

Efeitos da Temperatura de Armazenamento na Cocção, na Cor e no Teor de Compostos Fenólicos Totais de Feijão Caupi

132

¹Igor da Silva Lindemann, ¹Jaqueline Pozzada dos Santos, ¹James Bunde, ¹Ezequiel Helbig Pasa, ¹Nathan Levien Vanier

RESUMO

O feijão caupi (*Vigna unguiculata*) é produzido principalmente na região nordeste do país. Com o déficit na oferta de feijão e os preços atrativos observados na entressafra, grandes produtores da região Centro-oeste passaram a cultivar e armazenar por longos períodos para aproveitar os preços atrativos. No período de armazenamento, o manejo de temperatura é apontado como um fator fundamental para a manutenção da qualidade dos grãos. Com isso, o objetivo no estudo foi avaliar o tempo de cocção, a dureza, a cor e o teor de compostos fenólicos de feijão caupi após o armazenamento em diferentes temperaturas (20, 25 e 30 °C) por 12 meses. O tempo de cocção aumentou em todas as condições de armazenamento, quando comparado ao feijão caupi avaliado antes do armazenamento. Houve aumento drástico no tempo de cocção dos grãos armazenados a 30 °C, cerca de 8 vezes superior à amostra inicial. Comportamento semelhante foi observado para a dureza dos grãos cozidos. Com relação ao atributo de cor, o valor do croma a^* aumentou em todas as condições de armazenamento. O feijão caupi armazenado apresentou maior teor de compostos fenólicos totais após a cocção. No entanto, os compostos fenólicos totais no feijão caupi cru, não cozido, assim como as proantocinidinas reduziram em todas as condições de armazenamento.

Palavras-chave: feijão caupi var. Bico de Ouro; armazenamento; qualidade de feijão

INTRODUÇÃO

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.) é tradicionalmente cultivado em pequenas propriedades das regiões Norte e Nordeste do Brasil, mas atualmente também tem sido cultivado em grandes propriedades do Centro-oeste. Este grão é considerado uma boa fonte de carboidratos, proteínas, fibras, vitaminas, bem como ferro e zinco.

¹Laboratório de pós colheita industrialização e qualidade de grãos (LABGRÃOS), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Campus Universitário do Capão do Leão, RS.

Além da importante função nutricional, o feijão caupi possui compostos fenólicos que atribuem a ele um caráter funcional, com capacidade antioxidante, antimutagênica, anti-inflamatória e até mesmo anti-hipertensiva, auxiliando na prevenção de doenças crônicas e degenerativas (LINDEMANN et al., 2017).

A qualidade de feijão está diretamente relacionada ao baixo tempo de cocção e à alta maciez dos grãos após a cocção. Os consumidores e os comerciantes associam esses atributos de qualidade à mudança na coloração dos grãos. Segundo Ojwang et al. (2012), a coloração clara do produto recém-colhido é associada com grãos que cozinham rápido e que são macios depois de cozidos. Em contrapartida, os grãos escuros ou mais avermelhados são considerados velhos e com características tecnológicas indesejáveis.

O cultivo dessa variedade de feijão é sazonal, necessitando de armazenamento para garantir sua oferta durante todo o ano. Nos grãos, os compostos especializados, principalmente fenólicos, são os principais responsáveis pela cor do tegumento e suas alterações após a colheita. Estas mudanças na coloração ocorrem durante o armazenamento e são intensificadas quando as condições de temperatura e umidade não são manejadas adequadamente (NGALAMU et al., 2014).

No caso do feijão caupi, da variedade Bico de Ouro, os grãos tendem a escurecer durante o armazenamento, de forma semelhante ao que ocorre com o feijão carioca, como resultado de reações químicas e enzimáticas, que alteram, também, a qualidade físico-química e sensorial dos grãos. Desta forma, o controle de temperatura surge como uma ferramenta para minimizar essas perdas de qualidade durante o armazenamento.

