

EFEITO DA TEMPERATURA E UMIDADE DE ARMAZENAMENTO SOBRE O TEMPO DE COCÇÃO DE FEIJÃO CARIOCA

STORAGE TEMPERATURE AND HUMIDITY EFFECTS ON THE COOKING TIME OF CARIOCA COMMON BEANS

Priscila Zaczuk Bassinello¹; Selma Nakamoto Koakuzu²; Vanderleia Schoeninger³; Divair Christ⁴; Silvia Renata Machado Coelho⁴; Helton Santos Pereira⁵

INTRODUÇÃO: O feijão destaca-se no cenário mundial como uma leguminosa rica em proteínas e com alto valor nutricional, sendo uma das espécies mais cultivadas em todo o mundo. É considerado um alimento básico e uma alternativa de fonte protéica, que pode substituir produtos de origem animal. Além disso, o feijão é a segunda leguminosa mais produzida em todo o mundo, depois da soja, e é seguido do feijão-caupi e grão-de-bico (Slupski, 2010; Ertas, 2011; Uebersax & Siddiq, 2013). Porém, as problemáticas ligadas a este produto são o seu escurecimento e endurecimento que ocorrem ao longo do processo de armazenagem. Com base no exposto, o presente trabalho objetiva verificar os efeitos da temperatura e umidade relativa durante o armazenamento de quatro genótipos contrastantes de feijão carioca.

MATERIAL E MÉTODOS: Foram utilizados grãos de feijão carioca dos genótipos BRSMG Madrepérola, BRS Estilo, CNFC 10467 e BRS Pontal cultivados na Fazenda Capivara da Embrapa Arroz e Feijão, na Safra verão 2012/2013. Os grãos foram armazenados sob condições controladas de temperatura e umidade (Tabela 1), e adotado o delineamento composto central rotacional (DCCR).

Tabela 1. Níveis dos fatores do planejamento DCCR e seus respectivos valores reais.

| Variáveis | Código | Níveis | | | | |
|-------------------------------|----------------|--------|----|-----|----|-------|
| | | -1,68 | -1 | 0 | +1 | +1,68 |
| Temperatura (°C) | X ₁ | 11 | 15 | 21 | 27 | 31 |
| Umidade Relativa (%) | X ₂ | 20 | 30 | 45 | 60 | 70 |
| Tempo de armazenamento (dias) | X ₃ | 40 | 68 | 110 | - | - |

Para a variação das condições de umidade relativa foram utilizadas soluções salinas saturadas (Winston & Bates, 1960). As soluções foram dispostas em caixas de vidro vedadas, e os grãos na quantidade média de 5 Kg por cultivar, acondicionados sob manta telada metálica acima da solução saturada. As embalagens foram seladas e mantidas sob diferentes condições de temperatura utilizando-se BODs e câmaras frias com monitoramento e registro dos valores de umidade e temperatura ambientes e dentro das caixas por meio de termohigrômetros. O tempo médio de

¹ Pesquisadora, Área de Ciência de Alimentos, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antonio de Goiás, Goiás, Brasil. priscila.bassinello@embrapa.br;

² Analista, Área de Ciência de Alimentos, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antonio de Goiás, Goiás, Brasil. selma.nakamoto@embrapa.br;

³ Doutoranda em Engenharia Agrícola – PGEAGRI – UNIOESTE. Cascavel – PR. vanderleia_sch@yahoo.com.br

⁴ Professor adjunto, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola – PGEAGRI – UNIOESTE. Cascavel – PR. divair.christ@unioeste.br; silvia.coelho@unioeste.br

⁵ Pesquisador, Programa de Melhoramento Genético do Feijoeiro, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antonio de Goiás, Goiás, Brasil. helton.pereira@embrapa.br

cocção dos grãos foi obtido no Cozedor de Mattson (Proctor & Watts, 1987). A análise estatística foi realizada com o auxílio do software Statística 7.0, sendo considerado nível de significância de 5%, e avaliados os valores dos efeitos principais dos fatores, das interações, e ajuste de modelos de primeira ordem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Tabela 2 está apresentada a matriz do planejamento estatístico realizado com os níveis dos fatores analisados juntamente com as respostas para o tempo de cocção das diferentes amostras de feijão avaliadas.

