

COLORIMETRIA EM GRÃOS DE CAFÉ SUBMETIDOS A DIFERENTES MÉTODOS DE PROCESSAMENTOS E ARMAZENADOS EM AMBIENTE RESFRIADO

Giselle Figueiredo de Abreu¹; Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa²; Franciele Caixeta³; Aline da Consolação Sampaio Clemente⁴; Cristiane Carvalho Pereira⁵; Stefânia Vilas Boas Coelho⁶

¹Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, gfigueiredoabreu@hotmail.com
Pesquisadora, PhD, Embrapa Café, Lavras-MG, sttela.rosa@embrapa.br

²Bolsista Pós-Doutorado, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, francielecaixeta@yahoo.com.br

³Bolsista Pós-Doutorado, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, alineagrolavras@gmail.com

⁴Graduanda em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, cristianecpe@gmail.com.br

⁵Mestranda, Agronomia/Fitoecnia, Bolsista CNPq, DAG/UFLA, stefaniavbc@gmail.com

RESUMO: A avaliação da cor de grãos de café torna-se importante uma vez que cafés descoloridos ou com diferentes níveis de branqueamento receberão menores preços no mercado. Além da desvalorização comercial, as alterações na cor são um indicativo da ocorrência de processos oxidativos e alterações bioquímicas de natureza enzimática que irão alterar qualitativa e quantitativamente a composição dos precursores do sabor e aroma dos grãos, resultando em queda da qualidade da bebida. Assim, este trabalho tem como objetivo avaliar a cor dos grãos de café processados e beneficiados por diferentes métodos. Frutos de *Coffea arabica* foram colhidos no estádio cereja e processados por via úmida (fermentação em água) e por via seca (secados nos próprios frutos). Três tratamentos de beneficiamento foram utilizados: manual, mecânico e sem beneficiamento. O experimento constituiu em fatorial 2x3, sendo dois tipos de processamento (natural e despulpado) e três tratamentos de beneficiamento (manual, mecânico e sem beneficiamento). A cor dos grãos foi determinada em colorímetro Minolta® CR 310 (iluminante C e ângulo 10°) por meio dos parâmetros “L” (luminosidade), “a” e “b” (coordenadas de cromaticidade). Conclui-se que a avaliação da coloração permite discriminar melhor lotes de café em fase de deterioração, antes mesmo de afetar a qualidade sensorial. O resfriamento do ar durante o armazenamento propicia a manutenção da qualidade fisiológica dos grãos por mais tempo, reduzindo o branqueamento dos grãos de café.

PALAVRAS-CHAVES: branqueamento, qualidade de bebida, qualidade fisiológica.

COLOUR EVALUATION OF COFFEE BEANS SUBMITTED TO DIFFERENT PROCESSING METHODS AND STORED IN COLD ENVIRONMENT

ABSTRACT: The color evaluation of coffee beans becomes important as discolored coffee grains with different levels of whitishness will get lowest price on the market. Apart from commercial impairment, changes in color are indicative of the occurrence of oxidative processes and biochemical damage of enzyme that will alter the qualitative and quantitative composition of the flavor and aroma precursors of the beans, resulting in decreasing in quality of the beverage. So, this study aims to evaluate the color of coffee beans processed and benefit from different methods. *Coffea arabica* fruits were harvested in cherry and processed by wet (fermentation in water) and dry (beans dried in their fruits). Three husking methods were used: manual, mechanical and without husking. The experiment design was a randomized in 2x3 factorial scheme, being the first factor corresponding to the processing (natural and washed) and the second to husking (manual and mechanical). The color of the beans was determined by Minolta colorimeter CR @ 310 (C illuminant and 10 ° angle) using the parameters "L" (brightness), "a" and "b" (chromaticity coordinates). It was concluded that the evaluation of color allows better discrimination of coffee lots being deterioration, even before affecting the sensory quality. Cooling the storage environment provides the maintenance of the physiological quality of grain for longer, reducing whitishness of coffee beans.

KEY WORDS: whitishness, beverage quality, physiological quality.

