

ESFRIAMENTO ARTIFICIAL DE GRÃOS DE CAFÉ CEREJA DESCASCADO¹

Roberta Jimenez de Almeida Rigueira², Adílio Flauzino de Lacerda Filho³, Kaio Kauê Marteli Marques⁴, Gabriel de Assis Carnevalle⁵, Pedro Henrique Pivatto Mena Romeiro⁶

1 Trabalho financiado pelo Programa Nacional de Pós-Doutorado – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES.

2 Bolsista de Pós-Doutorado, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, roberta.rigueira@ufv.br

3 Prof. Associado, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, alacerda@ufv.br

4 Estudante Engenharia Agrícola e Ambiental. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, kaukina@gmail.com

5 Estudante Agronomia. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, gabriel.carnevalle@ufv.br

6 Estudante Engenharia Agrícola e Ambiental. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, pedromena@hotmail.com

RESUMO: A redução da temperatura da massa de grãos, abaixo de 15 °C tem sido eficiente para reduzir a atividade de água dos grãos e, conseqüentemente, a atividade de insetos-praga e de fungos. Objetivou-se, com esse trabalho, esfriar a massa dos grãos de café (*Coffea arabica* L.) cereja descascado, por meio de aeração utilizando ar esfriado artificialmente. Foram usados grãos de café cereja em pergaminho, com teor de água de 12 ± 0,34 % (b.u.). Utilizou-se um experimento em esquema fatorial 2 x 5 em que foram utilizados dois silos (silo 1 – aeração utilizando ar esfriado artificialmente; silo 2 – aeração com ar a temperatura ambiente) e cinco intervalos de tempo de armazenagem (0, 30, 60, 90, 120 dias) com três repetições. Avaliaram-se possíveis alterações dos grãos em função das diferentes condições de armazenamento durante um intervalo de tempo, para as variáveis cor, tipo e bebida do café, teor de água, massa específica aparente, peso de mil grãos, e condutividade elétrica. Concluiu-se que o método de esfriamento foi eficaz na preservação e conservação das características qualitativas iniciais de grãos de café cereja descascado.

Palavras-chave: qualidade, aeração, armazenamento

REFRIGERATED STORED OF GREEN COFFEE BEANS

ABSTRACT: Reducing the temperature of bulk grain to below 15 °C is effective in reducing the grain water activity and thus insect and fungal activity. This study was done to cool the bulk of green coffee beans with moisture content of 12 ± 0,34% w.b, by the use of ambient or cooled air. We used an experiment in a factorial 2 x 5 in which we used two silos (silo 1 - aeration using air-cooled artificially; silo 2 - aeration with air at environmental temperature) and five time intervals of storage (0, 30, 60, 90, 120 days) with three replications. The alterations in the color, type and coffee brew, moisture content, 1000 grain weight, and electrical conductivity were monitored. It was concluded that the cooling was effective for preservation of and conservation of the qualitative characteristics of the green coffee beans, and in maintaining the your quality.

Key words: quality, aeration, stored.

