

EFEITOS DA HERMETICIDADE E DA TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO SOBRE PARÂMETROS DE COR E DE COCÇÃO DO FEIJÃO CAUPI

NEWITON DA SILVA TIMM¹; IGOR DA SILVA LINDEMANN²; MAURÍCIO MATOS BITEMCOURTE³; NATHAN LEVIEN VANIER⁴; MOACIR CARDOSO ELIAS⁵; MAURÍCIO DE OLIVEIRA⁶

¹ Universidade Federal de Pelotas – newiton.silva.timm@hotmail.com

² Universidade Federal de Pelotas – igor_lindemann@hotmail.com

³ Universidade Federal de Pelotas – mauricio.tryer@gmail.com

⁴ Universidade Federal de Pelotas – nathanvanier@hotmail.com

⁵ Universidade Federal de Pelotas – eliasmc@uol.com.br

⁶ Universidade Federal de Pelotas – mauricio@labgraos.com.br

1. INTRODUÇÃO

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.) é considerado uma importante fonte de proteínas, carboidratos, fibras, vitaminas e minerais. Por estas características, possui importância no combate à desnutrição em países de baixo poder econômico, especialmente onde a proteína animal não é facilmente disponível (VAINIO et al., 2016).

O cultivo e o consumo ocorrem predominantemente em países subdesenvolvidos da América Latina, África e África Ocidental (FILHO et al., 2011). Como a maioria das culturas, é cultivado sazonalmente, necessitando de armazenamento para garantir a oferta regular durante todo o ano. No período de armazenamento, a umidade dos grãos e a temperatura do ambiente são apontadas por NGALAMU et al. (2014) como fundamentais para a manutenção da qualidade dos grãos.

Para auxiliar no armazenamento, além do adequado manejo de temperatura e umidade, pode ser utilizado o resfriamento artificial, que favorece a redução da atividade metabólica dos grãos. A modificação na atmosfera de armazenamento pode ser obtida através da hermeticidade do ambiente de armazenamento e/ou pela substituição do oxigênio por nitrogênio ou dióxido de carbono. A hermeticidade ocorre pela impossibilidade de troca de gases do ambiente de armazenamento com o meio ambiente (RUPOLLO et al., 2004).

O armazenamento hermético associado ao resfriamento artificial é uma ferramenta muito utilizada para minimizar reações metabólicas, principalmente de oxidação de compostos fenólicos. Reações oxidativas são apontadas por OJWANG et al. (2012) como uma das principais responsáveis pela mudança de cor do tegumento do feijão. No entanto, a vedação do ambiente para obter ambiente hermético e o uso de resfriamento artificial demandam alto investimento financeiro. Assim, qualquer alternativa que possa baratear o processo é muito bem vista pela cadeia produtiva de feijão caupi.

Objetiva-se, com o presente trabalho, avaliar efeitos do armazenamento hermético, em diferentes temperaturas (15, 20 e 25°C), sobre parâmetros de cor e de cocção de grãos de feijão caupi da variedade bico de ouro.

2. METODOLOGIA

Foram utilizados grãos de feijão caupi, variedade bico de ouro, produzidos na safra 2015/2016 em Primavera do Leste, Mato Grosso. 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 transportados para o Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÄOS) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), onde foram realizados o armazenamento e as análises.

As amostras foram acondicionadas em embalagens de polietileno de 0,2 mm de espessura (Dimensões: 30 x 30 x 30 cm) e armazenadas por oito meses, em triplicata. A vedação das embalagens foi feita com a máquina Webomatic® (easy pack-mk3, Austrália). O armazenamento foi realizado no escuro a 15, 20 e 25°C.

A variável colorimétrica a^* do feijão, que varia de $-a^*$ (verde) até $+a^*$ (vermelho), foi determinada utilizando um colorímetro Minolta (CR-410, *Konica Minolta*, Japão).