Sendo assim, objetiva-se, com o presente estudo, avaliar efeitos do armazenamento em diferentes temperaturas (20, 25 e 30 °C) sobre o tempo de cocção, a dureza, a cor do tegumento e o teor de compostos fenólicos totais e proantocianidinas do feijão caupi da variedade Bico de Ouro.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados grãos de feijão caupi, variedade Bico de Ouro, produzidos na safra 2015/2016 em Primavera do Leste, MT. A colheita dos grãos foi realizada de forma mecanizada, quando estes atingiram teor de umidade próximo a 13%. As amostras foram limpas, acondicionadas em sacos de rafia e imediatamente transportadas para o Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (Labgrãos) da Universidade Federal de Pelotas (UFPeI), onde foram realizados o armazenamento e as análises.

As amostras foram acondicionadas em embalagens de polietileno de 0,2 mm de espessura (dimensões: 30x30x30 cm) e armazenadas por 12 meses. A vedação

das embalagens foi feita com a máquina Webomatic® (easy pack-mk3, Austrália). O armazenamento foi realizado no escuro, a 20, 25 e 30°C.

O tempo de cocção foi determinado segundo o método proposto por MATTSON (1946) e os valores expressos em minutos. A dureza foi determinada conforme descrito por Revilla e Vivar-quintana (2008) e expressos em Newton (N). A cor do tegumento das amostras de feijão caupi foi analisada utilizando um colorímetro Minolta (CR-410, Konica Minolta, Japão). Os valores de croma a^* correspondem à escala do verde ao vermelho e foi ajustado com uma placa de fundo branco, que acompanha o equipamento.

O teor de fenólicos totais foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu, como descrito por Zielinski e Kozłowska (2000). A quantificação dos fenólicos foi realizada utilizando o espectrofotômetro em 735 nm. Os resultados foram expressos em miligramas de ácido gálico por grama de amostra. O teor de proantocianidinas foi determinado conforme método descrito por Díaz et al. (2010). Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico por grama de amostra.

Os dados foram analisados por análise de variância (ANOVA, $P < 0,05$) e, no caso de significância, os efeitos das temperaturas de armazenamento foram comparados pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) e os efeitos do processo de cocção foram determinados pelo teste t de Student ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão apresentados o tempo de cocção, a dureza e o valor de croma a^* do feijão caupi armazenado por 12 meses.

TABELA 1. Tempo de cocção (min), Dureza (N) e cor do tegumento do feijão caupi obtido antes do armazenamento e após um ano de armazenamento.

Temperatura de armazenamento	Tempo de cocção (min)	Dureza (N)	Croma a^*
Inicial	17,31±1,73 ^d	113,38±7,11 ^c	5,06±0,47 ^d
20 °C	37,50±2,89 ^c	142,31±11,11 ^b	9,84±0,65 ^c
25 °C	60,33±10,50 ^b	149,27±6,31 ^b	12,82±0,74 ^b
30 °C	135,21±15,21 ^a	151,34±14,11 ^a	16,795±1,21 ^a

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

O menor tempo de cocção ($P < 0,05$) foi observado no feijão caupi sem armazenamento (17,31 min). Após o armazenamento, o tempo de cocção aumentou

($P < 0,05$) em todas as condições de armazenamento, quando comparado ao feijão caupi inicial (sem armazenamento). O incremento no tempo de cocção variou de 20 até 118 min, no armazenamento a 20 e 30°C, respectivamente. O mesmo comportamento foi observado para dureza, onde houve aumento após o armazenamento, chegando a 151,34 N na temperatura mais elevada (30 °C).

Durante o armazenamento, a lignificação da parede celular e a polimerização de compostos fenólicos podem ter contribuído para o aumento no tempo de cocção e na dureza dos grãos. Segundo Nasar-abbas et al. (2008), quando avaliou fava (*Vicia faba* L.) armazenada por 12 meses, temperaturas mais elevadas tendem a acelerar o processo de lignificação da parede celular e a polimerização de constituintes fenólicos durante o armazenamento, podendo, assim, aumentar o tempo para cocção e, conseqüentemente, a dureza dos grãos.

