

DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DE BATATA BAROA (*Arracacia xanthorrhiza*)¹

Márcio Caliarí², Manoel Soares Soares Júnior²,
Tatiana Nunes Fernandes³ e Santor Gonçalves Júnior³

ABSTRACT

OSMOTIC DEHYDRATION OF PERUVIAN CARROT (*Arracacia xanthorrhiza*)

The aim of this research was to study the excellent conditions for the osmotic dehydration of Peruvian carrot (*Arracacia xanthorrhiza*), submitted in sequence to freezing, and frying, and sensorial analysis. The results showed maximum dehydration of about 18% of the initial mass, under the following conditions: a concentration of 45 g of sodium chloride and 45 g of sucrose for 100 ml of solution, thirty minutes of contact time, and a temperature of 50°C. The sensorial evaluation showed that osmotic dehydration of Peruvian carrot, before freezing and frying can be a new alternative for the consumer market.

KEY WORDS: osmotic dehydration, Peruvian carrot, freezing, sensorial analysis.

INTRODUÇÃO

A batata baroa é provavelmente a planta cultivada mais antiga da América do Sul. Pertence à família Umbelliferae (Apiaceae) e ao gênero *Arracacia*. A espécie *A. xanthorrhiza* é originária da região andina, compreendida por Venezuela, Equador, Peru, Bolívia e, sobretudo, pela Colômbia, local de cultivo intensivo e extensivo, onde se encontra a maior diversidade de características da espécie. A batata baroa adaptou-se, após melhoramento genético, às regiões do Brasil com condições de clima e altitude aproximadas às de sua origem. Neste país, a batata baroa foi introduzida por volta de 1900, trazida das Antilhas, sendo cultivada e consumida principalmente nas regiões Sudeste e Sul (Casali & Sediya 1997).

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estudar as condições ótimas para desidratação osmótica de batata baroa (*Arracacia xanthorrhiza*), submetida, em seqüência, ao congelamento e fritura, e à avaliação sensorial. Os resultados mostraram uma desidratação máxima em torno de 18% da massa inicial, sob as seguintes condições: concentração de 4 g de cloreto de sódio e 45 g de sacarose por 100 mL de solução, trinta minutos de tempo de contato e temperatura de 50°C. A avaliação sensorial mostrou que a desidratação osmótica, seguida de congelamento e fritura, pode ser uma nova alternativa viável para o mercado consumidor de batata baroa.

PALAVRAS-CHAVE: desidratação osmótica, batata baroa, congelamento, análise sensorial.

Para fins alimentícios são utilizadas apenas as raízes da planta, desprezando-se as porções aéreas, compostas por ramos e pelo pedúnculo (Pereira 1995).

A raiz da batata baroa, como qualquer outra raiz comestível, é um órgão vivo, retirado do solo e destacado da planta em plena atividade metabólica. A velocidade da deterioração dos produtos de origem vegetal está normalmente associada à resposta fisiológica dos tecidos às condições adversas do ambiente. A principal causa da perecibilidade da batata baroa está relacionada com a alta taxa de perda de água. Na colheita, o teor de umidade das raízes varia entre 69% e 76%. Depois de colhidas as raízes continuam perdendo água em forma de vapor, tornando-se murchas, enrugadas ou mumificadas,

1. Trabalho recebido em out./2003 e aceito para publicação em mai./2004 (registro nº 590).

2. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Caixa Postal 131.
CEP 74001-970, Goiânia - GO. E-mail: macaliari@ig.com.br; manoel@agro.ufg.br

3. Curso de Engenharia de Alimentos, Centro Universitário de Belo Horizonte, Uni-BH. Av. Prof. Mário Werneck, 1685.
CEP 30465-610, Belo Horizonte - MG.

sendo assim rejeitadas pelo consumidor. A conservação da batata baroa é ponto crítico na comercialização de suas raízes (Avilar Filho 1997).