Para a extração de compostos fenólicos solúveis em Acetona 70%, foram pesados 5,0 g de grãos inteiros e em seguida adicionados 25 mL de acetona/água (70:30 v/v). O teor de compostos fenólicos foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu, com pequenas modificações (SINGLETON e ROSSI, 1965). Os resultados foram expressos em miligramas (mg) equivalentes de ácido gálico (GAE) por 100 g de amostra seca.

O teor de proteína solúvel foi determinado de acordo com o método descrito por LIU et al. (1992), com modificações. O teor de proteína bruta dos grãos foi previamente determinado (22%, base seca). Os valores foram expressos em percentagem (%).

O tempo de cocção foi determinado de acordo com o método proposto por MATTSON (1946) e os resultados foram expressos em minutos (min).

A dureza e a adesividade dos grãos cozidos foram determinadas conforme descrito por REVILLA e VIVAR-QUINTANA (2008). Os valores foram expressos em Newton (N) e Newton por segundo ($N\ s^{-1}$), respectivamente.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e, posteriormente, comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados o valor de a^* , o teor de compostos fenólicos e a solubilidade proteica do feijão caupi, no início e após 8 meses de armazenamento. Houve aumento ($P < 0,05$) no valor de a^* em todas as condições de armazenamento, agravando-se na temperatura de 25°C. Os grãos armazenados nas temperaturas de 15 e 20°C apresentaram valores menores ($P < 0,05$) do que grãos armazenados a 25°C. Em relação a coloração do tegumento do feijão caupi, observa-se que o armazenamento hermético a 20°C foi tão eficiente quanto o armazenamento hermético a 15°C (Figura 1).

Tabela 1. Valor a^* , compostos fenólicos e solubilidade proteica dos grãos obtidos antes e após 8 meses de armazenamento em sistema hermético.

Armazenamento	a^*	Compostos fenólicos (mg. 100 g-1)	Solubilidade proteica (%)
Inicial	5,66±0,20c	63,12±3,21a	72,54±0,98a
Hermético, 15°C	10,47±0,87b	35,25±3,12b	71,81±3,12a
Hermético, 20°C	9,58±0,55b	24,07±2,12c	66,64±0,32b
Hermético, 25°C	12,88±0,56a	16,12±3,11d	61,81±3,11c

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância ($P < 0,05$).

Independentemente da temperatura houve redução na solubilidade dos compostos fenólicos nos grãos armazenados. A solubilidade proteica reduziu nos grãos armazenados a 20 e a 25°C, em comparação com o tratamento inicial (Tabela 1). Para a variável compostos fenólicos, houve redução de 44%, 65% e 74% em relação ao tratamento inicial para os grãos armazenados a 15, 20 e 25°C, respectivamente.

A mudança de cor do tegumento do feijão está correlacionada com a oxidação dos compostos fenólicos no armazenamento, principalmente em temperaturas mais elevadas. A solubilidade dos compostos fenólicos pode reduzir pela oxidação e pela ligação destes com açúcares e proteínas, formando complexos insolúveis (BENINGER e HOSFIELD, 2003; NASAR-ABBAS et al. 2008).

A cor do tegumento do feijão é uma base primária pela qual o consumidor faz a seleção dos grãos para o consumo (OJWANG et al., 2012). Pois os consumidores associam o grão claro e brilhoso ao “feijão novo”, com baixo tempo de cocção, macio e de caldo espesso após a cocção (NASAR-ABBAS, et al., 2008).



Figura 1. Fotografia dos grãos obtidos antes e após 8 meses de armazenamento.

Na Tabela 2 estão apresentados o tempo de cocção, a dureza e a adesividade do feijão caupi. Houve incremento no tempo de cocção ($P < 0,05$) dos grãos após o armazenamento, sendo observado o maior tempo nos grãos armazenados a 25°C (34,50 min). Assim como na manutenção da cor do tegumento verificada na Tabela 1 e na Figura 1, o armazenamento hermético a 20°C foi tão eficiente quanto o armazenamento hermético a 15°C para a manutenção do tempo de cocção.

