

## Desenvolvimento de Bebida Prebiótica de Caju e Yacon



ISSN 1679-6543

Dezembro, 2013

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Agroindústria Tropical  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 82***

## **Desenvolvimento de Bebida Prebiótica de Caju e Yacon**

*Ana Paula Dionísio  
Nedio Jair Wurlitzer  
Maria de Fátima Borges  
Adna Lucianne Girão Modesto  
Idila Maria da Silva Araújo  
Ana Carolina da Silva Pereira  
Talita de Souza Goes  
Nara Menezes Vieira  
Raimundo Wilane de Figueiredo*

**Embrapa Agroindústria Tropical**  
Fortaleza, CE  
2013

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

**Embrapa Agroindústria Tropical**

Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici

CEP 60511-110 Fortaleza, CE

Fone: (85) 3391-7100

Fax: (85) 3391-7109

www.cnpat.embrapa.br

cnpat.sac@embrapa.br

**Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical**

Presidente: *Marlon Vagner Valentim Martins*

Secretário-Executivo: *Marcos Antônio Nakayama*

Membros: *José de Arimatéia Duarte de Freitas, Celli Rodrigues*

*Muniz, Renato Manzini Bonfim, Rita de Cassia Costa*

*Cid, Rubens Sonsol Gondim, Fábio Rodrigues de Miranda*

Revisão de texto: *Marcos Antônio Nakayama*

Normalização bibliográfica: *Rita de Cassia Costa Cid*

Foto da capa: *Ana Paula Dionísio*

Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

1ª edição (2013): versão eletrônica

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Agroindústria Tropical

---

Desenvolvimento de bebida prebiótica de caju e yacon / Ana Paula Dionísio... [et al.]. – Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013.

19 p. : 14,8 cm x 21 cm. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543 ; 82).

1. *Smallanthus sonchifolius*. 2. Frutooligossacarídeos. 3. Metodologia de superfície de resposta. 4. Pausterização. I. Dionísio, Ana Paula. II. Wurlitzer, Nedio Jair. III. Borges, Maria de Fatima. IV. Modesto, Adna Lucianne Girão. V. Araújo, Ídila Maria da Silva. VI. Pereira, Ana Carolina da Silva. VII. Goes, Talita de Souza. VIII. Vieira, Nara Menezes. IX. Figueiredo, Raimundo Wilane de. X. Série.

CDD 664.8052

---

© Embrapa 2013

# Sumário

<b>Resumo .....</b>	<b>4</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>6</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>7</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>8</b>
<b>Resultados e Discussão.....</b>	<b>12</b>
<b>Conclusões.....</b>	<b>16</b>
<b>Agradecimentos .....</b>	<b>16</b>
<b>Referências .....</b>	<b>17</b>

# Desenvolvimento de Bebida Prebiótica de Caju e Yacon

---

*Ana Paula Dionísio<sup>1</sup>*

*Nedio Jair Wurlitzer<sup>2</sup>*

*Maria de Fátima Borges<sup>3</sup>*

*Adna Lucianne Girão Modesto<sup>4</sup>*

*Idila Maria da Silva Araújo<sup>5</sup>*

*Ana Carolina da Silva Pereira<sup>6</sup>*

*Talita de Souza Goes<sup>7</sup>*

*Nara Menezes Vieira<sup>8</sup>*

*Raimundo Wilane de Figueiredo<sup>9</sup>*

## Resumo

O yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é uma raiz tuberosa que apresenta elevado conteúdo de oligossacarídeos prebióticos do tipo frutooligossacarídeos. O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma bebida prebiótica de caju e yacon, por meio de planejamento estatístico de experimentos, e caracterizar a bebida formulada após processamento térmico. Para isso, foram utilizados 11 ensaios, com duas variáveis independentes (concentração de yacon e de edulcorante,

---

<sup>1</sup> Cientista de alimentos, D.Sc. em Ciência de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, ana.dionisio@embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro de alimentos, D.Sc. em Tecnologia de Alimentos, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, nedio.jair@embrapa.br