Comparativamente ao ciclo de produção da planta, que varia entre dez e onze meses, suas raízes possuem curta vida pós-colheita, cuja duração máxima é de sete dias à temperatura ambiente. Esse fato tem implicações diretas no manuseio, na distribuição e na disponibilização do produto, fazendo com que o seu preço sofra flutuações acentuadas ao longo do ano (Santos 1997).

A batata baroa, também conhecida como mandioca-salsa ou mandioquinha, contém cerca de 30% de carboidratos, além de minerais como cálcio, fósforo, ferro, potássio e vitaminas A e C. No Brasil, a produção de mandioquinha-salsa é quase exclusivamente destinada ao consumo caseiro, com exceção de pequena produção de purês desidratados usados na fabricação de sopas instantâneas. O processamento da batata baroa não é muito antigo, como o da batata, batata-doce e mandioca. Os inconvenientes e dificuldades do armazenamento doméstico dessa raiz estão contribuindo para o aumento, bem como para a diversificação da sua industrialização. A oferta de produtos processados, possivelmente, aumentará o consumo e incrementará a produção de batata baroa no Brasil (Pereira & Santos 1997).

A diminuição da umidade dos alimentos é um dos métodos mais antigos utilizados para a sua conservação. A redução do conteúdo de água a um nível muito baixo elimina a possibilidade de deterioração microbológica e reduz apreciavelmente a velocidade de outros mecanismos de deterioração. Além do efeito conservante, a desidratação reduz o peso e o volume do alimento, aumentando a eficiência do transporte e do armazenamento (Singh & Heldman 1998).

A osmose é um processo natural que ocorre quando duas soluções de diferentes concentrações são separadas por uma membrana que dá passagem a um certo tipo de moléculas e não a outras. Ocorre uma movimentação de moléculas do solvente através da membrana, no sentido da solução mais diluída para a mais concentrada, com uma tendência de uniformização das concentrações com o tempo. Este fenômeno pode ocorrer nos tecidos vegetais quando, por exemplo, as hortaliças são colocadas em soluções concentradas. A água passa pelas membranas saindo das células e resultando em uma desidratação do tecido. Esse processo é chamado de desidratação por concentração osmótica e pode ser utilizado como um

pré-tratamento em vegetais a serem desidratados (Gava 1999).

Um dos principais objetivos das pesquisas em conservação de hortaliças é o desenvolvimento de produtos com longo prazo de validade, cujas propriedades sensoriais e nutritivas se pareçam ao máximo com as hortaliças *in natura*. Evidentemente, essas características aumentam a probabilidade de aceitação do produto preparado, pelos consumidores. A desidratação osmótica é uma técnica que permite reduzir o teor de água de um alimento e, conseqüentemente, aumentar a vida útil do produto final (Barros Neto *et al.* 2001).

A batata baroa frita, em fatias ou "chips", é um produto ainda pouco explorado e bastante promissor, haja vista a qualidade e características finais observadas em testes realizados experimentalmente. A fritura pode ser realizada em equipamentos contínuos ou intermitentes. A temperatura de fritura pode variar entre 160°C a 180°C, num tempo máximo de quatro minutos. Os óleos mais utilizados são o de milho, o de algodão e o de amendoim, sendo mais recomendado o uso da gordura vegetal hidrogenada (Pereira & Santos 1997).

A industrialização de hortaliças vem crescendo em algumas regiões brasileiras devido à demanda cada vez maior por alimentos prontos ou semipreparados. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi otimizar as condições para a desidratação osmótica da batata baroa, e avaliar sensorialmente o produto desidratado osmoticamente, congelado e frito.

MATERIAL E MÉTODOS

Raízes de batata baroa foram obtidas no comércio local de Belo Horizonte-MG. Procurou-se selecionar raízes de tamanhos uniformes. Os agentes osmóticos utilizados foram a sacarose (açúcar comercial) e o cloreto de sódio (sal comercial).

