



Área: Ciência de Alimentos

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE FEIJÃO CRIOULO AZUKI SUBMETIDOS A GERMINAÇÃO

Layla Layla Damé Macedo^{1*}, Bianca Pio Ávila², Aline Machado Pereira², Gabriela Dutra Alves³, Luis Otávio Cardozo³, Jander Fernandes Monks³, Irajá Ferreira Antunes⁴, Jennifer Ferreira Ribeiro Saraiva¹, Márcia Arocha Gularte¹

^{1*}Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos, Curso de Química de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

*E-mail: layladame01@gmail.com

²Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Curso de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

³Departamento de Química, Curso de Engenharia Química, Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Pelotas, RS

⁴Embrapa Clima Temperado, Estação Terras Baixas, Pelotas, RS

RESUMO – O presente projeto insere-se na temática da segurança alimentar e nutricional a partir da abordagem aos processos de conservação da agrobiodiversidade, em especial, às sementes crioulas. Os sistemas de produção de base agroecológica/orgânicos estão assentados em processos de valorização da biodiversidade representada pelas variedades crioulas. Os grãos crioulos são oriundos de sementes selecionadas pelos agricultores, as quais devido à rusticidade e ampla variabilidade genética demonstram capacidade de adaptação às condições locais, possibilitando a autonomia dos agricultores. Devido à importância desses grãos, aliado com a busca por alimentos saudáveis, buscou-se verificar o processo de germinação de feijão azuki, pois sabe-se que a germinação melhora as características nutricionais dos grãos. Com isso, o objetivo nesse trabalho foi verificar o aumento da biodisponibilidade de proteínas, compostos bioativos e GABA para melhorar o valor nutritivo de grãos de feijão crioulo azuki (*Vigna angularis*) germinado. As sementes foram germinadas em caixas do tipo gerbox, em câmaras BOD, a 30°C durante 24 horas. Avaliou-se a composição proximal e a digestibilidade proteica. O teor de GABA (ácido γ -aminobutírico) foi avaliado a partir do extrato metanólico dos grãos, e a atividade antioxidante foi baseada nos métodos de captura dos radicais DPPH e ABTS.

Palavras-chave: agrobiodiversidade, bioativo, GABA, segurança alimentar

1 INTRODUÇÃO

A perda da biodiversidade agrícola ou agrobiodiversidade insere-se como resultante dos sistemas agrícolas modernos, sobretudo a partir da substituição das variedades crioulas pelas cultivares de alto rendimento e estreita base genética. Os sistemas de produção de base agroecológica/orgânicos estão assentados em processos de valorização da biodiversidade representada pelas variedades crioulas e tradicionais conservadas e selecionadas pelos agricultores, as quais devido à rusticidade e ampla variabilidade genética demonstram capacidade de adaptação às condições locais, possibilitando a autonomia dos agricultores (ANTUNES et al., 2015).

Esta pesquisa insere-se neste contexto pretendendo aliar os conhecimentos gerados pela ciência ao testar e desenvolver processos e métodos de qualidade de pós-colheita e qualidade dos grãos, contribuindo para ampliação e inserção da temática da conservação da agrobiodiversidade, segurança alimentar e nutricional no universo acadêmico-científico e em comunidades agrícola-familiares.

Simultaneamente, a caracterização agrônoma, nutricional das variedades crioulas insere-se como diferencial na perspectiva de uso e agregação de valor, contribuindo para geração e difusão de novos produtos a partir da agrobiodiversidade local (CHUNGCHAROEN et al., 2014). Com isso, na busca por alimentos saudáveis o consumidor tem interesse por aqueles com alto valor nutritivo, de fácil preparo e baixo custo, por isso, é crescente os estudos e o consumo de brotos de leguminosas e de cereais na alimentação.

A germinação é, possivelmente, um dos processos mais antigos, simples e econômicos empregados para melhorar o valor nutricional de grãos de cereais e Fabaceae. (Lopez-Amorós, 2013). Existem diversos trabalhos publicados sobre germinados e/ou brotos, sendo que, a maioria são com feijão-mungo (FERNANDEZ-OROZCO et al., 2008), arroz (MOONGNARM e SAETUNG, 2010), brócolis (MARTINEZ-VILLALUENGA et al., 2010), soja (PAUCAR-MENACHO et al., 2010), no entanto, há um consumo bem difundido de grãos germinados de gergelim, linhaça, painço e feijão azuki.