Tabela 2 Matriz do planejamento DCCR com os níveis dos fatores considerados no armazenamento e a variável resposta Tempo de cocção (min.) para os quatro genótipos avaliados.

| N° | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₁ | X ₂ | X ₃ | Genótipos / Tempo de cocção | | | |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | | | | BRSMG Madrepérola | BRS Estilo | CNFC 10467 | BRS Pontal |
| 1 | -1 | -1 | -1 | 15 | 30 | 68 | 41,54 ± 5,50 | 42,71 ± 8,09 | 53,17 ± 2,14 | 51,67 ± 6,12 |
| 2 | 1 | -1 | -1 | 27 | 30 | 68 | 41,63 ± 3,26 | 57,47 ± 6,90 | 80,42 ± 3,17 | 64,53 ± 6,19 |
| 3 | -1 | 1 | -1 | 15 | 60 | 68 | 46,93 ± 5,62 | 47,72 ± 5,87 | 65,05 ± 19,54 | 55,91 ± 7,53 |
| 4 | 1 | 1 | -1 | 27 | 60 | 68 | 56,93 ± 6,71 | 72,47 ± 15,01 | 101,03 ± 13,78 | 58,09 ± 6,87 |
| 5 | -1,68 | 0 | 0 | 11 | 45 | 11 | 69,10 ± 31,90 | 98,05 ± 13,76 | 127,01 ± 22,08 | 151,73 ± 46,99 |
| 6 | 1,68 | 0 | 0 | 31 | 45 | 11 | 129,90 ± 21,42 | 138,08 ± 17,50 | 140,11 ± 31,98 | 169,01 ± 15,97 |
| 7 | 0 | -1,68 | 0 | 21 | 20 | 11 | 73,55 ± 27,44 | 135,08 ± 44,25 | 130,13 ± 41,33 | 177,00 ± 0,00 |
| 8 | 0 | 1,68 | 0 | 21 | 70 | 11 | 142,63 ± 23,52 | 147,11 ± 30,10 | 154,94 ± 19,10 | 177,00 ± 0,00 |
| 9 | 0 | 0 | -1,68 | 21 | 45 | 40 | 52,85 ± 9,75 | 48,97 ± 4,71 | 54,42 ± 9,99 | 60,62 ± 10,55 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 21 | 45 | 11 | 92,80 ± 32,22 | 110,75 ± 31,79 | 122,40 ± 15,06 | 171,87 ± 9,63 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 21 | 45 | 11 | 78,21 ± 15,51 | 88,85 ± 17,73 | 140,47 ± 38,51 | 160,52 ± 31,91 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 21 | 45 | 11 | 129,90 ± 21,42 | 106,00 ± 9,64 | 150,34 ± 25,39 | 162,54 ± 28,93 |

Médias (n = 4) ± desvio padrão.

Na Figura 1 apresentam-se os efeitos lineares calculados para a resposta tempo de cocção das amostras de feijão avaliadas neste experimento. Observa-se para a cultivar BRSMG Madrepérola, que os fatores temperatura, umidade e a sua interação não apresentaram efeitos significativos ao nível de 5%; já para os demais, apresentaram-se significativos e positivos (p<0,05). Para BRS Estilo

e CNFC 10467 foram significativos os efeitos dos fatores temperatura e tempo de armazenamento. Para a cultivar BRS Pontal apenas o fator tempo de armazenamento apresentou efeito significativo na resposta tempo de cocção.

