

# Propriedades Físicas, Químicas e de Pasta de Milho Comercial para Aplicação em Extrusão

32

*Thauana Heberle<sup>1</sup>, Aline Machado Pereira<sup>2</sup>, Adriano Hirsch Ramos<sup>2</sup>, Larissa Riberas Silveira<sup>1</sup>, Tamires Soares Schug<sup>1</sup>, Márcia Arocha Gularte<sup>1</sup>*

---

## RESUMO

O milho é um dos principais cereais produzidos no Brasil e no mundo. Além de ser consumido *in natura* para consumo humano, pode também ser processado em farinha de milho, que, além de possuir baixo custo, está disponível no mercado, pode ser utilizado como ingrediente para produção de extrusados. Objetivou-se avaliar as características físicas, químicas e de pasta de milho comercial com o viés para produção de extrusados de farinha de milho. Foram avaliados a composição proximal, valor energético, atividade de água, amido resistente, amilose, amido total, índice de solubilidade e absorção de água e propriedades de pasta. Os resultados indicam que a matéria prima escolhida deve ser de qualidade, a fim de obter-se as propriedades tecnológicas desejadas no produto, e, portanto, as propriedades físicas, químicas e de pasta são de extrema relevância e devem ser avaliadas.

Palavras-chave: Milho, Extrusão, Viscoamilografia, Processamento.

## INTRODUÇÃO

O milho é um dos cereais que possui maior capacidade produtiva, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho (Fao, 2015), depois de Estados Unidos da América (EUA) e China, chegando a cerca de 71,5 milhões de toneladas na safra de 2012/2013. O principal produtor do país é o Rio Grande do Sul. É caracterizado pelas diversas formas de utilização, que vai desde alimentação animal até o consumo humano,

---

<sup>1</sup>Centro de ciências químicas, farmacêuticas e de alimentos – Universidade Federal de Pelotas

<sup>2</sup>Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS), Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial (DCTA), da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” (FAEM), da Universidade Federal de Pelotas (UFPEl), campus universitário, s/n, CEP 96010-900, Capão do Leão/RS.

porém somente 15% da produção nacional se destina aos humanos, portanto, não é explorado o grande potencial que apresenta para obtenção de uma gama enorme de produtos (Abimilho, 2002; Almeida, 1993).

A farinha de milho pode ser utilizada de diversas formas e o seu sabor é bem aceito, além disso, não possui glúten. É um produto de baixo custo e amplamente disponível no mercado (Alvim, Sgarbieri e Chang, 2002). Uma importante aplicação do milho na indústria de alimentos é o uso do grão degerminado e moído para a produção de alimentos extrusados conhecidos como *snacks* (Gonçalves et al., 2003). O Procisur (1997) cita que produtos matinais e “*snacks*” são indústrias com grande potencial de crescimento em um cenário de estabilização econômica e retomada do desenvolvimento.

Industrialmente a farinha de milho é resultado da moagem muito fina do grão de milho, a seco, antes ou depois de degerminado, separando-se o produto em peneiras. As farinhas de milho são nominadas de acordo com o tamanho de suas partículas. As mais grossas são os grits e as mais finas o creme de milho. As denominadas de fubá, fubá italiano, fubá mimoso são de tamanho intermediário (Alvim, Sgarbieri e Chang, 2002).

Este presente trabalho tem por objetivo avaliar as características físicas, químicas e de pasta de milho comercial, para posterior aplicação em extrusão.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS) do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Os grãos de milho utilizados foram fornecidos por produtores da região. Para obtenção das farinhas, as amostras de milho foram moídas em moinho de facas da marca Perten, modelo Laboratory Mill 3100.

O teor de amilose foi determinado por método colorimétrico com iodo, conforme método de McGranc et al. (1998), com as modificações sugeridas por Hoover e Ratnayake (2001). A umidade foi determinada segundo normas da American Society of Agricultural Engineers (Asae, 2000). O teor de cinzas, proteína bruta e lipídeos foram determinados segundo metodologia indicada pela AOAC (2005) e a análise de fibras pelo método enzimático da AACC (1991). O percentual de carboidrato nas amostras foi obtido pela diferença entre 100 e a soma do conteúdo de proteínas, gorduras, fibras, umidade e cinzas, conforme descrito por Brasil (2003). Para determinação do valor energético, utilizaram-se os fatores de conversão de Atwater de 4,0 kcal.g<sup>-1</sup> para proteína e carboidrato e de 9,0 kcal.g<sup>-1</sup> para gordura (Brasil, 2003).

