

## ELABORAÇÃO E DIGESTIBILIDADE *IN VITRO* DO AMIDO DE FAROFA PRONTA À BASE DE FARINHA DE SORGO [*SORGHUM BICOLOR (L.) MOENCH*]

Mariane Verônica de Oliveira<sup>1</sup>, Mônica Ribeiro Pirozi<sup>1</sup>, Valéria Aparecida Vieira Queiroz<sup>2</sup>, Frederico Augusto Ribeiro de Barros<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA), Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

<sup>2</sup>Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil.

\*Autor para correspondências: fredbarros@ufv.br

### RESUMO

O sorgo é um cereal rico em compostos fenólicos, não possui glúten e possui baixa digestibilidade do amido. O objetivo deste trabalho foi avaliar a digestibilidade *in vitro* do amido de farofas prontas para consumo formuladas a partir de farinhas de sorgo com e sem taninos e de mandioca acrescidas dos mesmos ingredientes. As concentrações de amido rapidamente digerível (ARD), lentamente digerível (ALD) e resistente (AR) das amostras foram determinadas. A farofa de mandioca apresentou maior concentração de ARD (64,7%) e ALD (29,9%) e a menor concentração de AR (0,6%) entre as farofas avaliadas. Já as amostras de sorgo com e sem taninos apresentaram valores mais baixos de ARD (26,4% e 30,6%, respectivamente) e ALD (5,2% e 5,6%, respectivamente), porém, valores maiores de AR (21,4% e 7,6%, respectivamente) quando comparados às farofas de mandioca. Estes resultados encontrados para a farofa pronta de sorgo com taninos apontam este produto como uma excelente alternativa de substituição de um produto popularmente consumido por um produto à base de sorgo, saudável, rico em fibras e antioxidantes.

*Palavras-chave:* taninos; farofa; amido resistente; amido lentamente digerível; amido rapidamente digerível

### 1. INTRODUÇÃO

O sorgo é um cereal de grande importância em muitas partes do mundo, principalmente na Ásia e África onde é utilizado principalmente na alimentação humana. O desenvolvimento de vários híbridos da planta fez com que sua produção no Ocidente aumentasse significativamente nos últimos anos, principalmente nos Estados Unidos. Atualmente os Estados Unidos é o maior produtor do grão, seguido por México e Nigéria (FAOSTAT, 2014).

O crescente interesse e investimento nacional e mundial no sorgo, além de suas vantagens agrônomicas (resistência à seca, alta produtividade e baixo custo de produção) é, principalmente, devido às suas características nutricionais como ausência de glúten e presença de compostos bioativos tais como compostos fenólicos, incluindo antocianinas e taninos condensados (proantocianidinas). Os taninos condensados com alto peso molecular são os mais abundantes em cultivares de sorgo que apresentam testa pigmentada (Dykes et al., 2005). Estes taninos possuem maior capacidade antioxidante *in vitro* e *in vivo* do que simples compostos fenólicos e outros antioxidantes naturais (Tian et al., 2012). As interações de taninos

e proteínas com o amido diminuem a digestibilidade do amido (Zhang & Hamaker, 1998; Barros et al., 2012; Barros et al., 2014). Essas características fazem com que produtos à base deste cereal contribuam positivamente na prevenção de doenças cardiovasculares e possuam propriedades anti-carcinogênicas.

O amido é classificado, de acordo com sua digestibilidade, em: amido rapidamente digerível (ARD), lentamente digerível (ALD) e resistente à digestão (AR) (Englyst et al., 1992). O ARD tem como característica fornecer uma rápida liberação de glicose no sangue. Este alto nível de glicose em um intervalo de tempo pequeno pode causar muitas doenças crônicas como diabetes (Monnier et al., 2006). O ALD libera a glicose mais lentamente no sangue, normalmente entre 20 e 120 minutos após a ingestão do alimento, e dessa forma, é importante no controle de diabetes e doenças cardiovasculares além de estar diretamente relacionado a sensação de saciedade (Zhang & Hamaker, 2009). O AR atua como fibra solúvel, não é hidrolisado no intestino delgado, mas é fermentado pelas bactérias no cólon. O consumo de AR está associado com a prevenção de diabetes, obesidade e alguns tipos de câncer (Champ et al., 2003).

Vários produtos à base de sorgo já foram produzidos e analisados com intuito de difundir o sorgo na alimentação humana no Brasil (Queiroz et al., 2011; Queiroz et al., 2008), porém, não foram encontrados trabalhos sobre o desenvolvimento de farofa pronta a base de farinha de sorgo. A farofa pronta ou farofa temperada é um alimento muito difundido na culinária brasileira e vem ganhando cada vez mais mercado pela praticidade e variedade de sabores. O desenvolvimento de produtos tipicamente nacionais para o mercado nacional e internacional constitui um importante desafio para a engenharia de alimentos e um potencial alimento que possa ser consumido por pessoas com restrição de carboidratos na dieta e por celíacos é de grande interesse tanto por parte da comunidade acadêmica quanto por parte do mercado consumidor.