Na Figura 1 (a) são representados os efeitos dos fatores sobre a variável resposta, tempo de cocção, apresentado pela cultivar BRSMG Madrepérola. Observa-se o efeito expressivo e significativo ao nível de 5% do fator tempo de armazenamento, visto que a variação do período de 45 para 110 dias incrementou 67,27 minutos no tempo de cocção. A interação dos fatores temperatura e tempo de armazenamento também apresentou efeito significativo e positivo na resposta. A interação umidade e temperatura também apresentou efeito significativo; sendo assim, a ação dos dois fatores incrementa em 26,01 minutos o tempo de cocção dessa amostra. Para BRS Estilo (Figura 1b), verificou-se expressivo efeito do fator tempo de armazenamento, pois a variação de 45 para 110 dias incrementou 87 minutos no tempo de cocção dos grãos. Já o incremento na temperatura de 11 para 31°C implica em efeito positivo de 20,40 minutos na resposta.

Na Figura 1 (c e d) são representados os efeitos dos fatores sobre a variável resposta, tempo de cocção, apresentado pelos genótipos CNFC 10467 e BRS Pontal, respectivamente. Observa-se o efeito expressivo e significativo ao nível de 5% do fator tempo de armazenamento, visto que a variação do período de 45 para 110 dias incrementou 95,53 minutos no tempo de cocção da linhagem CNFC 10467 e 145,19 para a cultivar BRS Pontal. A temperatura também apresentou efeito significativo e positivo na resposta de CNFC 10467; ou seja, com o aumento de 11 para 31°C, ocorre um incremento de 27,81 minutos no tempo de cocção. Para a BRS Pontal o efeito deste fator não foi significativo. O efeito da umidade não foi significativo ao nível de 5%, assim como as interações entre os fatores, para as duas amostras.

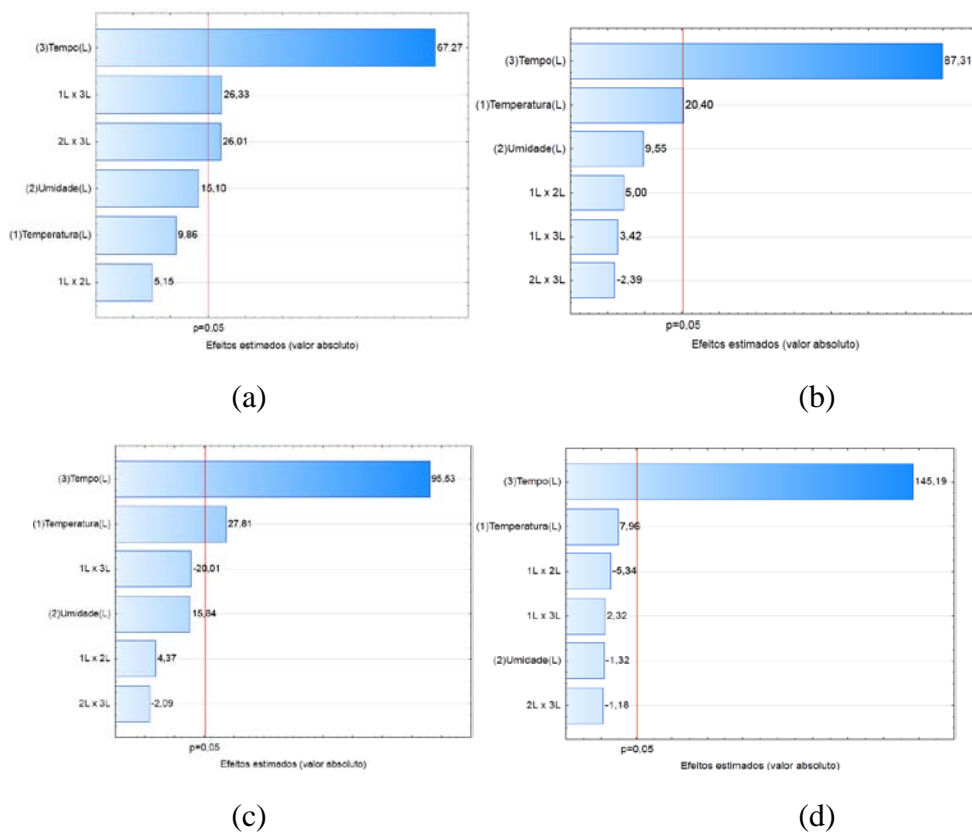


Figura 1 Efeitos estimados dos fatores Temperatura, Umidade relativa e Tempo de armazenamento na variável resposta tempo de cocção dos genótipos de feijão carioca BRSMG Madrepérola (a), BRS Estilo (b), CNFC 10467 (c) e BRS Pontal (d).