INTRODUÇÃO

A coloração dos grãos de café está intimamente relacionada com a sua qualidade (CARVALHO et al. 1997) e conseqüentemente possui relação direta com o valor comercial dos grãos. Vários são os fatores responsáveis pela modificação da cor dos grãos de café. Durante o armazenamento, os grãos têm sua cor alterada com o prolongamento do tempo de estocagem, passando da tonalidade verde-azulada, característica do produto de boa qualidade, à coloração marrom-clara e esbranquiçada, fenômeno conhecido como “branqueamento” (GRANER & GODOY, 1967). Lopes, Hara e Silva (1998) citam a tonalidade azul-esverdeada como indicativa de grãos de melhor qualidade, mediante a prova de xícara. A intensidade do branqueamento é função das condições do ambiente. Fatores como danos sofridos pelo produto, luz, umidade relativa, teor de água, tempo de armazenagem e tipo de embalagem devem ser considerados

(AFONSO JÚNIOR, 2001; BACCHI, 1962; GODINHO et al., 2000; HARA, 1972; NOBRE, 2005; VILELA et al., 2000).

A casca e o pergaminho presentes no fruto de café processado em sua forma integral (via seca) também podem atuar como agentes protetores contra variações ambientais, tornando-o menos sujeito à deterioração, quando comparado ao produto processado por via úmida (descascado) (MATIELLO, 1991). Já o produto processado por via úmida, sujeito a danos mecânicos, pode perder sua coloração original e branquear mais rapidamente durante o armazenamento. Godinho et al. (2000) verificaram o efeito protetor da casca e do pergaminho no grão, os quais evitaram variações na cor do produto armazenado em coco, quando comparado com o café estocado já beneficiado. Evidências de que a cor dos grãos de café se correlaciona com as condições de armazenagem é muito enfatizada por alguns autores (OLIVEIRA, 1995; VILELA et al., 2000). Esses pesquisadores constataram que a temperatura e a umidade relativa do ambiente de armazenagem, além da iluminação, influenciam na mudança de coloração dos grãos de café, sendo menos frequentes essas alterações em locais de baixa temperatura e umidade relativa. Corrêa et al. (2002) observaram que a forma de processamento por via úmida contribuiu para a redução dos valores das coordenadas cromáticas “a” e “b”, diminuindo a aproximação da coloração indesejável vermelho-amarelo e aproximando da coloração desejável verde-azulado; porém contribuiu para um pequeno aumento na coordenada “L”, associada à luminância do grão, indicando um maior branqueamento dos grãos.

Com relação aos aparelhos utilizados para a avaliação da cor dos grãos de café, os atuais procedimentos levam em consideração procedimentos subjetivos, limitando-se, apenas, a uma série de comparações visuais do produto, tendo como desvantagem o fato de os resultados obtidos serem influenciados pelo julgamento e pelas limitações do observador (LOPES et al., 1998). Alguns autores afirmam que são necessários métodos objetivos (espectrofotometria e colorimetria) para avaliação da cor de produtos agrícolas, por permitirem uma melhor definição das condições de iluminação e observação (KRAMER e TWIGG, 1970; FERREIRA, 1981).

Objetivou-se neste trabalho investigar o efeito do resfriamento do ar durante o armazenamento, na qualidade de grãos de café submetidos a diferentes métodos de processamentos e beneficiamentos, por meio da análise de cor, comparando estes resultados com os obtidos por meio de avaliação fisiológica dos grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações foram realizadas em grãos de *Coffea arabica* L. cv Catuaí Amarelo, obtidos em campos de produção da Fazenda Experimental da Fundação Procafé, em Varginha, MG. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação cereja, por meio de colheita seletiva e lavados para a separação de frutos chochos, mal formados, brocados e impurezas, antes de serem submetidos a dois diferentes tipos de processamentos. Parte dos frutos selecionados foi submetida imediatamente à secagem (café natural), e outra parte foi desmucilada por fermentação em água (café despulpado), antes da secagem. Os grãos de *Coffea arabica* foram secados até atingirem a umidade de 12 % (base úmida) em secador mecânico, sob temperatura de 35 °C. Após a secagem, os grãos foram beneficiados por meio de três métodos, mecanicamente, manualmente e uma parte não foi beneficiada. Os grãos de café foram embalados em sacos de juta e armazenados em dois ambientes diferentes, câmara fria (10°C, 50% UR) e sala de armazenamento a 25°C, por um período de oito meses. A qualidade dos grãos foi avaliada pelos testes de germinação, porcentagem de emergência, de protrusão radicular, de folhas cotiledonares expandidas, análise sensorial e análise de cor.