O feijão azuki (*Vigna angularis*) possui origem chinesa, onde há séculos já é cultivado. É muito utilizado na culinária oriental principalmente na forma de doces, sorvetes, pães, misturado com arroz, brotos germinados e utilizado para produção de cosméticos, produtos medicinais e adubo verde. É um grão muito divulgado pela escola macrobiótica, de grande valor nutricional, pois é rico em proteínas, fósforo, cálcio, ferro, potássio, zinco, fibras solúveis e vitaminas do complexo B (GOHARA et al., 2016). Portanto, o objetivo nesse estudo foi investigar as modificações no perfil de compostos bioativos, composição nutricional e digestibilidade proteica em grãos germinados de feijão crioulo azuki.



2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostras

As amostras de feijão crioulo azuki acesso 153, foram cedidos pela Embrapa Clima Temperado – Estação Experimental Terras Baixas, localizada no Capão do Leão – RS e analisadas no Laboratório de Pós-colheita e Secagem de Grãos, do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas e no Laboratório de Biotecnologia do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense campus Pelotas.

2.2 Germinação

A germinação foi conduzida com quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em caixas gerbox sobre três folhas de papel germitest, umedecido com 2,5 vezes a sua massa com água destilada, colocadas em incubadora BOD (SP-500 SPLabor, SP, Brasil), regulada com temperatura constante de 25 °C (± 1), umidade relativa do ar de 80 % (± 5). As coletas dos germinados foram efetuadas após 24 horas, considerando a protrusão da radícula como indicador da germinação conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). As amostras germinadas foram secas em estufa com ventilação forçada a 30 °C (± 1) até atingirem uma umidade de 13 %. Tanto as amostras germinadas quanto as não germinadas foram maceradas em moinho de facas (Perten, 3100) com peneira de 200 mesh.

2.3 Composição nutricional

A composição proximal foi determinada conforme os métodos da AOAC (2006). A digestibilidade proteica foi realizada segundo método de Hsu (1977). A capacidade antioxidante foi determinada através do sequestro de radicais livres do DPPH (2,2-difenil-1-picrihidrazila) adaptado de Brand-Williams et al. (1995) e pelo método do radical ABTS (Re et al. 1999). A extração e quantificação do ácido γ -aminobutírico foram realizadas de acordo com o método descrito por Baranzelli et al. (2018). A amostra (1 g) foi extraída com 5 mL de metanol a 90% (v/v). A mistura foi agitada no vórtex por 10 minutos, sonicada por 15 minutos à temperatura ambiente e centrifugada a 2500 \times g por 10 minutos. O sobrenadante foi coletado e o resíduo re-extraído duas vezes nas mesmas condições. Os sobrenadantes foram misturados (resultando em 15 mL de extrato), filtrados através de um filtro de seringa de nylon de 0,22 μ m. Em seguida, 10 μ L do extrato foram injetados em cromatógrafo (UFLC, Shimadzu, Japão) sistema LC-ESI-QToF-MS acoplado a um espectrômetro de massa.

2.4 Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro Wilk; à homocedasticidade pelo teste de Hartley. Os resultados foram expressos através das médias de triplicadas (n = 3). Foi realizada a análise de variância (ANOVA) ao nível de confiança de 95%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises podem ser observados na Tabela 1. Conforme verificado, os teores de lipídio, proteína e fibra solúvel diferiram estatisticamente entre as duas amostras analisadas ($p \leq 0,05$), enquanto que os teores de cinzas e fibra insolúvel não apresentaram diferenças significativas. O percentual de umidade entre as amostras apresentou média de 12,44% para o feijão não germinado e 45,49% para o feijão germinado. Esse resultado pode ser explicado, pois durante o processo de germinação ocorre hidratação das sementes a fim de promover o crescimento da planta (VILLELA et al., 2007).

Tabela 1. Composição proximal, digestibilidade proteica, conteúdo de GABA e atividade antioxidante de feijões crioulos azuki (*Vigna angularis*) não germinados e submetidos à germinação por 24 horas.