<sup>3</sup> Engenheira de alimentos, D.Sc. em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, maria.fatima@embrapa.br

<sup>4</sup> Engenheira de alimentos, técnica da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, adna.girao@embrapa.br

<sup>5</sup> Tecnóloga de alimentos, M.Sc. em Bioprospeção Molecular, técnica da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, idila.araujo@embrapa.br

<sup>6</sup> Engenheira de alimentos, doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, carolinasp2@yahoo.com.br

<sup>7</sup> Graduada em Engenharia de Alimentos, bolsista da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, talitah\_goes@hotmail.com

<sup>8</sup> Engenheira de alimentos, mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, naramvieira@yahoo.com.br

<sup>9</sup> Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Ciências dos Alimentos, professor-associado da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, figueira@ufc.br

em porcentagem) e uma variável dependente (aceitabilidade). Os resultados foram analisados por meio do programa Statistica 7.0 e mostraram que, nas concentrações utilizadas, somente os termos linear e quadrático da concentração de edulcorante foram estatisticamente significativas ( $P < 0,05$ ) para a bebida, com valor de  $R^2$  de 0,95. A formulação escolhida, que correspondeu a 50% de yacon e 0,07% de edulcorante, foi pasteurizada (90 segundos a 85 °C), envasada a quente e caracterizada por meio de análises microbiológicas, de compostos bioativos e quanto à aceitabilidade sensorial. A bebida atendeu aos critérios de segurança microbiológica preconizado pela legislação, além de apresentar boa aceitação (nota 7,1, “gostei moderadamente”). Além disso, a bebida apresentou valores aproximados de 6,0 g/200 mL de frutooligossacarídeos, cerca de quatro vezes superiores ao exigido pela legislação brasileira para produtos com alegação de propriedade funcional.

Termos para indexação: *Smallanthus sonchifolius*, frutooligossacarídeos, metodologia de superfície de resposta, pasteurização.

# Development of a prebiotic beverage with cashew-apple and yacon

---

## Abstract

*The yacon (*Smallanthus sonchifolius*) is a tuberous root which has high fructooligosaccharides (FOS) content. The objective of this work was to develop a prebiotic beverage with cashew-apple and yacon using statistical planning procedures and characterization of the beverage after thermal treatment. The statistical planning consisted in 11 trials, with two independent variables (concentration of yacon, 50% to 70%, and concentration of stevia, 0.01% to 0.10%) and one dependent variable (sensorial acceptability). The data were analyzed using Statistica 7.0, and the linear and quadratic terms of the sweetener (stevia) concentration were statistically significant ( $P < 0.05$ ) in the beverage, with  $R^2$  of 0.95, without differences for the yacon concentration ( $P > 0.05$ ). The optimized formulation, which corresponded to 50% of yacon and 0.07% of sweetener, was pasteurized (90 seconds at 85 °C) in hot-fill processing and characterized by microbiological, bioactive compounds and sensorial acceptability. The beverage did not present pathogenic microorganisms, and showed a good acceptance (note 7.1, "moderate liking"). The beverage also presented 5.93 g/ 200 mL for FOS, about four times the required by the Brazilian legislation for the FOS claim in functional food.*

*Index terms: *Smallanthus sonchifolius*, fructooligosaccharides, surface response methodology, pasteurization.*

## Introdução

A cultura do caju é de elevada importância econômico-social para o Brasil, com atividade concentrada principalmente nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí (PAULA PESSOA et al., 1995). O aproveitamento de pedúnculos de caju – considerados um subproduto – durante a safra é muito baixo em comparação ao volume perdido dessa matéria-prima a cada ano (ABREU; SOUZA, 2004), com perdas que podem chegar a até 90%. Dessa forma, incorporar esse produto em bebidas mistas torna-se uma estratégia interessante para a diversificação do negócio do caju, cujo foco continua sendo a exportação de castanha (FILGUEIRAS et al., 2002).

O yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é uma planta de origem andina, comumente utilizada como alimento na América do Sul, e foi introduzida no Brasil na década de 1990. A raiz tuberosa é crocante e aquosa, e possui sabor semelhante ao de frutas como melão, com polpa levemente amarelada devido à presença de carotenoides; além disso, tem sido relatada como uma das principais fontes de frutooligosacarídeos (FOS). Esses carboidratos não digeríveis estimulam seletivamente a proliferação e/ou atividade de populações de bactérias benéficas no cólon, sendo considerados prebióticos (MOLIS et al., 1996; YUN, 1996; BICAS et al., 2010). Além disso, os FOS presentes no yacon são apontados como eficientes na modulação da síndrome metabólica, fator de predisposição no desenvolvimento de diabetes mellitus tipo 2 e dislipidemias. Isso se deve à forma como tal carboidrato é absorvido, pois, diferentemente da maioria dos carboidratos, que são absorvidos na forma de glicose, os FOS, devido à presença das ligações  $\beta$ -(2 $\rightarrow$ 1) e à ausência de enzimas capazes de quebrar essas ligações em humanos, resistem à hidrólise das enzimas digestivas, sendo fermentados no cólon até produzir ácidos graxos de cadeia curta que não elevam a concentração de glicose no sangue (GRAEFE et al., 2004; VALENTOVÁ et al., 2008; TEIXEIRA et al., 2009).

Há uma tendência mundial de crescimento do consumo de produtos mais saudáveis e inovadores, que sejam seguros e de utilização prática. Considerando os efeitos benéficos dos sucos de frutas e

dos prebióticos, o presente trabalho teve por objetivo principal o desenvolvimento de uma bebida prebiótica de caju e yacon por meio de planejamento estatístico de experimentos, e sua caracterização a partir de análises microbiológicas, sensoriais e de compostos bioativos após o processamento térmico. O desenvolvimento desse produto com foco nesse nicho de mercado específico é interessante por proporcionar uma ampliação na disponibilidade e variedade de produtos prebióticos oferecidos no mercado brasileiro.

## Material e Métodos

### Matéria-prima

As raízes de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) in natura foram adquiridas diretamente de produtores na região de Guaraciaba do Norte, CE, e processadas no Laboratório de Processos Agroindustriais da Embrapa Agroindústria Tropical para obtenção do extrato. A polpa congelada de caju foi obtida no comércio local de Fortaleza, CE, e armazenada sob congelamento (-18 °C).

### Extrato de yacon

Para obtenção do extrato de yacon, as raízes foram sanitizadas em água clorada (200 ppm de cloro ativo), descascadas manualmente e cortadas em cubos de 1 cm<sup>3</sup>. Os cubos foram imediatamente imersos em uma solução de ácido cítrico 2,4%, suficientemente capaz de inibir o escurecimento enzimático causado pelas polifenoloxidasas naturalmente presentes no tubérculo (DIONÍSIO et al., 2013). Após 8 minutos de imersão, os cubos foram drenados para retirada da água, triturados em centrífuga doméstica para obtenção do extrato de yacon e armazenados sob congelamento (-18 °C) até o momento do uso.

### Delineamento experimental para desenvolvimento da bebida prebiótica de caju e yacon

Para o desenvolvimento da bebida prebiótica de caju e yacon, foi utilizado um planejamento estatístico do tipo DCCR (Delineamento Composto Central Rotacional), com duas variáveis independentes:

concentração de edulcorante (stevia) e de extrato de yacon, em porcentagem; três repetições no ponto central, totalizando 11 ensaios. A variável dependente para o processo foi a aceitabilidade das bebidas, analisada com auxílio do programa Statistica 7.0, com  $P < 0,05$ . Os níveis utilizados nesse planejamento estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Valores utilizados no DCCR.