INTRODUÇÃO

Durante o armazenamento de grãos, as interações entre fatores abióticos como temperatura, teor de água, umidade relativa ambiente, tipo e condições do armazém, características do sistema de armazenagem, e fatores bióticos como grãos, insetos, ácaros, fungos e bactérias fazem com que os grãos armazenados se tornem um ecossistema cuja dinâmica, dependendo dos níveis dos fatores e do grau das interações, pode levar ao processo de deterioração dos mesmos, com maior ou menor velocidade. Na busca de alimentos com melhor qualidade, com redução das perdas quantitativas e qualitativas e com a globalização dos mercados, necessariamente, faz-se necessário o desenvolvimento de técnicas que possibilitem melhores condições para a armazenagem segura dos grãos. Tais técnicas tornam-se aplicáveis desde que seja possível reduzir, em níveis aceitáveis, o processo de deterioração que, por ser altamente dependente da temperatura e do teor de água dos grãos, está relacionada com a respiração do produto e dos microrganismos que o acompanham. A aeração é uma técnica muito utilizada para a prevenção ou solução de problemas de conservação dos grãos armazenados. Seus principais objetivos são: esfriar e homogeneizar a temperatura, prevenir o aquecimento e o umedecimento e promover remoção de odores na massa de grãos (SILVA et al., 2000; NAVARRO & CALDERON, 2000). Objetivou-se, com esse trabalho, esfriar a massa dos grãos de café (*Coffea arabica* L.) cereja descascado, por meio de aeração utilizando ar resfriado artificialmente. Especificamente, o esfriamento artificial foi comparado ao processo de aeração com ar a temperatura ambiente, no qual avaliou-se possíveis alterações dos grãos, durante um intervalo de tempo, para as variáveis cor, tipo e bebida do café, teor de água, massa específica aparente, peso de mil grãos, condutividade elétrica.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados grãos café cereja descascados, secos até o teor de água de $12 \pm 0,34$ % (b.u.), armazenados em pergaminho, referente à safra 2011/2012. O período de armazenamento foi entre os meses de setembro de 2012 e janeiro de 2013. Foram utilizados dois silos com diâmetros de 1,7 m e alturas de 2,7 m, com fundo perfurado e capacidade estática de 2,50 t (massa específica = 750 kg m^{-3}). Para o esfriamento da massa dos grãos foi utilizado um equipamento para a refrigeração artificial do ar ambiente, de fabricação *Cool Seed*, com potência frigorífica de 21,15 kW (6 TR) conectado ao silo por meio de um duto flexível. Para o sistema de aeração com ar natural foi utilizado um ventilador axial, com motor trifásico de 1,5 kW posicionado na entrada do silo. No sistema com aeração com ar a temperatura ambiente, o tempo requerido para o processo foi considerado a partir do início ao final do esfriamento, desconsiderado-se o intervalo de tempo em que o equipamento permaneceu desligado devido ao atendimento do horário de ponta (19h às 22h) estabelecido pela concessionária de energia elétrica, ou quando a temperatura e a umidade relativa do ar ambiente eram desfavoráveis ao teor de água de equilíbrio dos grãos. No sistema de aeração com ar refrigerado, o tempo de insuflação foi definido com base na temperatura média da massa de grãos, que alcançou 18 ± 3 °C. No sistema de aeração com ar a temperatura ambiente, o ventilador foi acionado de acordo com a combinação de condições, relacionando-se o teor de água e a temperatura dos grãos com a temperatura e umidade relativa do ar ambiente. Os objetivos desta estratégia de controle foram para evitar o umedecimento ou a secagem excessiva do produto, alcançar gradientes de temperatura inferiores a 3 °C dentro do silo e esfriar a massa de grãos, sempre que possível. Utilizou-se um experimento em esquema fatorial 2×5 em que foram utilizados dois silos (silo 1 – aeração utilizando ar esfriado artificialmente; silo 2 – aeração com ar a temperatura ambiente) e cinco intervalos de tempo de armazenagem (0, 30, 60, 90, 120 dias) com três repetições. Avaliaram-se possíveis alterações dos grãos em função das diferentes condições de armazenamento para as variáveis: cor, tipo e bebida do café, teor de água, massa específica aparente, peso de mil grãos, e condutividade elétrica. A quantificação da cor dos grãos de café, inteiros e beneficiados, foi efetuada com base nas leituras diretas de reflectâncias das coordenadas **L**, **a** e **b**, utilizando o espectrofotômetro de bancada, modelo ColorFlex 45/0, geometria 45/0, com área de leitura de 25 mm (LITTLE, 1975). A prova de xícara e de classificação foi encaminhada à Corretora 3 Irmãos, e realizada de acordo com Brasil (2003). O teor de água do café beneficiado foi monitorado utilizando-se o método direto, em estufa com circulação forçada de ar a 103 ± 2 °C, conforme às normas estabelecidas pela “American Association of Cereal Chemists – AACC”, citado por Lacerda Filho, 1986. A massa específica aparente foi medida utilizando balança de peso hectolitro com capacidade de 1 L segundo descrito em Brasil (2009). A massa de 1000 grãos foi avaliada conforme as normas estabelecidas em “Regras para Análise de Sementes” (BRASIL, 2009). A condutividade elétrica foi realizada segundo adaptação da metodologia proposta por Prete (1992).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O teor de água dos grãos de café em pergaminho foi mantido na faixa de 8,86 a 11,91 % (b.u.) e, entre 7,99 e 12,54% (b.u.) para os descascados. A variação do teor de água não foi significativa, ao nível de 5% de probabilidade, pois os sistemas de aeração e de esfriamento foram eficientes para a manutenção da umidade na faixa ideal para o armazenamento dos grãos em, aproximadamente, 12% (b.u.). A massa específica aparente para grãos em pergaminho, nos silos 1 e 2, aumentou com o teor de água, enquanto que para grãos descascados, houve diminuição. Esta variação de massa específica durante o tempo de armazenagem ocorreu em função do processo de sorção dos grãos de café descascados, visto que, para o café, quanto menor o teor de água, maior a sua massa específica. A condutividade elétrica dos grãos, após 120 dias de armazenagem, foi maior em grãos armazenados em silos submetidos ao sistema de aeração utilizando ar esfriado artificialmente quando comparado ao sistema de aeração com temperatura e umidade de equilíbrio controlados. O fato de introduzir ar frio pode ter contribuído para que ocorressem danificações na estrutura celular do grão, consequentemente, ocasionando degradação. O peso de mil grãos aumentou com o aumento do teor de água, nos silos 1 e 2. A massa seca de mil grãos é uma medida que tem influência genética, entretanto pode ser afetada pelas condições de temperatura, de luminosidade e de teor de água durante a fase de maturação no campo. A cor dos grãos não variou significativamente, ao nível de 5% de probabilidade, no que se refere às variáveis L, croma e matiz, tanto no silo 1 quanto para o silo 2. A luminosidade (L) associada à matiz e croma indicaram que quando houve aumento dos valores de matiz e de L, enquanto que para croma diminuíram com a diminuição de L (Tabelas 1 e 2). A bebida do café manteve-se em na classificação mole até 60 dias após o início do processo de armazenagem, e posteriormente em “apenas mole” até o término das avaliações. O tipo de café esteve entre os tipos 4 e 5 (Tabela 3).

