

Efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades tecnológicas de extrusado de feijão-caupi

Effect of extrusion parameters on the technological properties of cowpea extrudate

Izabel Cristina Veras Silva¹; Jorge Minoru Hashimoto²; Kaesel Jackson Damasceno e Silva²; Carlos Wanderlei Piler de Carvalho³; José Luís Ramírez Ascheri³; Melicia Cíntia Galdeano³¹

RESUMO: Neste trabalho analisou-se a influência da temperatura de extrusão, umidade e velocidade de rotação das roscas sobre as propriedades tecnológicas dos produtos extrusados obtidos a partir de farinha de cotilédones de feijão-caupi, em equipamento de dupla rosca (Clextral Evolum HT25) utilizando o Delineamento Box-Behnken. Os produtos extrusados avaliados quanto ao índice de expansão radial, longitudinal e volumétrica; dureza; índice de absorção de água e índice de solubilidade em água. Dentre os parâmetros de processo avaliados a temperatura de extrusão e a umidade exerceram o efeito mais pronunciado sobre as propriedades tecnológicas dos extrusados. O índice de expansão apresentou valores crescentes com a temperatura sob baixos teores de umidade. A dureza dos extrusados e também o índice de absorção de água e o índice de solubilidade em água das farinhas extrusadas não mostraram modelo de regressão significativo com as condições de processo.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*; extrusão; novos produtos; propriedades tecnológicas.

ABSTRACT: In this work the influence of extrusion temperature, moisture was analyzed; and rotation speed of the threads on the technological properties of the extruded products obtained from cotyledon flour of cowpea. Processing was performed on a double-threaded device (Clextral Evolum HT25) using the Box-Behnken Design. The extruded products were evaluated for radial, longitudinal and volumetric expansion index; hardness; water absorption index and solubility index in water. Among the process parameters evaluated the extrusion temperature and the humidity had the most pronounced effect on the technological properties of the extrudates. The expansion index presented increasing values with the temperature under low moisture contents. The hardness of the extrudates and also the water absorption index and the water solubility index of the extruded flours showed no significant regression model with the process conditions.

Key-words: *Vigna unguiculata*; extrusion; new products; technological properties.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] é uma cultura versátil em termos de mercado, podendo ser comercializada na forma de grãos secos, vagens e grãos verdes ou imaturos (feijão-verde), farinha usada no preparo de acarajé e abará, enlatados e congelados (ROCHA et al., 2009).

A fim de diversificar e aumentar o consumo de feijão-caupi, outras formas de processamento têm sido propostas, destacando-se a extrusão, pela possibilidade de

¹¹ *Estudante de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição/Doutorado/UFPI, estagiária da Embrapa Meio-Norte, izabelveras@outlook.com; ²Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, jorge.hashimoto@embrapa.br, kaesel.damasceno@embrapa.br; ³Pesquisador da Embrapa Agroindústria de alimentos carlos.piler@embrapa.br, jose.ascheri@embrapa.br, melicia.galdeano@embrapa.br

desenvolver produtos mais convenientes, agregando as qualidades nutricionais do feijão-caupi.

A extrusão é um processo de cocção industrial que combina umidade, alta pressão, calor e atrito mecânico por um curto período de tempo, ocasionando alterações físicas e químicas dos alimentos a fim de favorecer suas características tecnológicas (CARREIRO et al., 2008). De acordo com LUSTOSA et al., (2008), devido ao grande número de variáveis envolvidas no processo e sua complexidade, o controle das condições de extrusão é essencial para garantir a boa qualidade do produto e evitar perdas de nutrientes.

Diante do interesse na implantação de novas tecnologias para o desenvolvimento de produtos a partir de feijão-caupi, objetivou-se avaliar o efeito da temperatura de extrusão, velocidade de rotação da rosca e teor de umidade sobre as propriedades tecnológicas dos produtos extrusados obtidos a partir de farinha de cotilédones de feijão-caupi.

MATERIAL E MÉTODOS

A remoção do tegumento de grãos de feijão-caupi da cultivar BRS Tumucumaque foi realizada em descorteador (Suzuki MB-1). Os cotilédones resultantes foram triturados em moinho de facas (Renard MFC-180-75-01), os fragmentos transformados em farinha de cotilédones no moinho de rolos (Brabender Quadrumat Senior). Esta foi submetida ao processo de extrusão em equipamento de dupla rosca (Clextral Evolum HT25), utilizando Delineamento Box-Behnken com três variáveis independentes: temperatura (100; 120 e 140°C), umidade (12; 14 e 16%); e velocidade de rotação das roscas (300; 500 e 700 rpm) na obtenção dos extrusados, que foram submetidos à secagem em estufa de circulação de ar (60°C/4 horas), seguido do resfriamento e armazenamento em sacos plásticos.