Além do tempo de cocção e da dureza, a cor do tegumento é um parâmetro importante pelo qual o consumidor faz a seleção dos grãos para o consumo (OJWANG et al., 2012). Conforme pode ser observado na Tabela 1, o valor do croma a^* aumentou ($P < 0,05$) em todas as condições de armazenamento, quando comparado ao feijão caupi inicial, sendo que maior diferença ocorreu nas condições mais drásticas de armazenamento (25 e 30 °C). A oxidação dos compostos fenólicos durante o armazenamento, principalmente em temperaturas mais elevadas, é apontada por Nasar-Abbas et al. (2008) como um dos principais fatores responsáveis por essa mudança na cor do tegumento.

Com o intuito de relacionar o teor de compostos fenólicos à mudança de cor, esses foram extraídos após o armazenamento e os resultados estão apresentados na Tabela 2. O teor de fenólicos reduziu em todas as condições de armazenamento, sendo observada maior redução no armazenamento a 30 °C (cerca de 35% inferior quando comparado ao seu teor inicial). Altas temperaturas de armazenamento podem reduzir o teor de compostos fenólicos totais pela oxidação e/ou ligação destes compostos com os açúcares e proteínas, formando complexos insolúveis (BENINGER e HOSFIELD, 2003; NASAR-ABBAS et al. 2008). Nasar-Abbas et al. (2008) reportaram que a redução na solubilidade dos compostos fenólicos pode estar associada à lignificação da parede celular, fator responsável por alterações no comportamento de cocção.

Os compostos fenólicos totais e as proantocianinas foram avaliados também após a cocção (Tabela 2). Esses compostos, além de colorir o tegumento dos grãos, atribuem ao feijão caupi um caráter de alimento funcional com capacidade antioxidante, antimutagênica, anti-inflamatória e anti-hipertensiva, desempenhando, assim, um papel importante na prevenção de doenças crônicas degenerativas cardiovasculares e na prevenção de câncer (AWIKA; DUODU, 2016; HAYAT et al., 2014). De acordo com Ávila et al. (2013), as proantocianidinas exibem capacidade antioxidante de 15 a 30 vezes superior aos ácidos fenólicos.

TABELA 2. Compostos fenólicos (mg.g⁻¹) e proantocianidinas (mg.g⁻¹) do feijão caupi obtido antes do armazenamento e após um ano de armazenamento

Temperatura de armazenamento	Fenólicos totais (mg.g ⁻¹)		Proantocianidinas (mg.g ⁻¹)	
	<i>Cru</i>	<i>Cozido</i>	<i>Cru</i>	<i>Cozido</i>
Sem armazenamento	20,81±0,24 ^{Aa}	18,91±0,6 ^{Bb}	15,46±0,31 ^{Aa}	6,29±0,91 ^{Bb}
20 °C	16,58±0,09 ^{Bb}	22,36±0,08 ^{Aa}	12,43±0,21 ^{Ab}	6,46±0,78 ^{Bb}
25 °C	18,33±0,13 ^{Bb}	22,39±0,15 ^{Aa}	13,46±0,10 ^{Ab}	7,12±0,60 ^{Ba}
30 °C	13,89±0,12 ^{Bc}	23,19±0,06 ^{Aa}	10,36±0,56 ^{Ac}	7,99±0,44 ^{Ba}

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha indicam médias que não diferem entre si pelo teste t de Student, enquanto letras minúsculas na coluna indicam médias que não diferem entre si pelo teste de Tukey, ambos 5% de significância.