Variável	-1,41	-1	0	+1	+1,41
Edulcorante (%)	0,01	0,023	0,05	0,087	0,10
Extrato de yacon (%)	50	53	60	67	70

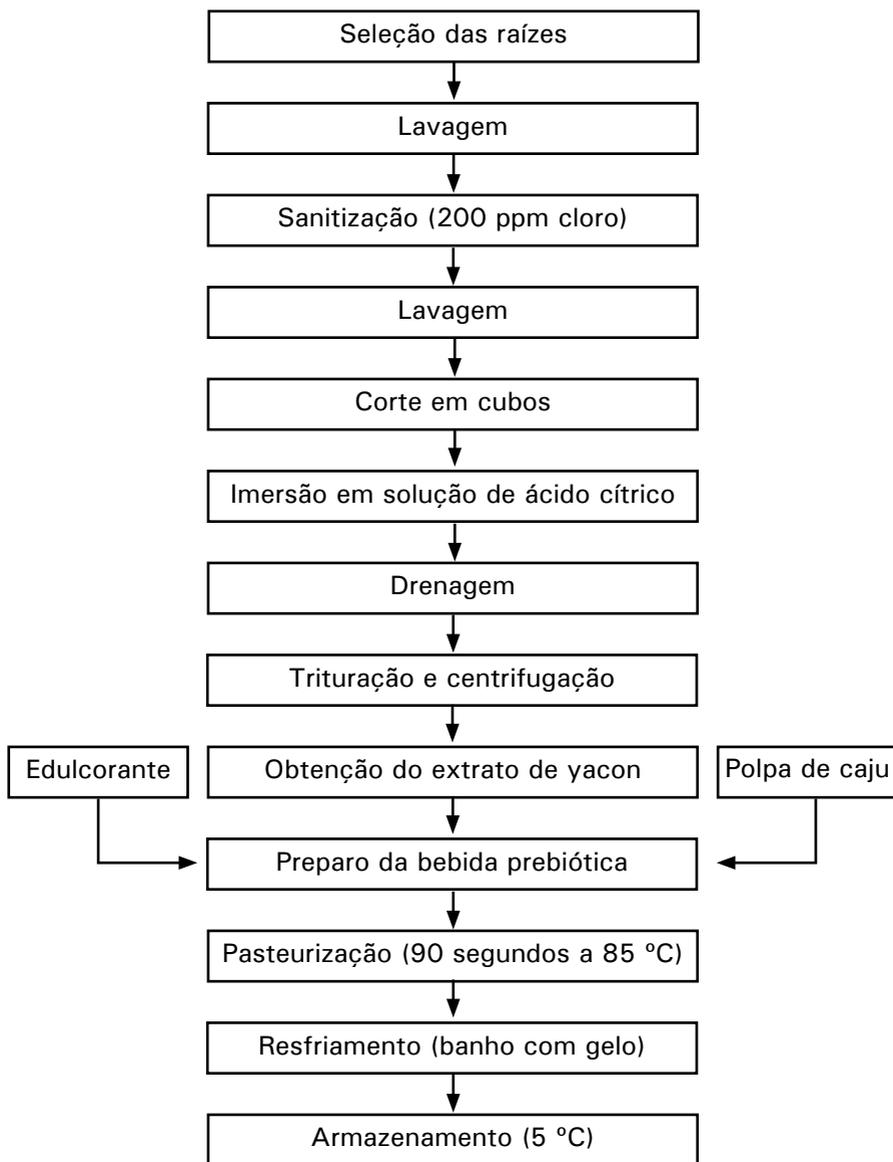
## Testes sensoriais para avaliação da aceitabilidade das bebidas funcionais

A aceitação das bebidas formuladas foi avaliada por 50 julgadores não treinados. As amostras foram agrupadas em 4 blocos com 4 amostras cada um, distribuídas aleatoriamente, com exceção das repetições no ponto central, as quais foram distribuídas uma em cada bloco. As amostras foram servidas refrigeradas em copos plásticos descartáveis de 50 mL. Para a avaliação da aceitação global das amostras, foi utilizada escala hedônica estruturada de 9 pontos.

## Processamento térmico

Com a análise do modelo gerado pela superfície de resposta, foi possível selecionar uma formulação. A bebida de caju e yacon foi formulada, distribuída em 3 lotes de 10 litros cada um e submetida ao tratamento térmico, utilizando um trocador tubular Armfield FT74X. O binômio tempo x temperatura utilizado foi de 90 segundos a 85 °C, e o enchimento foi efetuado a quente em garrafas de vidro de 200 mL, previamente higienizadas com cloro (200 ppm). Após o enchimento, as garrafas foram mantidas sob refrigeração (5 °C ± 2 °C) até o momento das análises. Tais condições são suficientes para eliminar microrganismos patogênicos e deteriorantes.

