2004). A amostra proveniente do tratamento enzimático preservou as características sensoriais do fruto *in natura*, cor e sabor.

Conclusão

O suco tratado enzimaticamente apresentou rendimento de 73% e redução da viscosidade, além de preservar a composição química do suco e promover maior extração de compostos fenólicos, resultando em um produto final com aspectos sensoriais pronunciados. Não foram observadas mudanças visuais na coloração do suco de araçá vermelho durante o período de armazenamento em temperatura de refrigeração, indicando que os sucos de araçá apresentaram boa estabilidade frente às condições de processamento e armazenamento estudados.

Referências

- ANVISA-Agência Nacional de Vigilância Sanitária Brasil. Ministério da Saúde. (RDC) Resolução da Diretoria Colegiada da Secretaria de Vigilância Sanitária nº12. *Diário Oficial da União*, Brasília, 02 de jan. 2001.
- BAGGER-JORGENSEN, M.; MAYER, S.A. Effects of different enzymatic pre-press maceration treatments on the release of phenols into blackcurrant juice. *Food Biotechnol. Eng. Group*, Berlin v. 10, p. 217-224, 2004.
- BRASIL, I.M. *et al.* Physical-chemical during extraction and clarification of guava juice. *Food Chem.*, London, v. 54, n. 4, p. 383-386, 1995.
- DÉCIO, P.; GHIRARDI, S. Freshly squeezed orange juice. *Confructa Studien*, Düsseldorf, v. 36, n. 5, p. 162-167, 1992.
- DUTCOSKI, S.D. *Análise sensorial de alimentos*. Curitiba: Champagnat, 1996.
- FRANCO, M.R.B.; SHIBAMOTO, T. Volatile composition of some Brazilian fruits: Umbu-caja (*Spondias citherea*), camu-camu (*Myrciaria dubia*) araçá-boi (*Eugenia stipitata*) and cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). *J. Agric. Food Chem.*, Washington, D.C., v. 48, p. 1263-1265, 2000.
- HORWITZ, W. *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*. 13. ed. Gaithersburg: AOAC, 1980.
- IAL-Instituto Adolfo Lutz. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. 3. ed. São Paulo: IAL, 1985.
- JORDÃO, P.R.; BONNAS, D.S. Teor de vitamina C em polpa de acerola extraída com e sem inativação enzimática dos frutos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE ALIMENTOS, 1995, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: ENAA, 1995. p. 78.
- KAANANE, A. *et al.* Time and temperature effect on stability of Moroccan processed orange juice during storage. *J. Food Sci.*, Chicago, v. 53, n. 5, p. 1470-1473, 1998.
- MARCY, J.E. *et al.* Effect of storage temperature on the stability of aseptically packaged concentrated orange juice and concentrated orange drink. *J. Food Sci.*, Chicago, v. 54, n. 1, p. 227-230, 1998.
- QUEIROZ, M.A. Os recursos genéticos vegetais e os melhoristas de plantas. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS E MELHORAMENTO DE PLANTAS PARA O NORDESTE BRASILEIRO, 1998, Petrolina. *Palestra...* Petrolina: Embrapa Semi-Árido e Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1998.
- RODRIGUEZ, O. *Citricultura brasileira*. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991.
- TRIFIRO, A. *et al.* Effect of content and size suspended particles on the rheological behaviour of apricot purees. *Industria Conserve*, Faenza, v. 62, p. 97-104, 1987.
- TRINDADE, R.C. *et al.* Yeasts associated with fresh and frozen pulps of brazilian tropical fruits. *Syst. Appl. Microbiol.*, Amsterdam, v. 25, p. 294-300, 2002.
- ZAINAL, B.S. *et al.* Effects of temperature on the physical properties of pink guava juice at two different concentration. *J. Food Eng.*, Amsterdam, v. 43, n. 2, p. 55-59, 2000.

Received on May 19, 2006.

Accepted on June 06, 2007.