Análises (base seca)	Não germinados	Germinados
Proteína bruta (%)	18,45 \pm 0,3	20,97 \pm 0,5
Lipídios (%)	0,59 \pm 0,02	0,55 \pm 0,04
Cinzas (%)	3,11 \pm 0,02	4,58 \pm 0,01
Fibra bruta (%)	4,18 \pm 0,02 ^{ns}	4,10 \pm 0,01
Umidade (%)	13,21 \pm 0,1	40,13 \pm 0,6
Digestibilidade proteica (%)	78,52 \pm 1,12	89,20 \pm 1,03
GABA (g.Kg ⁻¹)	0,18 \pm 0,01	0,91 \pm 0,03
DPPH (mg. TEAC.g ⁻¹)	7,25 \pm 0,06	8,39 \pm 0,03



ABTS (mg. TEAC.g ⁻¹)	0,78±0,01	0,92±0,04
----------------------------------	-----------	-----------

Médias ±desvio padrão, * ns não significativo pelo teste t a (p≤0,05).

Quando aos lipídios houve um decréscimo no teor nos grãos germinados, atribuído a degradação de reservas por parte da planta para que possa completar seu crescimento (MUBARAK, 2005). O teor de proteínas do feijão germinado foi 4,28 pontos percentuais maior que o não germinado. Khalil (2006) cita que o aumento de proteína com o processo de germinação deve-se ao fato de os carboidratos diminuírem durante esse período, pela utilização destes, pela germinação, como fonte de energia. E segundo Bau (1997) durante este processo ocorre a síntese enzimática proteica. Os resultados das cinzas são condizentes com os apresentados por Vilas Boas et al. (2002) que realizaram germinação em soja. Os teores de fibras solúvel apresentaram aumento após germinação, entretanto, Dueñas et al. (2016), verificaram diminuição desse conteúdo em feijões pretos e lentilhas germinados. Segundo Lopez-Amorós et al. (2006), os efeitos da germinação variam conforme o tipo de Fabacea estudada devido à sua estrutura e composição da parede celular ser diferentes.

Os valores da digestibilidade proteica in vitro foram 81,57% para o feijão não germinado e 89,17% no germinado, diferindo estatisticamente entre si. Como reportado em estudos a digestibilidade proteica tende a aumentar em grãos e semente germinados. Martinez et al. (2011) verificaram um incremento de 25 pontos percentuais na digestibilidade da soja germinada. A reduzida digestibilidade das proteínas do feijão (40 a 70%) e de outras leguminosas é multicausal, portanto, utilizar tecnologias que tenham como objetivo melhorar esse parâmetro se faz necessário. A melhoria da digestibilidade proteica, após a germinação, pode estar atribuída à redução de diferentes compostos antinutricionais, como os fitatos e inibidores de tripsina (UPPAL e BAINS, 2012; OSMAN, 2007), e com isso aumenta o valor nutritivo desse grão, pois permite a maior disponibilidade dos nutrientes.

O conteúdo de GABA da amostra germinada foi maior do que em grãos não germinados (Tabela 1), indicando que este resultado pode ser devido a decomposição de proteínas de armazenamento para a formação de novos tecidos em que ocorre a ativação da enzima glutamato descarboxilase que converte o ácido glutâmico em GABA (WANG et al., 2015).

Em ambos os métodos de determinação da capacidade antioxidante, os feijões germinados demonstraram aumento nos valores (7,98 e 0,82 mg TEAC.g⁻¹) comparado com o feijão não germinado (6,81 e 0,61 mg TEAC.g⁻¹). Em estudos com linhaça, feijão-mugo, lentilha, arroz e soja (BOLIVAR et al., 2010; DONKOR et al., 2012) foi verificado aumento de capacidade antioxidante após a germinação. Este processo é atribuído ao metabolismo bioquímico das sementes durante a germinação (DUEÑAS et al. 2009). A capacidade antioxidante superior de brotos em comparação a sementes resulta de diferenças no conteúdo de polifenóis, antocianinas e outros compostos (PAŠKO et al.2009).