Avaliação da cor

Para avaliação da cor, as amostras foram beneficiadas manualmente (retirando-se a casca e o pergaminho). A cor foi determinada em um colorímetro Minolta® CR 310 (iluminante C e ângulo 10°), medindo-se os parâmetros: “L” (luminosidade), “a” e “b” (coordenadas de cromaticidade). Nesse sistema, “L” indica a luminosidade (0 = preto e 100 = branco) e “a” e “b” indicam as direções que a cor pode assumir (+“a” = vermelho e -“a” = verde; +“b” = amarelo e -“b” = azul) descritas por Nobre (2005). O equipamento foi previamente calibrado [branco nº 15233011, “L” = 93,5, “a” = 0,3164 e “b” 0,3325], antes das determinações. As amostras foram colocadas em placas de petri e para cada repetição, foram realizadas cinco leituras nos quatro pontos cardeais e uma no ponto central da placa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de cor, da coordenada “a” de grãos de café submetidos a diferentes processamentos e armazenamento estão apresentados na Tabela 1. Ao analisar o valor da coordenada, deve-se levar em consideração que valores próximos de zero tendem à cor verde, enquanto valores crescentes tendem à coloração vermelho. Observou-se que os grãos de café processados por “via úmida” (Despulpado) apresentaram redução da coordenada cromática “a”, que indica a aproximação da coloração desejável, verde, e redução da coloração indesejável, vermelho.

Tabela 1. Valores médios da variável “a” de grãos de café submetidos a diferentes tipos de processamento.

Processamento	Coordenada “a”
Despolpado	0,59 a
Natural	1,04 b
CV	18,3

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5%.

Na literatura encontram-se relatos que associam a coloração esverdeada a cafés de melhor qualidade em relação aqueles com coloração vermelha (CORREA et al., 2002). Como averiguado anteriormente, a retirada do exocarpo e mesocarpo nos cafés cerejas despolpados, contribui para a aproximação da coordenada “a” da coloração esverdeada, relacionada a manutenção de cafés de qualidade superior.

Para os diferentes tipos de beneficiamento (Tabela 2), observou-se melhor resultado da coordenada “a” (menor valor) para os grãos de café beneficiados mecanicamente, apesar desses apresentarem a pior qualidade fisiológica.

Tabela 2. Valores médios da variável “a” de grãos de café submetidos a diferentes tipos de beneficiamento.

Beneficiamento	Coordenada “a”
Mecânico	0,24 a
Manual	0,60 b
S/ beneficiar	0,98 c
CV	12,32

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5%.

Na Tabela 3 encontram-se os valores da coordenada cromática “b”. Cafés armazenados em ambiente com temperatura de 10°C apresentaram redução da coordenada cromática “b”, que indica a redução da coloração indesejável amarelo e aproximação da coloração desejável azul. Estudos já consolidados constataram que a temperatura e a umidade relativa do ambiente de armazenagem, influenciam na mudança de coloração dos grãos de café, sendo menos frequentes essas alterações em locais de baixa temperatura e umidade relativa. (OLIVEIRA, 1995; VILELA et al., 2000).

Tabela 3. Valores médios da variável “b” de grãos de café submetidos a diferentes condições de armazenamento.

Ambiente	Coordenada “b”
10	16,73 a
25	17,82 b
CV	3,90

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5%.

Observa-se, na tabela 4, que cafés armazenados em ambiente resfriado (10°C) apresentaram maior aproximação da coloração azulada (desejável). Independente do beneficiamento, os melhores resultados, menores valores da coordenada “b”, foram observados para os cafés armazenados na temperatura de 10°C. Godinho et al. (2000) verificaram o efeito protetor da casca e do pergaminho no grão, os quais evitaram variações na cor do produto armazenado em coco, quando comparado com o café estocado já beneficiado.