Para estudo dos efeitos da desidratação osmótica nessa batata, utilizou-se o delineamento rotacional composto associado ao método de superfície de resposta (MSR), conforme descreve Barros Neto *et al.* (2001). Totalizaram 29 tratamentos com cinco repetições no ponto central (Tabela 1). Todos os testes foram realizados em triplicata. Estudou-se o efeito de quatro variáveis independentes: concentração de NaCl (X_1) e de sacarose (X_2) na solução, tempo de contato da batata com a solução (X_3) e temperatura da solução (X_4). A variável resposta avaliada foi a perda de umidade (Y). Estas variáveis e as faixas de trabalho foram definidas após ensaios preliminares. Os valores

Tabela 1. Estrutura dos tratamentos segundo o delineamento rotacional composto

Tratamento	Sal (X ₁)	Açúcar (X ₂)	Tempo (X ₃)	Temperatura (X ₄)
1	-1	-1	-1	-1
2	+1	-1	-1	-1
3	-1	+1	-1	-1
4	+1	+1	-1	-1
5	-1	-1	+1	-1
6	+1	-1	+1	-1
7	-1	+1	+1	-1
8	+1	+1	+1	-1
9	-1	-1	-1	+1
10	+1	-1	-1	+1
11	-1	+1	-1	+1
12	+1	+1	-1	+1
13	-1	-1	+1	+1
14	+1	-1	+1	+1
15	-1	+1	+1	+1
16	+1	+1	+1	+1
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	-2	0	0	0
21	+2	0	0	0
22	0	-2	0	0
23	0	+2	0	0
24	0	0	-2	0
25	0	0	+2	0
26	0	0	0	-2
27	0	0	0	+2
28	0	0	0	0
29	0	0	0	0

reais foram codificados em cinco níveis diferentes: -2, -1, 0, 1, 2 (Tabela 2). A variável resposta, perda de umidade do produto em base úmida, foi determinada por pesagem antes e após o tratamento, segundo método recomendado pela AOAC (1990).

Após selecionadas de acordo com o tamanho e diâmetro, as raízes foram lavadas, descascadas e cortadas em "fatias", com espessura de 1,0 cm e diâmetro aproximado de 2,5 cm. Foram, então, pesadas para a obtenção do peso inicial e acondicionadas em béquers cobertos por vidro de relógio.

As soluções foram preparadas em concentrações diferentes de açúcar e sal, em água destilada. A concentração de sal na solução variou de 0% a 8 % e a de açúcar de 0% a 60%, de acordo com o delineamento experimental (Tabela 2). Os componentes da solução foram transferidos para um béquer e levados ao misturador magnético. Após a completa dissolução, a solução foi transferida para um balão volumétrico para adicionar-se água até atingir a concentração prevista. A solução foi dividida em porções de 100 mL e transferida para béquers de 250 mL numerados. Logo após, os béquers foram colocados no banho-maria até atingirem a temperatura desejada, que variou de 30°C a 70°C (Tabela 2).

Após a solução atingir a temperatura desejada, as amostras (em triplicata) foram imersas nos béquers nas soluções correspondentes. Elas foram retiradas depois de um intervalo de tempo que variou entre 10 e 50 minutos, também de acordo com o delineamento experimental (Tabela 2). Depois o excesso de água foi drenado e a superfície seca com papel toalha para se obter o peso final. Imediatamente após, as porções foram ensacadas a vácuo, identificadas e congeladas a -18°C.

Antes e após o processo de desidratação, realizaram-se determinações de massa da amostra, em balança analítica. Em seguida, foram realizados os cálculos da porcentagem de perda de água de cada tratamento. O cálculo da perda de umidade (base úmida) foi realizado pela expressão:

$$\text{Perda de umidade} = \frac{Mi - Mf}{Mi} 100$$

em que: a perda de umidade é dada em grama/100 grama de amostra; *Mi* é a massa inicial em gramas, antes da desidratação; e *Mf*, a massa final em gramas, após a desidratação.