4 CONCLUSÃO

As Fabaceas ou “leguminosas” possuem inúmeros compostos benéficos à saúde, com destaque ao feijão azuki, que possui elevado conteúdo de fibras e proteínas. Os efeitos de seus compostos antioxidantes e de seus nutrientes são potencializados com sua germinação. De acordo com o estudo, constatou-se que o feijão crioulo azuki germinado, aumentou seus valores de proteínas, fibras solúveis, antioxidantes e melhorou a digestibilidade proteica. Portanto, o consumo de germinados de feijão azuki é uma promissora alternativa para aumentar o fornecimento desses compostos bioativos na dieta humana

5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Embrapa Clima Temperado, a Universidade Federal de Pelotas e ao Instituto Federal Sul-Rio-Grandense campus Pelotas.

6 REFERÊNCIAS

- ANTUNES, I. F. et al. **Evolução histórica da identidade do guardião de sementes no Rio Grande do Sul**. In: SANTILLI, J. et. al. Agrobiodiversidade. Coleção Transição Agroecológica. V.2. Brasília, DF: EMBRAPA, 2015. 308p.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. (2006). Official methods of Analysis.18 ed. Washington DC US
- BAU, H. M. Effect of germination on chemical composition, biochemical constituents and antinutritional factors of soya bean (*Glycine max*) seeds. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 73, p.1-9, 1997.
- BEVILAQUA, G. A. P. **Agricultores guardiões de sementes e ampliação da agrobiodiversidade**. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, DF., v. 31, n. 1, p. 99-118, 2014.
- BOLIVAR, A., CEVALLOS, C., LUIS, C. Z. Impact of germination on phenolic content and antioxidant activity of 13 edible seed species. **Food Chemistry**, v.119, p.1485–1490, 2010.