Tabela 4. Valores médios da variável “b” de grãos de café submetidos a diferentes tipos beneficiamento e condições de armazenamento.

Beneficiamento	Ambiente	Coordenada “b”
Manual	10	15,62 a
	25	17,26 b
Mecânico	10	15,28 a
	25	17,91 b
S/ beneficiar	10	16,23 a
	25	21,37 b
CV		3,90

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5%.

A coordenada “L”, relacionada à luminância dos grãos, corresponde a maior ou menor branqueamento dos grãos e sua escala varia de 0 (preto) até 100 (branco). Pela tabela 5, observou-se o efeito positivo do resfriamento do ambiente durante o armazenamento, com menores valores da coordenada L para os cafés armazenados à 10°C, indicando menor índice de branqueamento. Com relação ao beneficiamento, o menor índice de branqueamento foi observado para os cafés beneficiados manualmente (Tabela 6). Provavelmente, no beneficiamento manual, as sementes sofrem menos danos, o que diminuiu a velocidade de branqueamento.

Tabela 5. Valores médios da variável “L” de grãos de café submetidos a diferentes condições de armazenamento.

Ambiente	L
10	46,98 a
25	50,74 b
CV	3,17

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5%.

Tabela 6. Valores médios da variável “L” de grãos de café submetidos a diferentes tipos de beneficiamento.

Beneficiamento	L
Manual	46,45 a
Mecânico	49,81 b
S/ beneficiar	50,33 b
CV	3,17

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5%.

Os resultados da avaliação sensorial de grãos de café submetidos aos diferentes processamentos, beneficiamentos e condições de armazenamento estão apresentados na Tabela 7. Para os cafés despulpados, as notas finais da qualidade sensorial foram superiores para os grãos beneficiados mecanicamente independente do ambiente, manualmente armazenados a 25°C e não beneficiados e armazenados à 10°C. Apesar de não diferirem significativamente pelo teste F, de acordo com a classificação da SCAA (*Specialty Coffee Association of America*), a melhor nota, foi observada para os cafés despulpados, não beneficiados e armazenados à temperatura de 10°C, indicando cafés de bebida superior. Com relação aos cafés naturais, não houve influência dos tipos de beneficiamento e temperatura de armazenamento na qualidade sensorial dos grãos.

Tabela 7. Notas da análise sensorial de grãos de café submetidos a diferentes tipos de processamentos e beneficiamentos antes do armazenamento.

Processamento	Beneficiamento	Ambiente	Nota Final
Despulpado	Manual	10	82,75 b
		25	85,00 a
	Mecânico	10	85,87 a
		25	85,75 a
		10	90,25 a
		25	84,12 b
Natural	Manual	10	82,87 a
		25	84,00 a
	Mecânico	10	81,87 a
		25	82,00 a
		10	89,50 a
		25	89,62 a
CV			

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5%.

Pelos resultados do teste de germinação e emergência, observou-se efeito positivo do resfriamento do ambiente no armazenamento de grãos de café. Melhores resultados de germinação e emergência foram observados para os cafés armazenados à 10°C, independente do processamento (tabela 8). Esses resultados são semelhantes aos encontrados na coloração da coordenada cromática “b”, onde cafés armazenados em ambiente com temperatura de 10°C apresentaram redução da coordenada cromática “b”, que indica a redução da coloração indesejável amarelo e aproximação da coloração desejável azul. Além disso, os resultados também são semelhantes aos resultados encontrados nos valores da coordenada e “L”, onde observou-se o efeito positivo do resfriamento do ambiente durante o armazenamento, com menores valores da coordenada L para os cafés armazenados à 10°C, indicando menor índice de branqueamento.

Comparando os diferentes tipos de beneficiamento (tabela 9), detectou-se que o beneficiamento mecânico prejudicou a qualidade fisiológica das sementes, com valores nulos de germinação e emergência. Para os demais tipos de beneficiamento, os melhores resultados de qualidade fisiológica também foram para os grãos armazenados em ambiente resfriado (10°C).

Tabela 8. Porcentagem de germinação e emergência de grãos de café submetidos a diferentes tipos de processamentos e condições de armazenamento.