Os produtos extrusados foram avaliados quanto aos índices de expansão radial (IER), longitudinal (IEL) e volumétrica (IEV), de acordo com a metodologia descrita por Alvarez-Martinez et al. (1988); dureza (textura instrumental) determinada no analisador de textura TA-XT2i; índices de solubilidade em água (ISA) e absorção de água (IAA) das amostras foi realizada conforme os princípios básicos do método descrito por Anderson *et al.* (1969).

Os parâmetros de otimização foram definidos através do planejamento fatorial. Os cálculos de ANOVA, gráficos de superfície de resposta e coeficientes de regressão com Statistica (StatSoft, Versão 10).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de regressão mostraram não haver ocorrido influência significativa da interação dos parâmetros analisados sobre o IER (Tabela 1)

Tabela 1. Coeficiente de regressão das variáveis resposta IER, IEL e IEV em função da variação da temperatura do extrusor (°C), umidade (%) e velocidade de rotação(RPM).

	IER				IEL				IEV			
	CR.	EP.	t(2)	P val	CR.	EP.	t(2)	P val	CR.	EP.	t(2)	P val
1(L)	-0,27	0,49	-0,55	0,63	-23,10	48,28	-0,47	0,67	-1,80	2,00	-,89	0,46
1(Q)	0,00	0,00	0,10	0,92	-0,55	0,43	-1,29	0,32	0,00	0,00	0,25	0,82
2(L)	0,04	0,03	1,22	0,34	0,00	0,00	0,78	0,51	0,07	0,14	0,54	0,64
2(Q)	-0,00	0,00	-1,34	0,30	-0,04	0,03	-1,28	0,32	-0,00	0,00	-,57	0,62
3(L)	-1,48	5,38	-0,27	0,80	0,00	0,00	0,77	0,52	29,12	22,00	1,32	0,31
3(Q)	-0,01	0,17	-0,10	0,92	9,45	4,72	1,99	0,18	-1,41	0,71	-,97	0,18
1L by 2L	-0,00	0,00	-0,63	0,58	-0,38	0,15	-2,48	0,13	0,00	0,00	0,30	0,79
1L by 3L	0,01	0,01	1,00	0,42	0,00	0,00	2,22	0,15	0,08	0,06	1,29	0,32
2L by 3L	-0,00	0,00	-0,35	0,75	0,01	0,01	0,71	0,55	-0,00	0,00	-,39	0,73

$R^2 =$	0,79	0,78	0,79
---------	------	------	------

L= efeito linear; Q= efeito quadrático; 1= temperatura do extrusor; 2= umidade; 3= e velocidade de rotação.

** significativo ao nível de 5% de probabilidade.*

Para o IEL não houve diferenças significativas ($p \leq 0,05$) (Tabela 1) para os efeitos linear e quadrático das variáveis analisadas. A análise dos valores representados indica que 78,40% da variabilidade da resposta pode ser explicada pelo modelo. Com relação ao IEV o valor de R^2 de 79,45% (Tabela 1) indica que esse percentual da variação poderia ser explicado pelo modelo matemático, no entanto a falta de ajuste torna o modelo não preditivo. Não houve efeito significativo das variáveis temperatura do extrusor, teor de umidade e velocidade de rotação da rosca sobre o IEV.

De acordo com a tabela 2, o modelo de regressão adotado para ISA não foi significativo ($p < 0,05$). Dentre os parâmetros do modelo não foi observado efeito significativo da temperatura do extrusor ($^{\circ}\text{C}$), teor de umidade (%) e velocidade de rotação da rosca (RPM). Também, não observou-se efeito significativo na interação entre os parâmetros estudados.

Tabela 2. Coeficiente de regressão das variáveis resposta ISA, IAA e DUREZA em função da variação da temperatura do extrusor ($^{\circ}\text{C}$), umidade (%) e rotação da rosca (RPM).

	ISA				IAA				DUREZA			
	CR.	EP.	t(2)	P val	CR.	EP.	t(2)	P val	CR.	EP.	t(2)	P val
1(L)	-0,36	0,55	-0,65	0,58	-0,13	0,04	-3,06	0,09	0,167	0,069	2,420	0,136
1(Q)	0,00	0,00	0,10	0,92	0,00	0,00	2,77	0,10	-0,000	0,000	-1,141	0,371
2(L)	0,04	0,04	1,09	0,38	-0,00	0,00	-2,48	0,13	0,005	0,005	1,031	0,410
2(Q)	-0,00	0,00	-2,27	0,15	0,00	0,00	1,21	0,34	-0,000	0,000	-4,320	0,049
3(L)	7,97	6,08	1,30	0,32	-0,23	0,46	-0,51	0,65	-0,908	0,760	-1,193	0,354
3(Q)	-0,29	0,19	-1,50	0,27	-0,01	0,01	-0,71	0,55	0,074	0,024	2,992	0,095
1L by 2L	0,00	0,00	1,82	0,21	-0,00	0,00	-0,59	0,61	0,000	0,000	1,159	0,365
1L by 3L	0,00	0,01	0,41	0,71	0,00	0,00	1,83	0,20	-0,008	0,002	-3,523	0,071
2L by 3L	-0,00	0,00	-1,00	0,42	0,00	0,00	2,68	0,11	-0,000	0,000	-1,012	0,417
R^2	0,90				0,92				0,96			

L= efeito linear; Q= efeito quadrático; 1= temperatura do extrusor; 2= umidade; 3= e velocidade de rotação.

