

# EFEITO DE VARIÁVEIS DE EXTRUSÃO EM PROPRIEDADES FÍSICAS DE EXTRUSADOS DE FARINHA INTEGRAL DE TRIGO GERMINADO (FITG)

Miranda, M.Z. de<sup>1</sup>; El-Dash, A.A.<sup>2</sup>

## Resumo

Este trabalho investigou o efeito do tempo de germinação, da umidade da farinha e da temperatura de extrusão em propriedades físicas (expansão, volume específico e dureza) de extrusados de farinha integral de trigo germinado (FITG). O experimento seguiu o modelo de Superfície de Resposta Central Composto Rotacional. A temperatura de extrusão influenciou todas as propriedades físicas dos extrusados que foram avaliadas. Os resultados de dureza foram inversamente proporcionais aos de volume específico.

**Palavras-chave:** trigo germinado – extrusão - propriedades físicas

## Introdução

O trigo é usado principalmente para alimentação humana, na forma de farinhas. Algumas cultivares de trigo possuem tendência à germinação na espiga em campo, quando ocorrem chuvas prolongadas no período que precede a colheita, sendo, então, os grãos descartados ou usados para alimentação animal.

A tecnologia de extrusão possibilita o uso de farinha de trigo germinado, que não possui qualidade para panificação.

O objetivo do presente trabalho foi investigar o efeito do tempo

---

<sup>1</sup> Embrapa.Trigo, Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. e-mail: marthaz@cnpt.embrapa.br

<sup>2</sup> Departamento de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, Caixa Postal 1161, CEP 13081-970 Campinas, SP.

de germinação, da umidade da farinha e da temperatura de extrusão em propriedades físicas de extrusados de farinha integral de trigo.

## Material e Métodos

Neste estudo foram usados grãos de trigo (*Triticum aestivum* L.), cultivar Embrapa 16, colhidos na safra 1995/96. A Metodologia de Superfície de Resposta (MSR) foi empregada de acordo com o Delineamento Central Composto Rotacional (DCCR) para três fatores e cinco níveis, totalizando 19 tratamentos, incluindo cinco repetições no ponto central (Arteaga et al., 1994). As variáveis independentes foram: tempo de germinação do trigo (32, 48, 72, 96 e 112 horas), teor de umidade da farinha (16, 18, 21, 24 e 26 %) e temperatura de extrusão (106, 120, 140, 160 e 174 °C). O trigo germinado em laboratório foi seco e moído, e a farinha foi extrusada em extrusor Brabender de rosca única, com matriz de 6 mm de diâmetro, à taxa de compressão de 3:1, na velocidade do parafuso de 120 rpm, empregando-se fluxo de alimentação constante e temperatura de 80 °C na primeira seção do extrusor. Avaliaram-se a expansão, o volume específico e a dureza dos extrusados. A dureza foi estimada pela força necessária para partir o extrusado em dois pedaços (força de quebra). A análise de variância (Teste F) foi usada para testar a adequação dos modelos ( $p \leq 0,05$ ), os quais foram posteriormente ajustados através do procedimento GLM do programa SAS. No caso de modelo inadequado (dureza), foi usado o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para a comparação de médias (SAS, 1992).

## Resultados e Discussão

A maior expansão (1,49) foi observada no tratamento 12 (FITG por 72 h, 26 % de umidade e 140 °C), seguida pelo tratamento 7 (1,48) (FITG por 48 h, 24 % de umidade e 160 °C), como pode ser

visto na Tabela 1. Quando a umidade aumentou de 16 % (tratamento 11) para 26% (tratamento 12), o diâmetro dos extrusados aumentou 57 %.

A expansão de um produto depende, principalmente, do grau de gelatinização do amido e da subsequente evaporação de água originada da descompressão, após a saída da matriz (Linko et al., 1981).

As maiores expansões ocorreram, quase sempre, em altas temperaturas. De acordo com El-Dash (1982), quanto maior a temperatura mais alta é a pressão, mais rápida a evaporação e, conseqüentemente, maior a expansão. Contudo, em temperaturas muito elevadas, a evaporação ocorre de modo violento, podendo provocar o rompimento da estrutura e impedir a expansão.

**Tabela 1.** Expansão, volume específico e dureza de extrusados de FITG

Tratamento	Var. Independentes			Respostas		
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Expansão	Vol. Específico (ml/g)	Dureza* (kg.f)
1	48	18	120	1,03 ± 0,03	1,23 ± 0,03	13,27 ± 3,91 <sup>b</sup>
2	96	18	120	1,18 ± 0,02	1,22 ± 0,06	16,00 ± 4,52 <sup>a</sup>
3	48	24	120	1,25 ± 0,04	1,91 ± 0,15	7,24 ± 1,93 <sup>f,g</sup>
4	96	24	120	1,43 ± 0,06	2,34 ± 0,11	8,02 ± 2,61 <sup>e,f,g</sup>
5	48	18	160	1,07 ± 0,07	2,63 ± 0,68	4,16 ± 2,05 <sup>h</sup>
6	96	18	160	1,34 ± 0,05	1,44 ± 0,06	11,95 ± 4,57 <sup>b,c</sup>
7	48	24	160	1,48 ± 0,07	1,64 ± 0,11	8,96 ± 3,37 <sup>d,e,f</sup>
8	96	24	160	1,44 ± 0,10	1,66 ± 0,20	10,31 ± 3,37 <sup>c,d</sup>
9	32	21	140	1,12 ± 0,10	1,86 ± 0,27	7,42 ± 3,47 <sup>f,g</sup>
10	112	21	140	1,25 ± 0,12	1,50 ± 0,16	11,50 ± 4,95 <sup>b,c</sup>
11	72	16	140	0,85 ± 0,02	2,63 ± 0,31	3,09 ± 1,36 <sup>h</sup>
12	72	26	140	1,49 ± 0,07	1,74 ± 0,17	10,46 ± 3,36 <sup>c,d</sup>
13	72	21	106	1,10 ± 0,02	1,27 ± 0,05	12,45 ± 4,11 <sup>b</sup>
14	72	21	174	1,43 ± 0,05	1,82 ± 0,23	6,30 ± 3,68 <sup>g</sup>
15	72	21	140	1,13 ± 0,07	1,71 ± 0,15	7,66 ± 2,88 <sup>e,f,g</sup>
16	72	21	140	1,10 ± 0,06	1,78 ± 0,19	8,85 ± 4,44 <sup>d,e,f</sup>
17	72	21	140	1,12 ± 0,09	1,88 ± 0,44	7,40 ± 3,91 <sup>f,g</sup>
18	72	21	140	1,05 ± 0,07	1,70 ± 0,20	8,79 ± 3,62 <sup>d,e,f</sup>
19	72	21	140	1,15 ± 0,08	1,49 ± 0,26	9,33 ± 5,25 <sup>d,e</sup>