Oliveira et al. (2015), avaliaram o efeito dos tratamentos térmicos seco e úmido na digestibilidade *in vitro* do amido de farinhas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] e foi provado que o tratamento térmico seco no sorgo contendo taninos foi o mais efetivo, pois houve um aumento significativo nos teores de amido resistente e amido lentamente digerível. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi elaborar e determinar a digestibilidade *in vitro* do amido (ARD, ALD e AR) de farofas prontas para consumo contendo farinha de sorgo com e sem taninos.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O presente estudo foi desenvolvido no Laboratório de Pesquisa em Cereais e no Laboratório de Corantes Naturais e Compostos Bioativos do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa.

Foram selecionados 1 genótipo de sorgo contendo alto teor de taninos (BR 305) e 1 genótipo sem taninos (BRS 501), baseado em linhagens do banco de germoplasma da Embrapa Milho e Sorgo- Sete Lagoas-MG. Foi selecionada também uma farinha de mandioca crua comercial utilizada como controle durante o trabalho.

### **2.1. Preparação das farinhas**

A farinha de mandioca crua foi adquirida em estabelecimento comercial e sua granulometria e umidade foram avaliadas e usadas como padrão para a obtenção das farinhas de sorgo.

As farinhas de sorgo (com e sem taninos) foram obtidas a partir da moagem dos grãos em moinho de facas com peneira de 1,7mm de abertura. Posteriormente, com o objetivo de se obter farinhas de sorgo com granulometria semelhante à da farinha de mandioca comercial, ocorreu uma padronização da granulometria das farinhas de sorgo através do peneiramento no Ro-Tap com peneiras com aberturas em milímetros de

0,84 – 0,42 – 0,25 – 0,21 – 0,177 e 0,149, sendo que a fração retida na primeira peneira (0,84 mm) foi descartada.

Uma vez padronizada a granulometria, as farinhas de sorgo com e sem taninos foram secas em estufa com circulação de ar à 35°C por 15 horas para que a umidade das mesmas se igualasse a umidade encontrada para a farinha de mandioca comercial.

As farinhas foram então armazenadas em embalagens impermeáveis de polietileno à -22°C até o momento da formulação.

## 2.2. Desenvolvimento das farofas prontas

No momento da formulação, as farinhas padronizadas, tanto de sorgo como de mandioca foram torradas em fogo direto (150°C-170°C) por 6 minutos, em seguida foram adicionados os ingredientes seguindo a formulação apresentada na tabela 1. Todos os ingredientes utilizados na preparação das farofas foram adquiridos em um mercado local- Viçosa- MG.

**Tabela 1** - Formulação utilizada na produção das farofas.

<b>Ingrediente</b>	<b>Quantidade Adicionada (g)</b>
Farinha	100
Sal	1,5
Glutamato monossódico	0,8
Alho em pó	0,7
Cebola em pó	1,0
Salsa	0,5
Cebolinha	0,5
Urucum	1,0
Margarina	10

## 2.3. Digestibilidade *in vitro* do amido das farofas prontas de sorgo e mandioca

O amido rapidamente digerível (ARD) e lentamente digerível (ALD) das farofas prontas produzidas foram determinados baseado no método proposto por Englyst et al (1992) com modificações. As concentrações de enzima  $\alpha$ -amilase e amiloglicosidase foram ajustadas para 200 U/mL e 53,23 U/mL, respectivamente. A concentração de glicose foi determinada através de leitura da amostra no espectrofotômetro a 510 nm.

O amido resistente (AR) das amostras foi determinado usando o kit para análise de amido resistente da Megazyme (AACC method 32-40).