A atividade de água (*A<sub>w</sub>*) foi verificada no medidor Water Activity marca Novasina, modelo LabTouch-aw. O índice de absorção de água (IAA) e o índice de solubilidade em

água (ISA) foram determinados segundo a metodologia de Anderson et al. (1969), com adaptações. A análise de amido resistente e do amido disponível foi realizada segundo método oficial da AOAC Method 2002.02 e AACC Method 32-40.01. As características viscoamilográficas foram avaliadas com o analisador rápido de viscosidade (RVA - *Rapid Visco Analyser*), usando programa *Thermocline for Windows versão 1.10*. O perfil utilizado foi o *Standard Analysis 1*.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O milho foi caracterizado quanto o seu teor de amilose, composição proximal e ao seu valor energético conforme apresentado na Tabela 1.

**TABELA 1.** Teor de amilose, composição proximal e valor energético da amostra

Fonte	Milho*
Teor de amilose (%)	24,0±2,7
Umidade (%)	11,9±0,1
Proteínas (%)	8,2±0,4
Lipídeos (%)	3,2±0,2
Cinzas (%)	1,2±0,0
Fibras (%)	3,0±0,1
Carboidratos (%)	72,5±0,7
Valor Energético (kcal)	351,2±0,1

\*Médias aritméticas simples (n=3) ± desvio padrão.

Conforme Juliano (1993), podemos classificar o teor de amilose da amostra em médio teor (24%). O milho é rico em carboidratos, principalmente em amido, no qual este polissacarídeo corresponde a aproximadamente 72% do grão (León e Rosell, 2007), e possui em torno de 10% de proteínas (Quaglia, 1991). Em relação a outros nutrientes, têm-se valores em torno de 4,5% de lipídeos e 1,3% de minerais. As principais causas de variação na composição química dos grãos de milho são relacionadas às características do material genético, solo, adubação, condições climáticas e estágio de maturação da planta (Paterniani e Viégas, 1987; Gomes et al., 2004). Os resultados da composição proximal do milho estão semelhantes aos encontrados na literatura.

A Tabela 2 mostra os resultados de atividade de água, índice de absorção de água (IAA), solubilidade em água (ISA), amido resistente e amido disponível do milho.

**TABELA 2.** Valores de atividade de água, índice de absorção de água (IAA), índice de solubilidade em água (ISA), amido resistente e amido disponível da amostra

Fonte	Milho*
Atividade de água	0,5±0,0
IAA (g gel/g de matéria seca)	1,6±0,1
ISA (%)	1,7±0,2
Amido resistente	8,4±0,0
Amido disponível	67,7±0,0

\*Médias aritméticas simples (n=3) ± desvio padrão.

A atividade de água é uma medida qualitativa que possibilita avaliar a disponibilidade de água livre que é suscetível a diversas reações (Scott, 1957). Nesses termos, a quantidade de água livre que não se encontra comprometida com as moléculas constituintes do produto, está disponível para as reações físicas, químicas e biológicas (Welti e Vergara, 1997), tornando-se o principal responsável pela deterioração dos alimentos. De acordo com os resultados de atividade de água, pode-se considerar a amostra com um valor baixo, pois segundo Krist et al. (1999) alimentos de baixa atividade de água possuem  $A_w < 0,60$ .

O índice de absorção de água (IAA) indica a quantidade de água absorvida pelos grânulos de amidos de uma determinada amostra submetida a um tratamento térmico. O índice de solubilidade em água (ISA) indica a intensidade do tratamento térmico e consequente desramificação da estrutura amilácea (Anderson et al., 1969). Os IAA e ISA são explicados pelas interações amido-água e são importantes na avaliação da adequabilidade do uso, podem ser usados para estimar a conveniência de produtos amiláceos em suspensões ou em soluções (Carvalho, 2000). O valor do IAA encontrado para o milho está abaixo do reportado por Alvim, Sgarbieri e Chang (2002), que foi de 2,7 g de água/g material seco e o valor do ISA também está abaixo do reportado pelos autores citados acima, que foi de 2,2%.

O amido total se divide em resistente (AR) e disponível (AD). O amido resistente é representado pela fração não digerida no intestino delgado de indivíduos saudáveis, sendo fermentado no intestino grosso e suas propriedades são similares às da fibra alimentar (Chung et al., 2009). Para Themeier et al. (2005) o teor de amilose não é o único determinante do teor de amido resistente no alimento. Amidos de cereais contendo 34% de amilose apresentaram baixo teor de amido resistente (1%), o que se obteve o contrário, o teor de amilose do milho é de 24% e apresentou um teor de, aproximadamente, 8% de amido resistente. A formação de AR é também influenciada pelo grau de intumescimento do grânulo, bem como pelo tamanho das cadeias de amilose entre as diferentes espécies de amido (Sagum e Arcot, 2000; Tovar et al., 2002).