X<sub>1</sub>= tempo de germinação (h); X<sub>2</sub>= umidade da farinha (%); e X<sub>3</sub>= temperatura de extrusão (°C).

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05)

Os efeitos lineares das três variáveis independentes e quadrático da temperatura foram significativos ( $p \leq 0,05$ ) para a *expansão*, que apresentou coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 82,11 %, no modelo ajustado ( $y_i = 1,1687 + 0,0570x_1 + 0,1506x_2 + 0,0729x_3 + 0,0590x_3^2$ ).

Em geral, os extrusados produzidos com 18 % de umidade e temperatura de 120 °C (Tabela 1) apresentaram menor volume específico (V.E.), enquanto os com maior V.E. foram processados em diferentes condições experimentais (tratamentos 5 e 11).

O V.E. dá idéia da porosidade do produto e é razoável considerar que um maior valor dessa propriedade corresponderá a maior grau de cocção (González et al., 1987).

Os extrusados processados em alta temperatura geralmente apresentaram um V.E. maior. Isso porque o aumento da temperatura de extrusão diminui a viscosidade do gel, provocando maior arraste de material durante a expansão, aumentando a porosidade e, por isso, determinando um V.E. maior (Vilela & El-Dash, 1987).

Para o V.E., o  $R^2$ , que no modelo completo explicou 76,61 % das respostas, foi reduzido para 27,64 % no modelo ajustado ( $y_i = 1,7605 - 0,3213x_2x_3$ ), mas não houve falta de ajuste do resíduo ( $p \geq 0,05$ ), indicando que o modelo ajustou-se aos dados experimentais. O efeito de interação entre umidade e temperatura foi o mais importante.

A dureza é um parâmetro de textura que pode ser definida como a força necessária para se obter dada deformação (Szczeniak, 1983, citado por Giese, 1995).

A maior dureza foi encontrada nos extrusados do tratamento 2 ( $p \leq 0,05$ ), e em outros extrusados produzidos em baixas temperaturas e umidades de baixa à intermediária (Tabela 1), enquanto os menores valores de dureza foram verificados nos tratamentos 11 e 5, com teor de umidade de 16 % e 18 %, respectivamente. Em geral, os extrusados produzidos na faixa de temperaturas entre 140 e 160 °C apresentaram menor dureza do que os produzidos em menores temperaturas.

Os resultados de dureza parecem estar relacionados com o

V.E., uma vez que foram inversamente proporcionais. Os extrusados com menores valores de V.E. (tratamentos 2, 1 e 13) foram os que apresentaram maior dureza, enquanto os extrusados com maior V.E. (tratamentos 5 e 11) mostraram menor dureza.

## Conclusões

A temperatura de extrusão influenciou todas as propriedades físicas dos extrusados. A maior expansão foi encontrada nos extrusados produzidos com farinha integral de trigo germinado por período igual ou superior a 72 h, em altas temperaturas (160 a 174 °C) e altos teores de umidade (24-26 %). Os extrusados processados em altas temperaturas, em geral, apresentaram maior volume específico. Os resultados de dureza foram inversamente proporcionais aos de volume específico.

**Agradecimentos:** À FAPESP pelo apoio financeiro (Processo nº 96/3496-0).

## Referências Bibliográficas

- ARTEAGA, G.E.; LI-CHAN, E.; VAZQUEZ-ARTEAGA, M.C.; NAKAI, S. Systematic experimental designs for product formula optimization. **Trends in Food Science and Technology**, v.5, p.243-254, 1994.
- EL-DASH, A.A. **Thermoplastic extrusion of food: theory and techniques**. Campinas: UNICAMP-Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, 1982. 81p.
- GIESE, J. Measuring physical properties of foods. **Food Technology**, v.49, n.2, p.54-63, 1995.
- GONZÁLEZ, R.J.; De GREEF, R.L.; TORRES, R.L. Efectos de algunas variables de extrusion sobre la harina de maíz. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.37, n.3, p.578-592, 1987.

LINKO, P.; COLONNA, P.; MERCIER, C. High-temperature, short-time extrusion cooking. In: POMERANZ, Y. **Advances in cereal science and technology**. Saint Paul: AACC, 1981. v.4, p.145-235.

SAS INSTITUTE INCORPORATION (Cary, NC, USA). **The SAS for Windows, release 6.08**. Cary, 1992. Software.

VILELA, E.R.; EL-DASH, A.A. Extrusão de farinha de guandu (*Cajanus cajan*, Mill sp.). 1. Efeitos das variáveis do processo nas características químicas, físicas e físico-químicas dos produtos extrusados. **Revista da SBCTA**, v.7, n.2, p.97-116, 1987.