## 2.4. Análise estatística

As análises foram realizadas em 3 repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, sendo significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa SAS (SAS Institute, version 9.4, Cary, NC, USA).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de AR, ALD e ARD (Tabela 2) obtidos pela metodologia descrita mostram que a farofa de sorgo com taninos apresentou uma concentração de AR de 21,4%, o que foi estatisticamente diferente ( $P < 0,05$ ) e aproximadamente 3 e 20 vezes maior que o teor de AR das farofas de sorgo sem taninos (7,6%) e de mandioca (0,6%), respectivamente. As maiores concentrações de AR nas farofas de sorgo quando comparadas à farofa de mandioca podem ser explicadas pelo fato do sorgo, com ou sem taninos, possuir, naturalmente, uma digestibilidade de amido menor pelo fato das proteínas presentes (kaferinas) interagirem com o amido diminuindo a sua susceptibilidade enzimática (Zhang & Hamaker, 1998). Já o amido presente na mandioca não apresenta interação com nenhum outro componente da matriz estando, portanto, mais acessível às enzimas amilolíticas. A maior concentração de AR na farinha de sorgo com taninos quando comparada a farinha de sorgo sem taninos provavelmente foi observada pelo fato de, além das interações proteína-amido, o sorgo com taninos possuir uma interação adicional tanino-amido (tanino-grânulo de amido e tanino-amilose lixiviada após a gelatinização) que contribui para a formação de um complexo não digerido pelas enzimas (Barros et al., 2012; Barros et al., 2014). A evaporação da água durante a produção das farofas (calor seco) permite uma maior proximidade molecular. No caso do sorgo contendo taninos, esta aproximação implica em maior possibilidade de interação tanino-amido, formando complexos não digeríveis, ou mesmo intensificação das interações já existentes.

**Tabela 2** – Teores de AR, ALD e ARD encontrados para a farofa de mandioca, sorgo sem taninos e sorgo com taninos.

	AR (%)	ALD (%)	ARD (%)
<b>Farofa de Mandioca</b>	0,6 ± 0,04 <sup>a</sup>	29,9 ± 5,57 <sup>a</sup>	64,7 ± 4,91 <sup>a</sup>
<b>Farofa de Sorgo sem Taninos</b>	7,6 ± 1,21 <sup>b</sup>	5,6 ± 0,86 <sup>b</sup>	30,6 ± 2,82 <sup>b</sup>
<b>Farofa de Sorgo com Taninos</b>	21,4 ± 3,04 <sup>c</sup>	5,2 ± 1,79 <sup>b</sup>	26,4 ± 1,11 <sup>b</sup>

\*Valores correspondem à média ± desvio padrão

A farofa de mandioca apresentou a maior concentração de ARD dentre as farofas avaliadas (Tabela 2). Isso pode ser explicado pelas diferenças da estrutura granular do amido de mandioca e de sorgo, além da gelatinização do amido. Como determinado por Colonna, Leloup, & Buléon (1992) a digestibilidade do amido ocorre em três fases, sendo a primeira a difusão da enzima através do substrato, a segunda a adsorção da enzima pelo material amiláceo e, por fim, a ação efetiva da enzima. Sabe-se que o grânulo de amido da mandioca, como discutido anteriormente, é mais livre e de fácil digestão enzimática comparado com o amido de sorgo. Além disto, devido à alta temperatura durante a torrefação das farinhas, o amido da mandioca foi parcialmente gelatinizado, o que acelera ainda mais a digestão do amido.

As farofas de sorgo não apresentaram valores de ARD significativamente diferentes ( $P > 0,05$ ) entre si e suas menores concentrações quando comparadas ao valor encontrado para farinha de mandioca podem ser explicadas, novamente, pelas interações amido-proteínas e amido-taninos presentes, que dificultam a ação enzimática.

A concentração de ALD encontrada na farofa de mandioca foi a maior dentre as avaliadas (Tabela 2). Como descrito anteriormente, enquanto os grânulos de amido de mandioca são livres, os grânulos de amido do sorgo apresentam interações do amido com proteínas e taninos, que dificultam a ação enzimática sendo boa parte do amido presente não digerido no tempo estipulado de digestão lenta (120 minutos), corroborando com as elevadas concentrações de AR obtidas para essas amostras. Os grânulos do amido de mandioca que não foram gelatinizados após a produção das farofas, tiveram uma digestão lenta, o que ocorre de forma geral com grânulos de amido, porém a maior parte do amido foi totalmente digerida, uma vez que o teor de amido resistente foi muito baixo (Tabela 2). As concentrações de ALD das farofas de sorgo com e sem taninos não se diferiram significativamente ( $P > 0,05$ ) entre si.

Farofas são produzidas usando calor seco, o qual já foi provado manter maiores teores de antioxidantes, amido resistente e amido lentamente digerível em farinhas de sorgo comparado com o calor úmido (Cardoso et al., 2015; Oliveira et al., 2015). Neste trabalho, ficou evidente que o calor seco foi efetivo na manutenção de altos teores de amido resistente e baixos teores de amido rapidamente digerível em farofas de sorgo, principalmente em farofas produzidas com sorgo contendo taninos.

#### **4. CONCLUSÕES**

As farofas elaboradas a partir de farinhas de sorgo apresentaram baixas concentrações de amido rapidamente digerível e altas concentrações de amido resistente comparado com a farofa de mandioca. Além disto, a farofa elaborada a partir de farinha de sorgo com taninos apresentou a maior concentração de amido resistente.

