

# Efeitos do Resfriamento Sobre a Atividade Enzimática e o Teor de Fenóis Totais de Feijões Caupi Durante o Armazenamento<sup>1</sup>

106

*Bianca Pio Ávila<sup>1</sup>, Estefania Júlia Dierings de Souza<sup>2</sup>,  
Roberta Bascke Santos<sup>3</sup>, Luis Cardozo<sup>4</sup>, Márcia Arocha  
Gularte<sup>5</sup>, Moacir Cardoso Elias<sup>6</sup>*

---

## RESUMO

O feijão é uma importante fonte de proteína na dieta da população brasileira, estando presente na alimentação da população rural e urbana. Devido à restrição da produtividade do feijão, se faz necessário o armazenamento do grão, que será destinado ao consumo da população. Porém, o armazenamento inadequado provoca alterações na composição química, na palatabilidade e qualidade nutricional dos grãos. O objetivo do trabalho foi quantificar o teor de fenóis totais e observar o comportamento enzimático da polifenoloxidase e peroxidase em feijão caupi das cultivares BRS-GUARIBA e BRS-NOVAERA, armazenados durante 8 meses a 8°C e 25°C. A atividade da enzima peroxidase foi mais acentuada quando os feijões foram armazenados à temperatura ambiente, demonstrando serem igualmente suscetíveis a atividade da enzima polifenoloxidase. O teor de fenóis totais variou de 5,94 a 6,36 mg ácido tânico.g<sup>-1</sup> em amostra seca no feijão BRS- GUARIBA e 7,41 a 7,69 no feijão BRS-NOVAERA. Portanto, as condições de temperatura de armazenamento exercem influência significativa na atividade enzimática e no teor de compostos fenólicos totais de grãos de feijão caupi.

Palavras-chave: feijão de corda, compostos fenólicos, peroxidase, polifenoloxidase, refrigeração

---

<sup>1</sup>Labgrãos - Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas

<sup>2</sup>Pós Doutoranda do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFPel biancaagronomia@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Mestra em Ciência e Tecnologia de Alimentos, estefaniajulia.dierings@gmail.com

<sup>4</sup>Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos, UFPel robertabascke@hotmail.com

<sup>5</sup>Graduando do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, cardozoluis@live.com

<sup>6</sup>Professora do Departamento de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, UFPel, marciagularte@hotmail.com

<sup>6</sup>Professor da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, eliasmc@uol.com.br

## INTRODUÇÃO

O feijão é um importante alimento em refeições da população mundial, sendo também parte da dieta básica do povo brasileiro (Conab, 2017). É um alimento básico que se destaca pela relevância nutricional, devido ao seu consumo diário e tem despertado crescente interesse como alimento funcional.

As Fabaceas contêm um número considerável de compostos bioativos, como os fenólicos, que estão associados a um efeito metabólico na prevenção de doenças e promoção da saúde para populações que consumirem esse alimento com frequência (Koblitz, 2011).

A colheita dos grãos ocorre anualmente e visando seu consumo durante todo ano faz-se necessário o seu armazenamento para preservar a sua qualidade. A necessidade de prolongar a vida útil (de prateleira) dos mais variados produtos, bem como agregar-lhes maior valor comercial, fez com que o estudo relacionado a alterações bioquímicas pós-colheita tenha agregado extrema importância no mundo. É importante evitar que os produtos sofram deterioração proveniente do transporte e armazenamento dos produtos destinados à exportação e ao consumo interno. Considerando-se mais variáveis, os níveis mundiais das populações mais carentes se concentram nas regiões tropicais, nas quais as colheitas ficam submetidas à temperatura e umidades elevadas, sendo então mais sujeitas à rápida deterioração durante a estocagem (Siqueira et al., 2013).

A temperatura pode ser considerada como o fator físico de maior importância na conservação dos grãos durante o armazenamento, uma vez que a maioria das reações químicas é acelerada com o aumento da temperatura. Quando se reduz a temperatura de armazenamento, o produto é estocado com maior segurança, mesmo que os grãos estejam com umidade mais elevada, já que a baixa temperatura inibe o desenvolvimento de micro-organismos, insetos-praga e enzimática (Chigwedere et al., 2018).