** significativo ao nível de 5% de probabilidade.*

Como pode ser observado na Tabela 2, nenhuma das variáveis estudadas apresentou relação significativa com o IAA. O modelo de regressão adotado para o IAA não foi significativo ($p < 0,05$). O coeficiente de determinação foi de 92,98%, indicando bom ajuste do modelo aos dados analisados.

A DUREZA foi afetada significativamente pela velocidade de rotação do extrusor ($p < 0,05$), que apresentou coeficiente negativo. As interações entre as variáveis estudadas não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$). O valor do coeficiente de determinação foi de 96% para o modelo de regressão, indicando que este é preditivo.

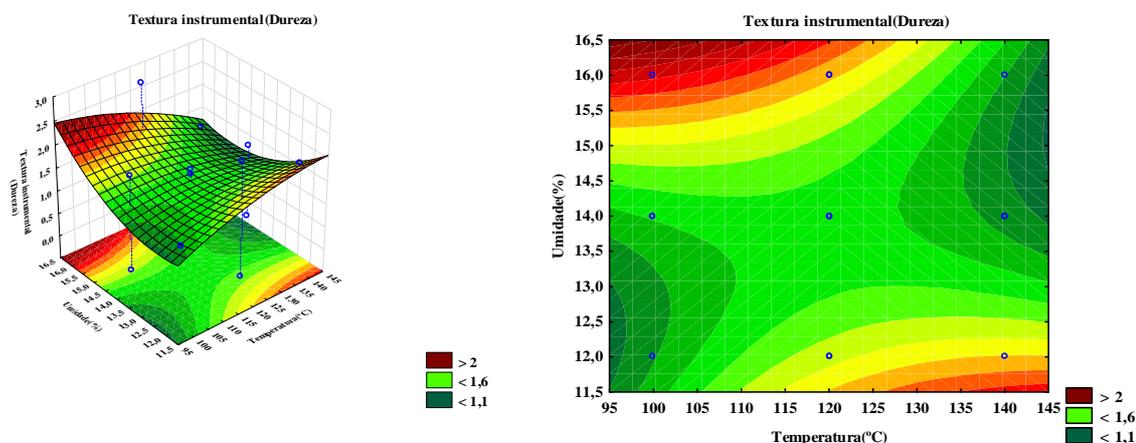


Figura 1. Efeito das variáveis temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e umidade (%) no valor de dureza da farinha extrusada de cotilédone de feijão-caupi.

Segundo Capriles e Arêas (2012), a dureza em *snacks* é o atributo mais importante para sua aceitação; baixos valores de dureza resultam em alta crocância, atributo altamente importante para os consumidores. Pela sobreposição dos gráficos (Figura 1) observou-se que em condições mínimas de temperatura de extrusão e velocidade de rotação obtiveram-se os maiores valores para dureza.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstraram que a utilização da farinha de cotilédones de feijão-caupi, dentro das condições experimentais estudadas, permite desenvolver *snacks* com boas características tecnológicas.

Agradecimentos: À Embrapa Meio-Norte pelo financiamento do projeto de pesquisa e a Capes pela concessão da bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, R. A., CONWAY, H. F., PFEIFER, V. F.; GRIFFIN Jr., E. L. Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. **Cereal Science Today**, v. 14, n. 1, p. 4–12, 1969.
- ALVAREZ-MARTINEZ, L.; KONDURY, K. P.; HARPER, J. M. A general-model for expansion of extruded products. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 53, n. 2, p. 609-615, 1988.
- CAPRILES, V. D.; ARÊAS, J. A. G. Avaliação da Qualidade Tecnológica de *snacks* obtidos por extrusão de grão integral de amaranto ou de farinha de amaranto desengordurada e suas misturas com fubá de milho. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 21-29, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1981-67232012000100003>
- CARREIRO, A. et al. **Alimentos extrusados**. São Paulo: Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo, 2008. 14 p.
- LUSTOSA, B.H.B.; LEONEL, M.; MISCHAN, M.M. Efeito de parâmetros operacionais na produção de biscoitos extrusados de farinha de mandioca. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.11, n.1, p.12-19, 2008.
- ROCHA, M. de M. **O feijão-caupi para consumo na forma de feijão fresco**. 2009. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/noticias/2009/11/11/o-feij%C3%A3o-caupi-para-consumo-na-forma-de-gr%C3%A3os-frescos>. Acesso em: 27 de jul. 2016.