Em todas as temperaturas de armazenamento houve aumento ($P < 0,05$) no teor de compostos fenólicos após a cocção. No entanto, no feijão caupi inicial, o teor desses compostos reduziu com a cocção. Provavelmente, os compostos fenólicos que logo após o armazenamento encontravam-se ligados, foram facilmente extraídos devido a ruptura da parede celular. Segundo Boateng et al. (2008), a ruptura da parede celular por aquecimento pode levar a uma melhor extração desses compostos que estavam inicialmente ligados. Em contrapartida, aqueles que estavam livres, ficaram expostos a degradação pela ação da temperatura.

Reduções no teor de compostos fenólicos totais e proantocianidinas, como resultado do cozimento, podem ser atribuídas a instabilidade térmica que esses compostos exibem quando expostos a temperatura de cozimento. Chen et al. (2015) relataram que os compostos fenólicos de cranberry beans (*Phaseolus vulgaris* L.), que possuem significativa presença de compostos fenólicos e proantocianidinas, são suscetíveis a degradação durante o processo de cozimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, M. B.; DE LÚCIO, J. A. G.; MENDOZA, N. V.; GONZÁLEZ, C. V.; ARCINIEGA, M. D. L.; VARGAS, G. A. Geranium Species as Antioxidants. In.: Oxidative stress and chronic degenerative diseases - A Role for Antioxidants. (J. A. Morales-González, Ed.). Intech: Rijeka, Croatia. p. 87–112, 2013

AWIKA, J. M.; DUODU, K. G. Bioactive polyphenols and peptides in cowpea (*Vigna unguiculata*) and their health promoting properties: **A review. Journal of Functional Foods**, 2016.

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, 2003.

BOATENG, J.; VERGHESE, M.; WALKER, L.T.; OGUTU, S. Effect of processing on antioxidant contents in selected dry beans (*Phaseolus* spp. L.). **LWT - Food Science and Technology**, v. 41, p. 1541-1547, 2008.

CHEN, P.X.; DUPUIS, J. H.; MARCONE, M.F.; PAULS, P.K.; LIU, R.; LIU, Q.; TANG, Y.; ZHANG, B.; TSAO, R. Physicochemical properties and in vitro digestibility of cooked regular and non-darkening cranberry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and their effects on bioaccessibility, phenolic composition, and antioxidant activity. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 63 p. 10448–10458, 2015.

DÍAZ, A. M.; CALDAS, G. V.; BLAIR, M. W. Concentrations of condensed tannins and anthocyanins in common bean seed coats. **Food Research International**, v. 43, p. 595-601, 2010.

HAYAT, I.; AHMAD, A.; MASUD, T.; AHMED, A.; BASHIR, S. Nutritional and health perspectives of beans (*Phaseolus vulgaris* L.): an overview. **Critical Reviews In Food Science And Nutrition**, v. 54, p. 580-592, 2014.

LINDEMANN, I. S.; LANG, G. H.; HOFFMANN, J. F.; ROMBALDI, C. V.; OLIVEIRA, M.; ELIAS, M. C.; VANIER, N. L. The foliar desiccators glyphosate, carfentrazone and paraquat affect the technological and chemical properties of cowpea grains. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 65, p. 6771-6778, 2017.

MATTSON, S. The cookability of yellow peas: a colloid-chemical and biochemical study. **Acta Agric Suecana**, v. 2, p. 185-231, 1946.

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.

NGALAMU, T.; CITY, J.; RESOURCES, N.; STUDIES, E. Cowpea production handbook. **Cowpea production handbook**, v. 1, p. 45, 2014.

OJWANG, L. O.; DYKES, L.; AWIKA, J. M. Ultra-performance liquid chromatography-tandem quadrupole mass spectrometry profiling of anthocyanins and flavonols in cowpea (*Vigna unguiculata*) of varying genotypes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, p. 3735-3744, 2012.

REVILLA, I.; VIVAR-QUINTANA, A. M. Effect of canning process on texture of Faba beans (*Vicia Faba*). **Food Chemistry**, v. 106, n. 1, p. 310-314, 2008.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. Jr., Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144-158, 1965.