As análises de regressão dos modelos que representam a variável resposta para os genótipos de feijão avaliados estão descritos na Tabela 3. Para BRSMG Madrepérola, o modelo apresentou medida de adequação do ajuste do modelo, sendo o coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,6545, ocorrendo uma explicação regular da variação total dos resultados. A regressão foi considerada significativa, com falta de ajuste não significativa. Os genótipos BRS Estilo e CNFC 10467 também tiveram os modelos para o tempo de cocção considerados significativos ao nível de 5% com falta de ajuste não significativa. Já o modelo para o genótipo BRS Pontal apresentou bom valor para o coeficiente de determinação (80,30%), com regressão e falta de ajuste significativo.

Tabela 3. Resumo das análises de regressão múltiplas da variável independente tempo de cocção dos genótipos de feijão carioca.

| Genótipo | R^2 | F_{cal} | Falta de ajuste | Equação |
|-------------------|--------|-----------|--------------------|--|
| BRSMG Madrepérola | 0,6545 | 27,79* | 2,87 _{ns} | $\hat{Y} = 96,73 + 18,10X_1 + 20,56X_2 + 40,04X_3 + 15,67X_1 * X_3 + 15,48X_2 * X_3$ |
| BRS Estilo | 0,6051 | 34,48* | 2,90 _{ns} | $\hat{Y} = 115,71 + 11,07X_1 + 51,97X_3$ |
| CNFC 10467 | 0,6818 | 47,13* | 1,15 _{ns} | $\hat{Y} = 136,15 + 8,84X_1 + 56,52X_3$ |
| BRS Pontal | 0,8030 | 183,48* | 4,98* | $\hat{Y} = 162,34 + 86,49X_1$ |

*Significativo estatisticamente ($p < 0,05$). ns: não significativo. X_1 – temperatura, X_2 – Umidade e X_3 – tempo de armazenamento.

CONCLUSÕES: Conclui-se que o tempo de cocção do genótipo BRSMG Madrepérola foi menos suscetível ao efeito do tempo de armazenamento, porém com efeitos das interações das condições de umidade e temperatura avaliadas. Já o tempo de cocção do BRS Pontal foi mais suscetível ao efeito do fator tempo de armazenamento, mas as condições de temperatura e umidade relativa avaliadas não foram expressivas no aumento dessa resposta. Isso mostra que cultivares contrastantes para a mesma característica respondem diferentemente às mesmas condições de estocagem e podem ser úteis em estudos de controle genético da qualidade de grãos.

REFERÊNCIAS

- ERTAS, N. The effects of aqueous processing on some physical and nutrition properties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **International Journal of Health & Nutrition**, Daves, v. 2, n.1, p. 21 – 27, 2011.
- PROCTOR, J.R. & WATTS, B.M. Development of a modified Mattson bean cooker procedure based on sensory panel cookability evaluation. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, Apple Hill, v.20, n.1, p.9-14, 1987.
- SLUPSKI, J. Effect of cooking and sterilization on the composition of amino acids in immature seeds of flageolet bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. **Food Chemistry**, Reading, v. 121, n. 1, p.1171 – 1176, 2010.
- UEBERSAX, M.A.; SIDDIQ, M. Market classes and Physical and Physiological characteristics of dry beans. In: SIDDIQ, M.; UEBERSAX, M.A. **Dry beans and pulses: Production, Processing and Nutrition**. Ames: Jonh Wiley & Sons, 2013b. p. 55 - 74.
- WINSTON, P. W.; BATES, D. H. Saturated solutions for the control of humidity in biological research (Notes and Comment). **Ecology**, vol. 41, n. 1, 1960.