A Figura 1 mostra as etapas de processamento para obtenção da bebida prebiótica de caju.



**Figura 1.** Fluxograma de processamento da bebida prebiótica de caju e yacon.

## Aceitabilidade da bebida processada

A aceitabilidade da bebida pausterizada foi avaliada por 50 julgadores não treinados, sendo a bebida servida refrigerada em copos plásticos de 50 mL. A escala hedônica estruturada de 9 pontos foi utilizada para avaliação da aceitação global das amostras.

## Análises de compostos bioativos e atividade antioxidante total

As análises realizadas na bebida prebiótica foram:

- *Polifenóis extraíveis totais*: determinados por meio do reagente de Folin-Ciocalteu, utilizando uma curva padrão de ácido gálico como referência, conforme metodologia descrita por Larrauri et al. (1997).
- *Frutooligosacarídeos*: determinados segundo Horwitz et al. (2010).
- *Atividade antioxidante total (AAT)*: determinada por meio de três métodos distintos: a) método de captura do radical livre ABTS (MILLER et al., 1993), com modificações propostas por Rufino et al. (2006a); b) ensaio com radical DPPH (BRAND-WILLIAMS et al., 1995), com modificações propostas por Rufino et al. (2006b); c) método de redução do ferro (FRAP) (BENZIE; STRAIN, 1996), com modificações propostas por Rufino et al. (2006c).

## Análises microbiológicas

A qualidade microbiológica da bebida formulada foi avaliada pela determinação de coliformes fecais (MNP/mL) e *E. coli*, contagem de fungos filamentosos e leveduras e detecção de *Salmonella* spp., conforme a metodologia descrita no manual *FDA's Bacteriological Analytical Manual* (ANDREWS; HAMMACK, 2006; FENG; WEAGANT, 2002). O estudo foi realizado com três repetições, cada uma constituída por cinco unidades amostrais.

## Resultados e Discussão

Os ensaios realizados – sendo 4 ensaios fatoriais, 4 ensaios nos pontos axiais, e três pontos centrais – seguiram a matriz do delineamento estatístico descrita abaixo (Tabela 2). Nessa tabela, também podem ser visualizados os resultados da aceitabilidade sensorial das bebidas prebióticas.

**Tabela 2.** Matriz do delineamento e respostas.

Ensaio	Edulcorante (%)	Extrato de yacon (%)	Aceitabilidade
1	-1	-1	6,1
2	+1	-1	6,6
3	-1	+1	6,0
4	+1	+1	7,0
5	-1,41	0	5,0
6	+1,41	0	7,0
7	0	-1,41	7,0
8	0	+1,41	7,0
9	0	0	7,0
10	0	0	7,0
11	0	0	7,0

Os coeficientes de regressão, erro padrão, o valor  $t_{\text{calc}}$ , o p-valor e os limites de confiança para a aceitabilidade das bebidas são apresentados na Tabela 3. Os valores mostram que foram significativos apenas os termos linear e quadrático para a concentração de edulcorante (%). A ANOVA para a aceitabilidade, considerando apenas os termos estatisticamente significativos, é apresentada na Tabela 4. O coeficiente de determinação foi igual a 94,33% e o teste F foi altamente significativo, sendo o modelo adequado para descrever os resultados com base na superfície de resposta. Os parâmetros estatisticamente não significativos foram eliminados do modelo e adicionados aos resíduos (equação 1).

$$\text{Aceitabilidade} = 7,0 + 0,54 \text{ Edulcorante} - 0,51 \text{ Edulcorante}^2 \quad (\text{Eq. 1})$$