Depois de obtidas as respostas para todos os tratamentos, procederam-se à determinação das condições ótimas. Os gráficos bi e tridimensionais, a análise de variância (Anova) e a descrição matemática do processo foram obtidos através do programa computacional Statistica 5.0 (Statistica for Windows 1995).

Para realização da análise sensorial, utilizaram-se as amostras das três melhores condições de desidratação osmótica, juntamente com uma amostra controle "não desidratada", congelada nas mesmas condições das anteriores. A fritura foi realizada em fritadeiras industriais a uma temperatura de 180°C, durante quatro minutos.

A análise sensorial para a avaliação e aceitação do produto foi aplicada a quarenta provadores. Foram avaliados os seguintes atributos (Moraes 1993):

Tabela 2. Níveis codificados e reais das variáveis independentes

Variáveis	Níveis codificados / Níveis reais				
	-2	-1	0	1	2
X ₁ : NaCl [g.(100mL) ⁻¹]	0	2	4	6	8
X ₂ : Sacarose [g.(100mL) ⁻¹]	0	15	30	45	60
X ₃ : Tempo (min)	10	20	30	40	50
X ₄ : Temperatura (°C)	30	40	50	60	70

aparência (escala hedônica de 9 pontos), textura (escala hedônica variando de -4 a 4, tendo o valor zero como ideal), sabor (escala hedônica de 9 pontos) e intenção de compra (escala hedônica de 5 pontos). As médias dos resultados da avaliação sensorial dessas três amostras (tratamentos) mais a amostra controle (sem desidratação) foram analisadas pelo teste Tukey ($\alpha = 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos resultados experimentais para cada tratamento estão apresentadas na Tabela 3. A estimativa da perda de umidade da batata baroa, em função das concentrações de sal e de sacarose, do tempo de contato do produto com a solução e da temperatura da solução, é representada matematicamente pela seguinte equação:

$$Y = 16,47460 + 1,18618X_1^2 - 2,09549X_2 + \\ - 0,60443X_2^2 + 1,56493X_3 - 0,90110X_3^2 + \\ - 0,60840X_4 - 2,46026X_4^2 + 0,50344X_1X_2 + \\ + 0,22260X_1X_3 - 0,50406X_1X_4 + 0,05469X_2X_3 + \\ + 2,10052X_2X_4 - 0,65531X_3X_4$$

Quase todos os termos dessa regressão influenciaram significativamente a perda de umidade da batata baroa (Y) a 1% de probabilidade ($p < 0,01$), excluindo-se o efeito da interação da concentração de NaCl e tempo (X_1X_3) que foi significativo apenas a 5% de probabilidade, e o efeito da interação de concentração de sacarose e tempo (X_2X_3), que não foi estatisticamente significativo ($p > 0,05$).

Tabela 3. Médias de perda de umidade (%) dos tratamentos experimentais aplicados para desidratação osmótica de batata baroa

Tratamento	Perda de umidade (%)	Tratamento	Perda de umidade (%)
1	7,4850	16	17,5700
2	8,4000	17	16,7600
3	7,8567	18	16,8250
4	11,2100	19	16,1150
5	12,0067	20	10,5450
6	13,7500	21	17,0700
7	10,7300	22	13,6200
8	16,4600	23	17,3467
9	4,6967	24	11,2833
10	5,6400	25	17,3100
11	13,7100	26	10,8500
12	14,4267	27	5,2700
13	6,3500	28	16,3930
14	6,4300	29	16,2800
15	15,6333	-	-

A Tabela 4 de análise de variância mostra que o modelo de regressão para perda de umidade é significativo ($p < 0,05$) e pode ser considerado preditivo. Apesar da falta de ajuste ser significativa, pode ser considerada aparente, pois o quadrado médio do erro experimental foi muito pequeno (Box & Drapper 1987). O coeficiente de determinação do modelo (R^2) mostrou que 89% da variação na resposta foram explicadas pela função estimada.