O teor de água dos grãos quando combinados com a temperatura é de um alto grau de importância na conservação dos grãos e sementes. Em casos de baixo teor de água, 11 a 13%, por exemplo, ocorre uma diminuição da respiração e o metabolismo reduz a condições mínimas. Esse efeito torna o armazenamento mais eficiente se combinado com baixas temperaturas (Croft et al., 2016).

O objetivo do trabalho foi quantificar o teor de fenóis totais e observar o comportamento enzimático da polifenoloxidase e peroxidase em feijão caupi das cultivares BRS Guariba e BRS Novaera, armazenados durante 8 meses a 8°C e 25°C.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados grãos de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.)Walp), das variedades BRS Guariba e BRS Novaera, colhidos no município de Primavera do Leste/

MT, transportados até o Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos, do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, da Universidade Federal de Pelotas, no Rio Grande do Sul, onde foram armazenados. Após a limpeza e classificação dos grãos de ambas as cultivares de feijão caupi, estes foram acondicionados em embalagens de polietileno com capacidade de 1Kg e armazenados durante 8 meses a 8°C (em geladeira) e 25°C (incubadora BOD). Todas as amostras, no momento do acondicionamento estavam com 13% de umidade e após o período de armazenamento foram moídas para a determinação das análises.

A atividade da enzima peroxidase foi determinada de acordo com a técnica descrita por Fermann & Diamond (1967). O extrato enzimático foi obtido pela homogeneização de 0,62 g de farinha em 15 mL de tampão fosfato 0,1 mol.L<sup>-1</sup>, pH 6,0, durante 3 minutos a 4°C. Ao extrato enzimático foi adicionado a 133µL de peróxido de hidrogênio 3% e 666 µL de tampão fosfato de sódio 0,1 mol.L<sup>-1</sup>, pH 5,0 e 1,3 mL de guaiacol 0,5%. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 470 nm. A reação foi acompanhada durante 40 minutos com intervalos de 17 segundos a 30°C. Uma unidade enzimática foi considerada como a quantidade de enzima que provocou o aumento de 0,001 unidade de absorbância por minuto de reação, nas condições de ensaio. Os resultados foram expressos em expressa em U.g farinha<sup>-1</sup>. min.<sup>-1</sup>.

Para determinação da enzima polifenoloxidase foi utilizado o mesmo extrato da peroxidase. Foram recolhidos 0,2 mL do extrato enzimático e a este foram adicionados 2,79 mL de catecol 80 Mm preparado em tampão fosfato de sódio 0,1 mol. L<sup>-1</sup>, pH 7,2. A leitura foi feita após 40 minutos em espectrofotômetro a 420nm. A atividade enzimática da polifenoloxidase foi expressa em U.g farinha<sup>-1</sup>.min.<sup>-1</sup>, segundo Zauberman et al. (1991).

Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método descrito por Nasar - Abbas (2008). O extrato foi preparado com 2 gramas de amostra, adicionadas de 20mL de solução de acetona (70%) e deixado em banho-maria à temperatura (±25°C) durante 24 horas. Foram retiradas as amostras do banho-maria e centrifugadas a 4000 rpm durante 10 minutos à temperatura de 10°C. Após, o sobrenadante foi coletado e armazenado para utilização na análise. Para determinação de fenóis totais adicionou-se uma alíquota de 0,02mL e ajustou o volume para 0,5mL com água destilada, acrescentou-se 0,25 mL de Folin-Ciocalteau 2N, deixando no escuro por 8 minutos. Após esse tempo, foi adicionado 1,25 mL de solução de carbonato de sódio; agitou em vortex e por fim se fez a leitura em espectrofotômetro a 725nm após 2 horas em ambiente escuro. Os resultados foram expressos em mg ácido tânico.g<sup>-1</sup> em amostra seca.

Os dados foram analisados pelo teste de Shapiro-Wilk e à homocedasticidade pelo teste de Hartley. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância (p≤0,05).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de atividade enzimática e compostos fenólicos totais estão representados na tabela 1.