Tabela 1 – Valores médios do teor de água, em % (b.u.), massa específica aparente, em kg m⁻³, condutividade elétrica, em μS cm⁻¹ g⁻¹, peso de mil grãos, em g, e cor, considerando as variáveis L, croma e matiz obtidos no Silo 1

Silo 1 – Variáveis	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
Teor de água (P) ¹	8,86	11,91	8,53	9,33	9,25
Teor de água (D) ²	7,99	12,54	8,50	9,88	10,07
Massa específica aparente (P) ¹	348,63	360,39	337,00	337,37	345,15
Massa específica aparente (D) ²	655,87	644,55	649,80	661,25	649,05
Condutividade elétrica (D) ²	229,05	198,94	269,83	216,96	193,08
Peso de mil grãos (D) ²	146,94	154,18	149,33	150,46	149,44
Cor (D) ²					
L	42,08	50,16	41,72	47,34	46,36
croma	18,24	17,37	13,75	16,52	15,61
matiz	1,44	1,56	1,50	1,56	1,53

(P)¹ – grãos de café em pergaminho; (D)² – grãos de café descascados.

Tabela 2 – Valores médios do teor de água, em % b.u., massa específica aparente, em kg m⁻³, condutividade elétrica, em μS cm⁻¹ g⁻¹, peso de mil grãos, em g, e cor, considerando as variáveis L, croma e matiz obtidos no Silo 2

Silo 2 – Variáveis	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
Teor de água (P) ¹	8,38	9,46	9,05	9,82	9,07
Teor de água (D) ²	8,36	9,48	9,19	9,89	9,83
Massa específica aparente (P) ¹	368,37	374,27	368,73	362,99	356,04
Massa específica aparente (D) ²	669,16	655,84	659,44	659,27	645,12
Condutividade elétrica (D) ²	218,08	198,65	204,28	206,34	154,49
Peso de mil grãos (D) ²	147,73	151,66	149,81	149,74	152,48
Cor (D) ²					
L	47,53	42,81	49,57	47,51	40,30
croma	16,05	14,98	16,06	15,44	13,34
matiz	1,52	1,50	1,53	1,49	1,49

(P)¹ – grãos de café em pergaminho; (D)² – grãos de café descascados.

Tabela 3 – Descrição da classificação e tipo dos grãos de café armazenados em diferentes condições

Variáveis	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
Silo 1					
Bebida	mole	mole	mole	Apenas mole	Apenas mole
Tipo	4-45	4-45	4-45	4-45	5-10
Silo 2					
Bebida	mole	mole	mole	Apenas mole	Apenas mole
Tipo	4-45	4-45	4-45	4-45	5-10

CONCLUSÕES

Com base nas condições em que foi conduzido o experimento pode-se concluir que:

1. Ambos os métodos utilizados no processo de armazenamento foram eficazes na preservação e conservação das características qualitativas iniciais de grãos de café cereja descascado.

2. O método de esfriamento artificial de grãos pode ser considerado eficiente na manutenção, preservação e conservação das características qualitativas iniciais dos grãos de café cereja descascado por não comprometer a qualidade do produto.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, à *Cool Seed* Indústria e Comércio Aeração Condicionada Ltda., à Universidade Federal de Viçosa e à Corretora de Café Três Irmãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. **Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003**. 2003. 11 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- CHUNG, D.S.; PFOST, H.B. Adsorption and desorption of water vapor by cereal grains and their products. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.10, n.4, p.149-157, 1967.
- LACERDA FILHO, A.F. **Avaliação de diferentes sistemas de secagem e suas influências na qualidade do café** (*Coffea arabica* L.). 1986. 136p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- LITTLE, A.C. Off on a tangent. **Journal of Food Science**, v.40, p.410-411, 1975.
- NAVARRO, S.; CALDERON, M. Aeration of grain in subtropical climates. Rome: FAO. **Agricultural Services Bulletin**, n.52, 119p, 1982.
- PRETE, C. E. C. **Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café** (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida. 1992. 125p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- SILVA, J.S.; LACERDA FILHO, A.F.; DEVILLA, I.A. Aeração de grãos armazenados. In: SILVA, J.S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2000. p.261–277.