Estes resultados indicam o sorgo, principalmente cultivares contendo taninos, como potencial ingrediente substituto em farofa pronta para consumo direcionada para população celíaca ou pessoas que buscam uma alimentação saudável, rica em antioxidante e fibras.

#### **Agradecimentos**

Ao CNPq pela bolsa concedida, à Embrapa Milho e Sorgo pelo suporte com os materiais do experimento, à orientação dos professores envolvidos no projeto e a UFV pela oportunidade.

#### **5. REFERÊNCIAS**

- AACCI, 2000. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th ed. *AACC International*, St. Paul, MN.
- Awika, J.M.; Yang, L.; Browning, J.D.; Faraj, A. Comparative antioxidant, antiproliferative and phase II enzyme inducing potential of sorghum (*Sorghum bicolor*) varieties. *LWT - Food Science and Technology*, v. 42, p. 1041-1046, 2009.

- Barros, F.; Awika, J.M.; Rooney, L. W. Interaction of tannins and other sorghum phenolic compounds with starch and effects on in vitro starch digestibility. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. v.60, p. 11609-11617, 2012.
- Barros, F.; Awika, J.M.; Rooney, L. W. Effect of molecular weight profile of sorghum proanthocyanidins on resistant starch formation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. v. 94, p. 1212-1217, 2014.
- Cardoso, L.M., Montini, T.A., Pinheiro, S.S., Pinheiro-Sant'Ana H.M., Martino, H.S.D., Moreira, A.V.B. Effects of processing with dry heat and wet heat on the antioxidant profile of sorghum. *Food Chemistry*. v.152, p. 210–217, 2015.
- Champ, M.; Langkilde, A.M.; Brouns, F. Advances in dietary fiber characterization. Consumption, chemistry, physiology and measurement of resistant starch; implications for health and food labeling. *Nutrition Research Reviews*, v. 16, p. 143-161, 2003.
- Colonna, P., Leloup, V., & Buléon, A. Limiting factors of starch hydrolysis. *European Journal of Clinical Nutrition*, 46, S17eS32. 1992.
- Davis, A.B.; Hosoney, R.C. Grain sorghum condensed tannins. I. Isolation, estimation, and selective adsorption by starch. *Cereal Chemistry*, v. 56, p. 310-314, 1979.
- Dykes, L.; Rooney, L.W.; Waniska, R.D.; Rooney, W.L. Phenolic compounds and antioxidant activity of sorghum grains of varying genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Texas, v. 53, p. 6813-6818, 2005.
- Englyst, H.N.; Kingman, S.M.; Cummings, J.H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *European Journal of Clinical Nutrition*. v. 46, p. S33-S50, 1992.
- FAO - Food and Agricultural Organization. Disponível em < <http://www.fao.org/faostat/en/>>. Acesso: 14/04/2018.
- Monnier, L.; Mas, E.; Michel, F.; Villon, L.; Cristol, J.P.; Colette, C. Activation of oxidative stress by acute glucose fluctuations compared with sustained chronic hyperglycemia in patients with type 2 diabetes. *Journal of the American Medical Association*, v. 295, p. 1681-1687, 2006. 12
- Oliveira, M. V.; Barros, F.; Pirozi, M. R. Efeito dos tratamentos térmicos seco e úmido na digestibilidade *in vitro* do amido de farinhas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. In: *Simpósio de Integração Acadêmica da Universidade Federal de Viçosa*. 2015. Viçosa. Resumos... Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2015.
- Queiroz, V.A.V.; Carneiro, H.L.; Vasconcelos, J.H.; Rodrigues, J.A.S. Análise sensorial de um protótipo de barra de cereais elaborada com pipoca de sorgo. *Comunicado técnico n° 164* (Embrapa Milho e Sorgo), Sete Lagoas, 8 p., 2008.
- Queiroz, V.A.V.; Gonçalves, A.C.A.; Rodrigues, J.A.S.; Schaffert, R.E. Como Utilizar Grãos de Sorgo no Preparo de Produtos Caseiros. *Comunicado Técnico n ° 190*. (Embrapa Milho e Sorgo) Sete Lagoas. ISSN 1679-0162. 2011.
- Rooney, L.W.; Pflugfelder, R.L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. *Journal of Animal Science*, v. 63, p. 1607-1623, 1986.
- Serna-Saldivar, S.; Rooney, L.W. Structure and chemistry of sorghum and millets. In: Dendy, D.A.V., (Ed.), *Structure and chemistry of sorghum and millets*, AACCC, St Paul, MN, p. 69-124, 1995.
- Tian, Y.; Zou, B.; Li, C.; Yang, J.; Xu S.; Hagerman, A.E. High molecular weight persimmon tannin is a potent antioxidant both *ex vivo* and *in vivo*. *Food Research International*. v. 45, p. 26-30, 2012.