**TABELA 1.** Atividade enzimática, fenóis totais de feijão-caupi das cultivares BRS Guariba e BRS Novaera armazenados por 8 meses a temperaturas de 8°C e 25°C.

	<b>G8</b>	<b>G25</b>	<b>N8</b>	<b>N25</b>
Peroxidase (U.g farinha <sup>-1</sup> .min. <sup>-1</sup> )	35,53±0,51	102,1±1,91	72,83±0,01	75±0,40
Polifenoloxidase (U.g farinha <sup>-1</sup> .min. <sup>-1</sup> )	53,81±0,02	79,43±0,80	59,52±1,10	78,53±0,01
Fenóis totais (mg ácido tânico.g <sup>-1</sup> )	6,36±0,04	5,94±0,02	7,69±0,01	7,41±0,03

Médias±desvio padrão. Comparação das temperaturas na mesma cultivar e comparação entre as cultivares na mesma temperatura de armazenamento significativamente diferentes a ( $p \leq 0,05$ ).

G8 (Guariba armazenado a 8°C), G25(Guariba armazenado a 25°C), N8 (Novaera armazenado a 8°C) e N25 (Novaera armazenado a 25°C).

A cultivar de feijão caupi BRS Guariba foi a que apresentou maior variação na atividade enzimática da peroxidase entre as duas condições de armazenamento. Quanto ao feijão caupi da cultivar BRS Novaera, apesar da grande variação de temperatura, este se mostrou relativamente estável, com uma diferença de 2,17 U.g farinha<sup>-1</sup>.min.<sup>-1</sup>. Ranilla (2010) identificou um aumento na atividade da enzima peroxidase durante o armazenamento de feijões comum. Esteves et al. (2002) encontraram valores superiores aos deste estudo para a atividade desta enzimas em feijão carioca (520), e feijão comum (680,20 U.g farinha<sup>-1</sup>.min.<sup>-1</sup>), respectivamente, logo após a colheita, sugerindo que o feijão caupi pode ser menos suscetível à ação dessa enzima quando comparado ao feijão comum (*Phaseolus vulgaris*).

Quanto à atividade da enzima polifenoloxidase, ambas tiveram maior atividade quando armazenadas a temperatura de 25°C. Redondo et al. (2016) relacionam o envelhecimento dos grãos durante o armazenamento à atividade da enzima polifenoloxidase, o que contribuiria para o escurecimento dos grãos. Rani et al. (2013) propuseram que o escurecimento do tegumento dos grãos de feijão, após seis meses de armazenamento, pode ser consequência do aumento da atividade da enzima polifenoloxidase, associada à atividade da enzima peroxidase. Pereira et al. (2014) investigando a atividade dessa enzima em cinco cultivares de feijão encontraram valores superiores aos deste estudo (102-108 U.g farinha<sup>-1</sup>. min.<sup>-1</sup>).

Para o teor de fenóis totais observou-se diferença significativa entre as cultivares e entre as condições de armazenamento no mesmo feijão. A cultivar BRS Novaera foi a

que apresentou teor mais elevado em ambos os armazenamentos quando comparada com a BRS Guariba. Beninger et al.(2005) encontraram teores de 5,47 (mg ácido tânico.g<sup>-1</sup>) em feijões do grupo comum armazenados por 8 meses. Acosta-Estrada et al. (2014) observou uma variação nos teores de fenólicos totais durante o armazenamento de feijão carioca por 8 meses, em condição ambiente. Há, no entanto, uma divergência quanto ao fato de fenóis totais aumentarem ou diminuírem com o armazenamento dos grãos. Em alguns estudos, foi demonstrado que um aumento nos fenóis está associado com o envelhecimento dos grãos, mas em outros tem sido mostrado que o teor de fenóis totais tende a diminuir com o armazenamento (Ferreira et al., 2004; Fraga, 2009).