- BRAND-WILLIAMS, W., CUVELIER, M.E., BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, v. 28, p. 25-30, 1995.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: DNDV/CLAV, 2009. 365p.
- CHUNGCHAROEN, T., PRACHAYAWARAKORN, S., TUNGTRAKUL, P., SOPONRONNARIT, S. Effects of Germination Process and Drying Temperature on Gamma-Aminobutyric Acid (GABA) and Starch Digestibility of Germinated Brown Rice. **Drying Technology**, v. 32, p. 742-753, 2014.
- DONKOR, O. N., STOJANOVSKA, L., GINN, P., ASHTON, J., VASILJEVIC, T. Germinated grains sources of bioactive compounds. **Food Chemistry**, v.135, p. 950-959, 2012.
- DUEÑAS, M., SARMENTO, T., AGUILERA, Y., BENITEZ, V., MOLL, E., ESTEBAN, R., MARTÍN-CABREJAS, M. Impact of cooking and germination on phenolic composition and dietary fibre fractions in dark beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and lentils (*Lens culinaris* L.). **LWT - Food Science and Technology**, v. 66, p. 72-78, 2016.
- DUEÑAS, M., HERNANDEZ, T., ESTRELLA, I., FERNANDEZ, D. Germination as a process to increase the polyphenol content and antioxidant activity of lupin seeds (*Lupinus angustifolius* L.). **Food Chemistry**, v.117, p. 599-607, 2009.
- FERNANDEZ-OROZCO, R., FRIAS, J., ZIELINSKI, H., PISKULA, M. K., KOZLOWSKA, H., VIDAL-VALVERDE, C. Kinetic study of the antioxidant compounds and antioxidant capacity during germination of *Vigna radiata* cv. emerald, *Glycine max* cv. jutro and *Glycine max* cv. Merit. **Food Chemistry**, v. 111, (3), p. 622-630, 2008.
- HSU, H. W. Multi enzyme technique for estimating protein digestibility. **Journal of Food Science**, v. 42 (5), p. 1269-1273, 1977.
- KHALIL, A. A. Nutritional improvement of an Egyptian breed of mung bean by probiotic lactobacilli. **African Journal of Biotechnology**, v. 5 (2), p. 206-212, 2006.
- KOMATSUZAKI, N., TSUKAHARA, K., TOYOSHIMA, H.; SUZUKI, T., SHIMIZU, T., KIMURA, T. Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice. **Journal of Food Engineering**, v. 78, p. 556-560, 2007.
- LEE, J., HWANG, Y. S., LEE, J. D., CHANG, W. S., CHOUNG, M. G. Metabolic alterations of lutein, b carotene and chlorophyll a during germination of two soy bean sprout varieties. **Food Chemistry**, v. 141, p. 3177-3182, 2013.
- LÓPEZ-AMOROS, M. L., EL-NAGGAR, T., DUEÑAS, M., ORTEGA, T., ESTRELLA, HERNANDEZ, T., CARRETERO, M. E. Effect of cooking and germination on phenolic composition and biological properties of dark beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Chemistry**, v. 138(1), p. 547-555, 2013.
- LÓPEZ-AMOROS, M. L., HERNANDEZ, T., ESTRELLA, I. Effect of germination on legume phenolic compounds and their antioxidant activity. **Journal Food Composition and Analysis**, v. 19(4), p. 277-283, 2006.
- LUMPKIN, T. A, KONOVIK, J. C.; LARSON, K. J., CLARY, D. C. **Potential new specialty crops from Asia: Azuki beans, edamame soy beans, and astragalus**. In: Janick, J.; Simon, J. Newcrops. New York: Wiley, 1993.
- MARTINEZ, A. P. C., MARTINEZ, P. C. C.; SOUZA, M. C.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Alterações químicas em grãos de soja com a germinação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31(1), p. 23-30, 2011.
- MARTINEZ-VILLALUENGA, C., PEÑAS, E., CISKA, E., PISKULA, M. K., KOZLOWSKA, H., VIDAL-VALVERDE, C. Time dependence of bioactive compounds and antioxidant capacity during germination of different cultivars of broccoli and radish seeds. **Food Chemistry**, v. 120, p. 710-716, 2010.
- MOONGNARM, A., SAETUNG, N. Comparison of chemical compositions and bioactive compounds of germinated rough rice and brown rice. **Food Chemistry**, v. 122, p. 782-788, 2010.
- MUBARAK, A. E. Nutritional composition and antinutritional factors of mung bean seeds (*Phaseolus aureus*) as affected by some home traditional process. **Food Chemistry**, v. 89, p. 489-495, 2005.
- OSMAN, M.A. Effect of different processing methods, on nutrient composition, antinutritional factors, and in vitro protein digestibility of Dolichos Lablab Bean (*Lablab purpureus* (L) Sweet). **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 6(4), p. 299-303, 2007.
- PAJAK, P., SOCHA, R., GALKOWSKA, D., ROZNOWSKI, J., FORTUNA, T. Phenolic profile and antioxidant activity in selected seeds and sprouts. **Food Chemistry**, v. 43, p. 300-306, 2014.
- PAŠKO, P., BARTOŃ, H., ZAGRODZKI, P., GORINSTEIN, S., FOLTA, M., ZACHWIEJA, Z. Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth. **Food Chemistry**, v. 115, p. 994-998, 2009.
- PAUCAR-MENACHO, L. M., BERHOW, M. A.; MANDARINO, J. M. G., CHANG, Y. K., de MEJIA, E. G. Effect of time and temperature on bioactive compounds in germinated Brazilian soybean cultivar BRS 258. **Food Research International**, v. 43, p. 1856-1865, 2010.
- RE, R., PHILIP, O. H. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 26, p. 123-127, 1999.
- SILVA, S. D. A., BEVILAQUA, G. A. P., AIRES, R. F. **Guia para produção de sementes de milho variedade na propriedade de base familiar**. Embrapa Clima Temperado, Documentos, 146. Editora: Embrapa Clima Temperado, Pelotas: 2005. 30 p.



- UPPAL, V., BAINS, K. Effect of germination periods and hydrothermal treatments on in vitro protein and starch digestibility of germinated legumes. **Journal of Food Science and Technology**, v. 49(2), p. 184–191, 2012.
- VILAS BOAS, E. V. B., BARCELOS, M. F. P., LIMA, M. A. C. Tempo de germinação e características físicas, químicas e sensoriais dos brotos de soja e de milho combinado nas formas isoladas e combinadas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26(1), p. 148-156, 2002.
- VILLELA, F. A.; NOVENBRE, A. D. L. C.; MARCOS FILHO, J. Estado energético da água na germinação de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29(1), p. 27-34, 2007.