Na tabela 3 estão dispostos os resultados de pico de viscosidade, viscosidade de quebra, viscosidade final e retrogradação (também chamado de *setback*), expressos em RVU (unidade de medida viscoamilográfica fornecida pelo Rapid Visco Analyser).

**TABELA 3.** Propriedades viscoamilográficas da amostra

Concentração (%)	Pico de Viscosidade (RVU)	Quebra (RVU)	Viscosidade final (RVU)	Retrogradação (RVU)
Milho*	130,0±3,0	15,5±2,5	377,5±9,3	263,0±6,5

\*Médias aritméticas simples (n=3) ± desvio padrão. \*\* RVU: Rapid Visco Unit

Os valores de viscosidade de pico, viscosidade de quebra e retrogradação são inferiores aos encontrados por Camargo et al. (2014), que avaliaram o efeito do armazenamento de milho em diferentes temperaturas por 12 meses. De acordo com Noomhorm et al. (1997), a redução no valor de viscosidade de quebra indica uma menor capacidade de rompimentos dos grânulos de amido, resultado da complexação da amilose, estrutura linear da molécula do amido, com outros constituintes dos grãos, principalmente com proteínas, fortalecendo essas interações, e conseqüentemente, aumentando a estabilidade dos grânulos durante o aquecimento. Além disso, um pequeno aumento na estrutura das proteínas pode reduzir a fragilidade dos grânulos de amido intumescidos, ficando os grânulos inchados menos suscetíveis à desagregação (Hamaker e Griffin, 1993), resultando em maior valor de retrogradação, o que se pode observar neste estudo. Já para a viscosidade final, os valores encontrados no presente trabalho são semelhantes ao encontrados por Camargo et al. (2014), o qual corresponde ao valor observado quando os elementos presentes na pasta começam a retrogradar, aumentando a viscosidade. As propriedades viscoamilográficas são importantes para a aplicação em produtos extrusados, pois o produto é dependente da qualidade da matéria prima (Whalen et al., 1996). Estes resultados indicam que a escolha da matéria prima de qualidade, afeta as propriedades de pasta e conseqüentemente o extrusado ou outro produto a base de milho, assim sendo de extrema importância para obter-se as propriedades desejadas no produto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC – AMERICAN ASSOCIATION CERAL CHEMISTS. **Approved methods**. 8 ed. Saint Paul, 1991.

ABIMILHO – Associação Brasileira das Indústrias Moageiras de Milho. **Milho: o cereal**

**que enriquece a alimentação humana.** Publicado em: dezembro/2002. Disponível em: <http://www.abimilho.com.br>. Acesso em: jul. 2018.

ALMEIDA, T. C.; Utilização do milho e sorgo no Brasil. In: **Cultura do milho no Brasil: Fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba: POTAFOS, p.11- 21. 1993.

ALVIM, I. D.; SGARBIERI, V. C.; CHANG, Y. K. Desenvolvimento de farinhas mistas extrusadas à base de farinha de milho, derivados de levedura e caseína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.2, 2002.

ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PFEIFER, V. F.; GRIFFIN JUNIOR, L. Gelatinization of Corn Grits by Roll-and Extrusion-Cooking. **Cereal Science Today**, St. Paul, v. 14, n. 1, p. 4-11, 1969.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of Analysis.** 18 ed. Washington DC US, 2005.

ASAE - **American Society of Agricultural Engineers.** Moisture measurement-unground grain and seeds. In: Standards, 2000. St. Joseph: ASAE, p. 563, 2000.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução-RDC Nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Acesso em: jul. 2018.

CAMARGO, C. M.; TALHAMENTO, A.; SILVA, R. S.; SANTOS, R. F. DOS.; PARAGINSKI, R. T.; OLIVEIRA, M. DE; Efeitos da temperatura de armazenamento na qualidade industrial de grãos de milho. In: Conferência Brasileira de Pós-Colheita, Anais, Maringá, 2014.

CARVALHO, R. V. **Formulações de snacks de terceira geração por extrusão: caracterização texturométrica e microestructural.** Minas Gerais, 2000. 88p. Tese (Mestrado) – Curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras.