Conclui-se que os grãos de feijões caupi das cultivares BRS Guariba e BRS Novaera apresentaram menores valores de compostos fenólicos totais, atividade enzimática da peroxidase e da polifenoloxidase quanto armazenados em condições de resfriamento a 8°C durante 8 meses, demonstrando que o resfriamento é mais efetivo em manter a qualidade de feijões caupi.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA-ESTRADA, B. A.; GUTIÉRREZ-URIBE, J. A.; SERNA-SALDÍVAR, S. O. Bound phenolics in foods, a review. **Food Chemistry**, v.152, p. 46–55, 2014.

BENINGER, C. W.; HOSFIELD, G. L. Antioxidant activity of extracts, condensed tannin fractions, and pure flavonoids from *Phaseolus vulgaris* L. seed coat color genotypes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 7879–7883, 2005.

CHIGWEDERE, C. M.; OLAOYE, T. F.; KYOMUGASHO, C.; KERMANI, Z. J.; PALLARES, A. P.; LOEY, A. M. V.; GRAUWET, T.; HENDRICKX, M. E. Mechanistic insight into softening of Canadian wonder common beans (*Phaseolus vulgaris*) during cooking. **Food Research International**, v.106, p. 522-531, 2018.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Safra 2016/2017. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 10 julho, 2018.

CROFT, M.; BICKSLER, A.; MANSON, J.; BURNETTE, R. Vacuum Sealing vs. Refrigeration: Which is the most effective way to store seeds? **Echo Asia Notes** v. 14, 2016.

ESTEVES, A. M.; ABREU, C. M. P.; SANTOS, C. D.; CORREA, A. D. Comparação química e enzimática de seis linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. V. 26, n. 5, p. 999-1005, 2002.

FERHMAN, H.; DIAMOND, A. E. Peroxidase activity and phytophthora resistance in

diferent organs of the potato plant. **Phytopathology**, Lancaster, v. 57, n. 1, p. 69-72, 1967.

FERREIRA, E. C.; NOGUEIRA, A. R. A.; SOUZA, G. B.; BATISTA, L. A. R. Effect of drying method and length of storage on tannin and total phenol concentrations in Pigeon pea seeds. **Food Chemistry**, Washington, v. 86, n. 1, p. 17-23, 2004.

FRAGA, C. G. **Plant phenolics and human health: biochemistry, nutrition and pharmacology**. New Jersey: Wiley & Sons, 2009. 593p.

KOBLITZ, M.G.B. **Matérias-primas alimentícias: composição e controle de qualidade**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. 301p.

NASAR-ABBAS, S. M.; PLUMMER, J. A.; SIDDIQUE, K. H. M.; WHITE, P.; HARRIS, D.; DODS, K. Cooking quality of faba bean after storage at high temperature and the role of lignins and other phenolics in bean hardening. **LWT – Food Science and Technology**, v.41, p.1260 – 1267, 2008.

PEREIRA, C. C. **Aspectos fisiológicos, bioquímicos e sensoriais de grãos de café armazenados em temperatura ambiente e em ar resfriado**. 154 p. Dissertação – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

RANI, P. R.; CHELLADURAI, V.; JAYAS, D.S.; WHITE, N. D. G.; KAVITHA-ABIRAMI, C. V. Storage studies on pinto beans under different moisture contents and temperature regimes. **Journal of Stored Products Research**, v. 52, p. 78–85. 2013.

RANILLA, L. G.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Effect of Different Cooking Conditions on Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Some Selected Brazilian Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, p. 5734–5742, 2010.

REDONDO, D.; VENTURINI, M. E.; ORIA, R.; ARIAS, E. Inhibitory effect of microwaved thinned nectarine extracts on polyphenol oxidase activity. **Food Chemistry**, v. 197, p. 603–610, 2016.

SIGUEIRA, R. J. de. A.; LACERDA FILHO, A. F. de; VOLK, M. B. da S. Avaliação da Qualidade do Feijão Armazenado em Ambiente Refrigerado. **Alimentos e Nutrição**, Viçosa – MG, vol. 20, n. 4, p. 649–655, 2013.

ZAUBERMAN, G. et al. Postharvest retention of the red colour of litchi fruit pericarp. **Scientia Horticulturae**, v.46, n.1-2, p.89-97, 1991.