Para melhor verificação do efeito das variáveis estudadas sobre a perda de umidade (Y), elaborou-se gráficos de superfície de resposta e curvas de nível, mantendo-se constante o tempo de contato (X_3) em 30 minutos, e a temperatura da solução (X_4) em 50°C (Figura 1). Pela análise dos gráficos é possível verificar que se pode obter valores de perda de umidade acima de 17,75%. Estes valores seriam possíveis na área de máximo da Figura 1 e se encontram com valores de concentração de sal superiores a 4 gramas de NaCl/ 100mL de solução e de concentração de açúcar superiores a 40 gramas de sacarose/ 100 mL de solução.

Para a avaliação sensorial foram escolhidas as três amostras, entre os pontos experimentais do delineamento, com maiores perdas de umidade: amostra 1 – tratamento 16 (6 g NaCl e 45 g sacarose por 100 mL de solução, 40 minutos e 60°C), amostra 2 – tratamento 21 (8 g NaCl e 30 g sacarose por 100 mL de solução, 30 minutos e 50°C) e amostra 3 – tratamento 23 (4 g NaCl e 60 g sacarose por 100 mL de solução, 30 minutos e 50°C), com perdas de 17,57%, 17,07% e 17,35% respectivamente. Esta avaliação não foi realizada somente para o tratamento de maior desidratação, pois os valores das perdas de água estavam muito próximos e as concentrações de sal e açúcar poderiam influenciar nos resultados da avaliação sensorial.

Os testes estatísticos para os atributos aparência e textura mostraram que os consumidores não detectaram diferença alguma entre o controle e as amostras de batata baroa desidratadas (Tabela 5). Já para os atributos sabor e intenção de compra foi

Tabela 4. Análise de variância para perda de umidade (g) da batata baroa por desidratação osmótica

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F calculado
Regressão	13	461,99225	35,5379	9,71**
Resíduo	15	54,8725	3,6582	-
Falta de ajuste	10	54,4944	5,4494	56,67**
Erro puro	4	0,3781	0,0945	-
Total	28	516,8605	-	-

** - Valores significativos a 1% de probabilidade.

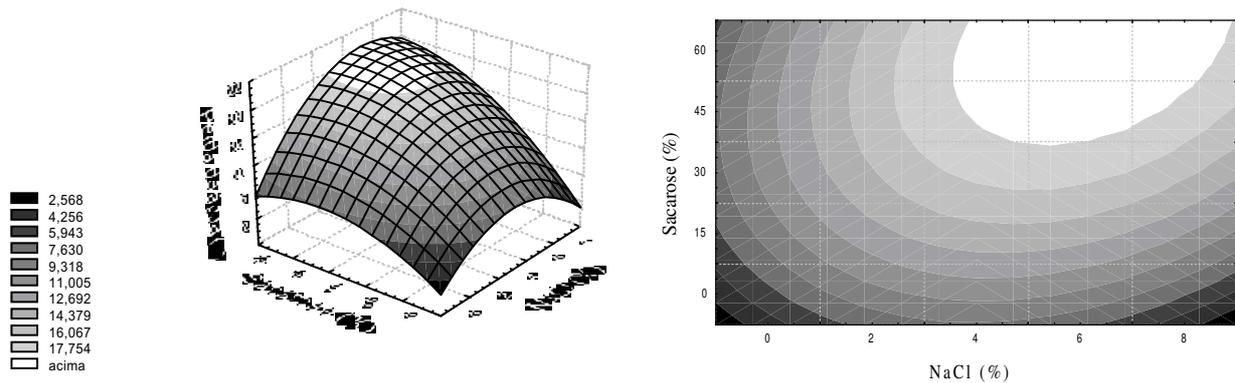


Figura 1. Superfície de resposta e respectivas isoquantas da perda de umidade de batata baroa (Y) em g de água.(100 g)⁻¹ de amostra, em função da concentração de NaCl (X1) e de sacarose (X2) em g.(100 mL)⁻¹ de solução, com o tempo e a temperatura fixados em 30 minutos e 50°C, respectivamente

Tabela 5. Média dos resultados da avaliação sensorial das amostras de batata baroa desidratada sob diferentes tratamentos, e para a amostra controle (sem desidratação), congeladas e fritas