**Tabela 3.** Coeficientes de regressão do DCCR para aceitabilidade.

Fator	Coef. de regressão	Erro padrão	t(5)	p-valor	-95% limite de confiança	+95% limite de confiança
<b>Média</b>	<b>7,00</b>	<b>0,13</b>	<b>54,99</b>	<b>0,000</b>	<b>6,67</b>	<b>7,33</b>
<b>Edulcorante L</b>	<b>0,54</b>	<b>0,08</b>	<b>6,94</b>	<b>0,001</b>	<b>0,34</b>	<b>0,74</b>
<b>Edulcorante Q</b>	<b>-0,52</b>	<b>0,09</b>	<b>-5,59</b>	<b>0,002</b>	<b>-0,76</b>	<b>-0,28</b>
Extrato aquoso de yacon L	0,04	0,08	0,48	0,650	-0,16	0,24
Extrato aquoso de yacon Q	-0,19	0,09	-0,20	0,848	-0,26	0,22
Edulcorante x Extrato aquoso de yacon	0,12	0,11	1,13	0,309	-0,16	0,41

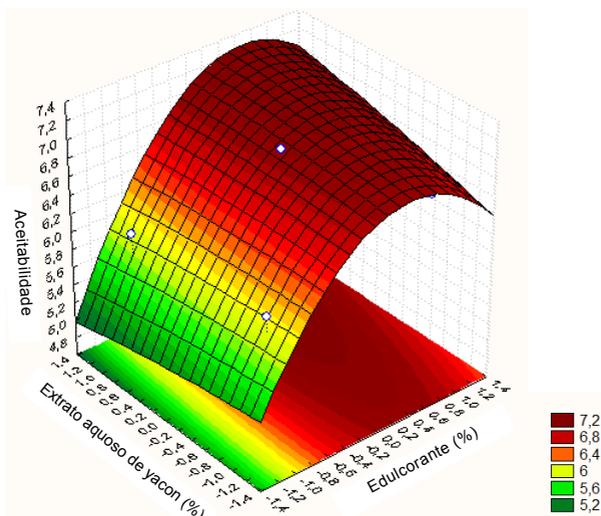
Fatores em negrito são estatisticamente significativos ao nível  $P < 0,05$ .

**Tabela 4.** ANOVA.

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	$F_{\text{calc}}$	p-valor
Regressão	3,86	2	1,93	38,6	0,0001
Resíduos	0,43	8	0,05		
Total	4,29	10	0,43		

% variação explicada ( $R^2$ ) = 94,33  $F_{2; 8; 0,05} = 4,46$ .

A partir da superfície de resposta gerada pelo modelo (Figura 2), podem-se obter as concentrações de edulcorante e de extrato de yacon que resultam em maior aceitabilidade das bebidas. É possível verificar que, para o edulcorante, a faixa ótima é de 0,06% a 0,09%, sendo que a concentração de extrato de yacon não foi estatisticamente significativa ( $P > 0,05$ ) para a aceitação sensorial das bebidas. Dessa forma, considerando os custos das matérias-primas empregadas, a formulação contendo 50% de yacon e 0,07% de edulcorante (stevia) foi selecionada para produção da bebida.



**Figura 2.** Superfície de resposta em função da concentração de edulcorante (%) e extrato de yacon (%), com valores codificados.

O conteúdo dos compostos bioativos e atividade antioxidante total da bebida prebiótica composta de 50% de yacon e 0,07% de edulcorante após o tratamento térmico de pasteurização é apresentado na Tabela 5.

**Tabela 5.** Compostos bioativos e atividade antioxidante total da bebida prebiótica de caju e yacon.

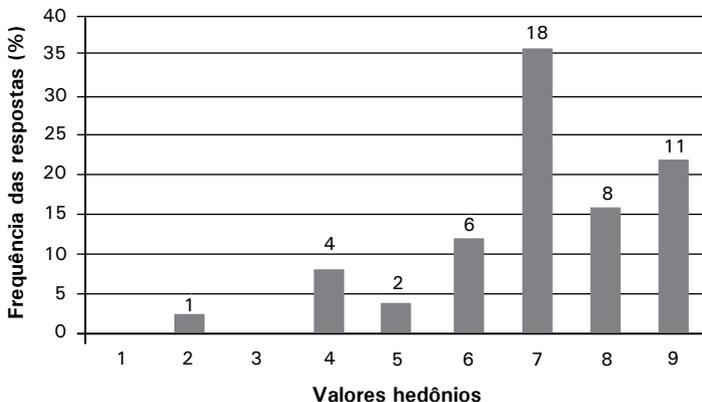
Compostos bioativos	Concentração
Polifenóis extraíveis totais (mg/100 g)	66,52
Frutooligossacarídeos (g/200 mL)	5,94
FRAP ( $\mu\text{M Fe}_2\text{SO}_4/\text{g}$ )	15,59
ABTS ( $\mu\text{M Trolox/g}$ )	6,45
DPPH (g de suco/g DPPH)	1.780,14