CHUNG, H. J.; LIU Q.; HOOVER, R. Impact of annealing and heat-moisture treatment on rapidly digestible, slowly digestible and resistant starch levels in native and gelatinized corn, pea and lentil starches. **Carbohydrate Polymers**, v. 75, n. 3, p. 436-447, 2009.

FAO – **Food and Agriculture Organization of the United Nations.** Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: jul. 2018.

GOMES, M. S.; PINHO, R. G. V.; RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. V.; BRITO, A. H.; Variabilidade genética em linhagens de milho nas características relacionadas com

a produtividade de silagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p.879- 885, 2004.

GONÇALVES, R. A.; SANTO, J. P. S.; TOME, P. H. F.; PEREIRA, R. G. F. A.; ASCHERIA, J. L. R.; ABREU, C. M. P. Rendimento e composição química de cultivares de milho em moagem a seco e produção de grits. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 3, p. 643-650, 2003.

HAMAKER, B. R.; GRIFFIN, V. K. Effect of disulfide bond-containing protein on rice starch gelatinization and pasting. *Cereal Chemistry*, v. 70, p. 377-380, 1993.

HOOVER, R., RATNAYAKE, W. S., IN: WROLSTAD, R. E., ACREE, T. E., AN, H., DECKER, E. A. ET AL. (EDS.), **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**, John Wiley and Sons Inc. New York, p. E2.3.1–E2.3.5, 2001.

JULIANO, B. O. **Rice in human nutrition**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 168p. 1993.

KRIST, K. A.; NICHOLS, D. S.; ROSS, T. Ecology of bacteria and fungi in foods: Influence of available water. In: ROBINSON, R.; BATT, C. A.; PATEL, P. (Ed.). **Encyclopedia of Food Microbiology**. London, GB: Academic Press, p. 540-547, 1999.

LEÓN, A. E.; ROSELL, C. M. **De tales harinas, tales panes**: granos, harinas y productos de panificación em Iberoamérica. 1.ed. Córdoba: Hugo Báez Editor, 2007.

MCGRANCE, S. J., CORNELL, H. J., RIX, J. R., Simple and rapid colorimetric method for the determination of amylose in starch products. **Starch/Stärke**, v. 50, p. 158–163, 1998.

NOOMHORM, A.; KONGSEREE, N.; PINTANAPONG, N.; Effect of aging on the quality of glutinous rice crackers.; *Cereal Chemistry*, v. 74, p. 12-15, 1997.

PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P. Milhos especiais e seu valor nutritivo. In: TOSELLO, G. A. **Melhoramento e produção de milho**. 2 ed., v.1, Campinas: Fundação Cargil, 338p., 1987.

PROCISUR: **Programa Cooperativo para El Desarrollo Tecnológico Del Cono Sur**. Subprograma Agroindustria. Mapeo tecnológico de cadenas agroalimentarias em El Cono Sur/PROCISUR; IICA. -- Montevideo, 278 p, 1997.

QUAGLIA, G. **Ciencia y tecnología de La panificación**. 2. ed. Zaragoza: Editorial Acribia, 485p. 1991.

SAGUN, R.; ARCOT, J. Effect of domestic processing methods on the starch, non-starch

polysaccharides and in vitro starch and protein digestibility of three varieties of rice with varying levels of amylose. **Food Chemistry**, V.70, p.107-111, 2000.

SCOTT, W. J. Water relation of food spoilage microorganisms. **Adv. Food Res.** v. 7, p. 83-127, 1957.

THEMEIER, H.; HOLLMANN, J.; NEEESE, U.; LINDHAUER, M. G. Structural and morphological factors influencing the quantification of resistant starch II in starches of different botanical origin. **Carbohydrate Polymers**, v.61, p.72-79, 2005.

TOVAR, J.; MELITO, C.; HERRERA, E.; RASCÓN, A.; PÉREZ, E. Resistant starch formation does not parallel syneresis tendency in different starch gels. **Food Chemistry**, v. 76, p. 455-459, 2002.

WELTI, J. ; VERGARA, F. Atividade de água / Conceito y aplicación em alimentos com alto contenido de humedad. In: AGUILERA, J. M. **Temas en Tecnología de Alimentos**. Santiago – Chile, v.1, p.11-26, 1997.

WHALEN, P. J., BASON, M. L., BOOTH, R. I. Measuring degree of cook in extruded foods using the Rapid Visco Analyser, Proc. 45th Aust. Cereal Chem. Conf., Y.A. Williams and C.W. Wrigley (eds.), Royal Aust. Chem. Inst. 289-293, 1996.