Tratamentos ²	Atributos Sensoriais ¹							
	Aparência		Textura		Sabor		Intenção de Compra	
	Média ³	Desvio	Média ³	Desvio	Média ³	Desvio	Média ³	Desvio
Controle	6,45a	1,99	0,33a	1,77	4,48b	2,20	2,25b	1,30
Amostra 1	7,13a	1,52	0,23a	1,27	6,95a	1,87	3,63a	1,17
Amostra 2	6,80a	1,83	0,53a	1,62	7,23a	1,76	3,78a	1,31
Amostra 3	7,03a	1,62	-0,05a	1,57	6,38a	2,01	3,45a	1,30

¹- Resultados de média de 40 provadores segundo escalas hedônicas; ²- Controle: amostra congelada não desidratada osmoticamente; Amostra 1: 6 g NaCl e 45 g sacarose por 100 mL de solução, 40 minutos e 60°C; Amostra 2: 8 g NaCl e 30 g sacarose por 100 mL de solução, 30 minutos e 50°C; Amostra 3: 4 g NaCl e 60 g sacarose por 100 mL de solução, 30 minutos e 50°C, com perdas de umidade de 17,57%, 17,07% e 17,35%, respectivamente; ³- Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

evidenciada uma preferência dos consumidores pelas amostras previamente desidratadas. Em nenhum dos atributos sensorialmente estudados foi detectada uma diferença significativa entre as amostras desidratadas.

3. As avaliações sensoriais realizadas demonstraram que a batata baroa desidratada e congelada pode ser uma nova alternativa para comercialização deste produto no mercado.

CONCLUSÕES

1. A desidratação de batata baroa por concentração osmótica possibilita uma perda máxima de umidade em torno de 17,75 g água por 100 g amostra, com uma concentração de 4 g de cloreto de sódio e 45 g de sacarose por 100 mL de solução, sob 30 minutos de contato e temperatura de 50°C.
2. A desidratação osmótica seguida de fritura é uma alternativa para a substituição do processo de fritura direta da batata baroa, uma vez que não compromete a textura do produto, que pode ser preparado de modo rápido, diretamente do congelamento para a fritura.

REFERÊNCIAS

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official methods of analysis, 15. AOAC, Washington. 1298 p.
- Avelar Filho, J. A. 1997. Manejo pós-colheita de mandioquinha-salsa. Informe Agropecuário, 19 (190): 55-56.
- Barros Netto, B., I. S. Scarminio & R. E. Bruns. 2001. Como fazer experimentos: Pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 401 p.
- Box, G. E. P. & N. R. Drapper. 1987. Empirical model-building and response surfaces. Wiley, New York. 309 p.

- Casali, V. W. D. & M. A. N. Sedyama. 1997. Origem e botânica da mandioquinha-salsa. Informe Agropecuário, 19 (190): 13-14.
- Gava, A. J. 1999. Princípios da tecnologia de alimentos. Nobel, São Paulo. 284 p.
- Moraes, M. A. C. 1993. Métodos para avaliação sensorial dos alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 93 p.
- Pereira, A. S. 1995. O valor nutritivo da mandioquinha-salsa p.14-16. In Encontro Nacional sobre a mandioquinha-salsa, 5. Venda Nova do Imigrante, Espírito Santo, 389 p. (Palestra e Trabalhos Técnicos).
- Pereira, A. S. & F. F. Santos. 1997. Processamento industrial da mandioquinha-salsa. Informe Agropecuário, 19 (190): 56-60.
- Santos, F. F. 1997. A cultura da mandioquinha-salsa no Brasil. Informe Agropecuário, 19 (190): 5-7.
- Singh, R. P. & D. R. Heldman. 1998. Introducción a la ingeniería de los alimentos. Acribia, Zaragoza. 554 p.
- Statistica for Windows (Release 5.0 A). StatSoft, Inc. Tulsa, OK, USA, 1995.