Para mensurar a atividade antioxidante total de uma amostra, atualmente se preconiza o uso de duas ou mais técnicas, devido à possibilidade de interferências e fundamentação diversa dos métodos.

Assim, a atividade antioxidante total foi mensurada por meio de três métodos diferentes, sendo eles a captura do radical 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS); a captura do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH); e o poder antioxidante de redução do ferro (FRAP – *Ferric reducing antioxidant power*). Os resultados encontrados para a bebida mostram valores consideráveis de atividade antioxidante total para todos os métodos testados, possivelmente relacionados à sua concentração de polifenóis (66,52 mg/100 g).

Com relação à concentração de frutooligossacarídeos, a bebida prebiótica apresentou cerca de 6,0 g/ 200 mL. Segundo a legislação brasileira, as alegações aprovadas relacionadas à propriedade de saúde e/ou funcional de um nutriente ou não nutriente do alimento, conforme o item 3.3 da Resolução nº 18/1999, englobam os frutooligossacarídeos. Essa alegação pode ser utilizada desde que a porção do produto pronto para consumo (200 mL) forneça no mínimo 3 g de FOS, se o alimento for sólido, ou 1,5 g, se o alimento for líquido. Dessa forma, a bebida desenvolvida neste trabalho contém cerca de quatro vezes o mínimo exigido pela legislação brasileira.

Não foi constatada a presença de coliformes fecais, *E. coli* e *Salmonella* sp. nas amostras avaliadas, indicando que o produto atende aos critérios de segurança microbiológica preconizados pela legislação brasileira para suco (ANVISA, 2001), cujo padrão é de ausência em 50 mL e 25 mL de bebida, respectivamente para coliformes fecais e *Salmonella* sp. Além disso, não houve crescimento de fungos filamentosos e leveduras nas amostras de bebidas. A pasteurização, além de garantir a estabilidade microbiológica do produto, manteve uma elevada aceitação da bebida (Figura 3) com média de aceitação de 7,1 e 86% das respostas na faixa de aceitação (notas de 6 a 9).



**Figura 3.** Histograma de frequência com valores hedônicos atribuídos à bebida prebiótica (1: desgostei muitíssimo; 2: desgostei muito; 3: desgostei; 4: desgostei pouco; 5: nem gostei, nem desgostei; 6: gostei pouco; 7: gostei; 8: gostei muito; 9: gostei muitíssimo).

## Conclusões

- A aceitação das bebidas foi influenciada pela concentração de edulcorante utilizada (0,01% a 0,10%).
- A concentração de extrato de yacon, nas concentrações avaliadas (50% a 70%) não apresentou influência na aceitabilidade das bebidas prebióticas.
- O tratamento que resultou em uma melhor aceitação foi aquele composto por 0,07% de edulcorante (stevia) e 50% de extrato de yacon.
- A bebida pasteurizada apresentou elevados teores de frutooligossacarídeos e boa aceitabilidade, além de ser segura com relação a microrganismos patogênicos.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e à Capes pelo financiamento da pesquisa e pelas bolsas de pós-graduação concedidas.

# Referências

ABREU, F. A. P.; SOUZA, A. C. R. **Cajúna**: como produzir com qualidade. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004, 34 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 95).

ANVISA. Aprova regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 10 jan. 2001b. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12-01rda.htm>>. Acesso em: 28 out. 2013.