Tabela 2. Tempo de cocção, dureza e adesividade grãos obtidos antes e após 8 meses de armazenamento em sistema hermético

Armazenamento	Tempo de cocção (min)	Dureza (N)	Adesividade (N s ⁻¹)
Inicial	16,20±1,73 ^c	128,31±10,11 ^b	167,59±28,82 ^a
Hermético, 15°C	24,50±1,70 ^b	134,12±12,14 ^b	120,96±26,02 ^b
Hermético, 20°C	23,67±2,88 ^b	144,13±9,89 ^a	89,88±27,77 ^c
Hermético, 25°C	34,50±4,82 ^a	142,93±13,88 ^a	48,22±14,12 ^d

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância ($p \leq 0,05$).

A dureza após a cocção do feijão foi mantida durante o armazenamento a 15°C, quando comparada à amostra inicial. Nos grãos armazenados a 20 e a 25°C houve aumento ($P < 0,05$) na dureza, não diferindo significativamente entre

si. Porém, a adesividade reduziu ($P < 0,05$) com o armazenamento e com a temperatura. Quanto maior a temperatura, menor a adesividade.

As alterações no comportamento de cocção e pós-cocção (dureza e adesividade) podem estar associadas a redução na solubilidade dos compostos fenólicos, pelo processo de lignificação da parede celular (NASAR-ABBAS et al. 2008). A lignificação dificulta a absorção de água, aumentando o tempo de cocção. Além disso, o processo de lignificação proporciona a reestruturação de parede celular, aumentando a dureza e dificultando a lixiviação de compostos responsáveis pela adesividade (HINCKS, 1986; SARMENTO et al., 2016).

4. CONCLUSÕES

O armazenamento hermético do feijão caupi, variedade Bico de Ouro, a 15 e a 20°C, durante 8 meses, propicia preservação semelhante na coloração do tegumento e no tempo de cocção dos grãos. No entanto, a dureza e a adesividade dos grãos cozidos são favorecidas pela adoção da temperatura mais baixa, de 15°C.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- FILHO, F. R. F.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. R.; SILVA, K. E.; NOGUEIRA, M. R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão Caupi no Brasil: Produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Publicado: Teresina, Brasil, 2011; 84 p.
- LIU, K.; MCWATTERS, K. H.; PHILLIPS, R. D. Protein insolubilization and thermal destabilization during storage as related to hard-to-cook defect in cowpeast. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 40, p. 2403–2407, 1992
- MATTSON, S. The cookability of yellow peas: a colloid-chemical and biochemical study. **Acta Agric Suecana**, v. 2, p. 185-231, 1946.
- NASAR-ABBAS, M.; PLUMMER, A.; SIDDIQUE, M.; WHITE, P.; 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 Technology**, v. 41, p.120-1267. 2008.
- NASAR-ABBAS, S. M.; PLUMMER, J. A.; SIDDIQUE, K. H. M.; WHITE, P. F.; HARRIS, D.; DODS, K. Nitrogen retards and oxygen accelerates colour darkening in faba bean (*Vicia faba* L.) during storage. **Postharvt Biology and Technology**, v. 47, p.13-18, 2008.
- NGALAMU, T., CITY, J.; RESOURCES, N. STUDIES, E. Cowpea production handbook. **Cowpea production handbook**, 1, 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.
- RUPOLLO, G.; GUTKOSKI, L. C.; MARINI, L. J.; ELIAS, M. C. Sistemas de armazenamentos hermético e convencional na conservabilidade de grãos de aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1715-1722, 2004.
- SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. J. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdc-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144-158, 1965.
- VAINIO, A.; NIVA, M.; JALLINOJA, P.; LATVALA, T. From beef to beans: Eating motives and the replacement of animal proteins with plant proteins among Finnish consumers. **Appetite**, p. 1-9, 2016.