ANDREWS, W. H.; HAMMACK, T. S. Salmonella. In: UNITED STATES FOOD DRUG ADMINISTRATION. **Bacteriological analytical manual online**. 8. ed. Rockville: FDA, 2006. Chap. 5. p. 5.1-23. Disponível em: <<http://www.cfsan.fda.gov/ebam/bam-5.html>>. Acesso em: 28 out. 2013.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, v. 239, p. 70-76, 1996.

BICAS, J. L.; SILVA, J. C.; DIONISIO, A. P.; PASTORE, G. M. Biotechnological production of bioflavors and functional sugars. **Food Science and Technology**, v. 30, 2010.

BRAND-WILIAMS, W., CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 25-30, 1995.

DIONISIO, A. P.; WURLITZER, N. J.; VIEIRA, N. V.; GOES, T. S.; MODESTO, A. L. G.; ARAÚJO, I. M. **Raiz tuberosa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): obtenção de extrato com manutenção das propriedades nutricionais e inativação de enzimas de escurecimento**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 206).

FENG, P.; WEAGANT, S. D. Enumeration of *Escherichia coli* and the coliform bacteria. In: UNITED STATES FOOD DRUG ADMINISTRATION. **Bacteriological analytical manual online**. 8. ed. Rockville: FDA, 2002. Chap. 4. p. 4.1-14. Disponível em: <<http://www.cfsan.fda.gov/ebam/bam-4.html>>. Acesso em: 28 out. 2013.

FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B.; AMORIM, T. B. F.; ALVES, R. E.; CASTRO, E. B. Características do pedúnculo para exportação. In: ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. (Ed.). **Caju pós-colheita**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 14-17.

GRAEFE, S.; HERMANN, M.; MARINQUE, I.; GOLOMBEK, S.; BUERKET, A. Effects of post-harvest treatments on the carbohydrate composition of yacon roots in the Peruvian Andes. **Field Crops Research**, v. 86, p. 157-165, 2004.

HORWITZ, W.; LATIMER J. R.; GEORGE, W. (Ed.). **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. 18. ed. 2005. Current through revision 3, 2010. Gaithersburg: AOAC, 2010. Chapter 45, met. 999.03, p. 96-98.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 1390-1393, 1997.

MILLER, N. J.; DIPLOCK, A. T.; RICE-EVANS, C.; DAVIES, M. J.; GOPINATHAN, V.; MILNER, A. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. **Clinical Science**, v. 84, p. 407-412, 1993.

MOLIS, C.; FLOURIÉ, B.; OUARNE, F.; GAILING, M.F.; LARTIGUE, S.; GUIBERT, A.; BORNET, F.; GALMICHE, J. P. Digestion, excretion, and energy value of fructooligosaccharides in healthy humans. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 64, n. 3, p. 324-328, 1996.

PAULA PESSOA, P. F. A. de; LEITE, L. A. de S.; PIMENTEL, C. R. M. Situação atual e perspectivas da agroindústria do caju. In: ARAÚJO, J. P. P.; SILVA, V. V. da. (Org.). **Cajucultura: modernas técnicas de produção**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, p. 53-69, 1995.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Metodologia Científica: **Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS•+**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006a. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 128).

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Metodologia Científica: **Determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP)**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006b. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 125).

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Metodologia Científica: **Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006c. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 127).

TEIXEIRA, A. P.; PAIVA, C. F.; RESENDE, A. J.; ZANDONADI, R. P. O efeito da adição de yacon no suco de laranja industrializado sobre a curva glicêmica de estudantes universitários. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 2, 313-319, 2009.

VALENTOVÁ, K.; STEJSKAL, D.; BARTEK, J.; DVORÁCKOVÁ, S.; KREN, V.; ULRICHOVÁ, J.; SIMÁNEK, V. Maca (*Lepidium meyenii*) and yacon (*Smallanthus sonchifolius*) in combination with silymarin as food supplements: in vivo safety assessment. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, p. 1006-1013, 2008.

YUN, J.W. Fructooligosaccharides - occurrence, preparation and application. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 19, n. 2, p. 107-117, 1996.



---

*Agroindústria Tropical*

Ministério da  
**Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