Processamento	Ambiente	Germinação	Emergência
Despolpado	10	56,5 a	60 a
	25	30,2 b	29 b
Natural	10	27,2 a	31 a
	25	15,0 b	6 b
CV		22,6	26,11

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5%.

Tabela 9. Porcentagem de germinação e emergência de plântulas de grãos de café submetidos a diferentes tipos de beneficiamentos e condições de armazenamento.

Beneficiamento	Ambiente	Germinação	Emergência
Manual	10	68,25 a	71 a
	25	33,00 b	20 b
Mecânico	10	0 b	0 b
	25	0 b	0 b
S/ beneficiar	10	57,25 a	65 a
	25	34,75 b	32 b
CV		22,6	26,11

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5%.

Para os testes de vigor - protrusão radicular e folhas cotiledonares (tabela 10) observou-se que a temperatura do ambiente e o beneficiamento interferiram na qualidade fisiológica dos grãos de café. De forma geral, os grãos não beneficiados e beneficiados manualmente quando armazenados à 10°C, apresentaram maiores índices de vigor, comparados aos cafés armazenados à 25°C. Considerando o beneficiamento, observou-se que os grãos beneficiados mecanicamente perderam a qualidade fisiológica, com valores nulos de vigor. Testes fisiológicos e sensoriais refletem simultaneamente a redução da qualidade fisiológica e sensorial de grãos de café. No entanto, pelos resultados pode-se afirmar que os testes fisiológicos (germinação e vigor) foram mais sensíveis em detectar a redução da qualidade dos grãos quando comparado à prova de xícara da bebida.

Tabela 10. Porcentagem de protrusão radicular e folhas cotiledonares de grãos de café submetidos a diferentes tipos de processamentos, beneficiamentos e condições de armazenamento.

Processamento	Beneficiamento	Ambiente	Protrusão radicular	Folhas cotiledonares
Despolpado	Manual	10°C	94 a	84 a
		25°C	75 a	37 b
	Mecânico	10°C	0 a	0 a
		25°C	0 a	0 a
	S/ beneficiamento	10°C	95 a	75 a
		25°C	92 a	44 a
Natural	Manual	10°C	91 a	46 a
		25°C	55 b	23 b
	Mecânico	10°C	0 a	0 a
		25°C	0 a	0 a
	S/ beneficiamento	10°C	84 a	21 b
		25°C	63 b	20,7 a
CV		8,57	20,7	

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5%.

CONCLUSÕES

A avaliação da coloração permite discriminar melhor lotes de café em fase de deterioração, antes de afetar a qualidade sensorial.

O resfriamento do ambiente de armazenamento de grãos de café propicia a manutenção da qualidade fisiológica dos grãos por mais tempo, reduzindo o branqueamento dos grãos de café.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, CNPq e Consórcio Pesquisa Café, pelo apoio financeiro nas pesquisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO JÚNIOR, P. C. Aspectos físicos, fisiológicos e da qualidade do café em função as secagem e do armazenamento. 2001. 373 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- BACCHI, O. O branqueamento dos grãos de café. *Bragantia*, Campinas, v. 21, n. 28, p. 467-468, 1962.
- CARVALHO, V. D.; CHAGAS, S. J. R.; SOUZA, S. M. C. Fatores que afetam a qualidade do café. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 5-20, 1997.
- CORRÊA, P. C. et al.; Efeito da temperatura de secagem na cor dos grãos de café pré-processados por “via seca” e “via úmida”. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, MG, n. 5, p. 22-27, 2002. Edição Especial Café.
- FERREIRA, V. L. P. Princípios e aplicações da calorimetria em alimentos. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. 86 p. (Instruções Técnicas, 19).
- GRANER, E. A.; GODOY, J. C. Manual do cafeicultor. São Paulo; Melhoramentos, 1967. 320 p.
- GODINHO, R. P.; VILELA, E. R.; OLIVEIRA, G. A.; CHAGAS, S. J. R. Variações na cor e na composição química do café (*Coffea arabica* L.) armazenado em coco e beneficiado. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, n. 1, p. 38-43, 2000. Edição Especial.
- HARA, T. Storage factors affecting coffee quality. 1972. 42 f. Dissertation (Master) – Purdue University, Purdue, 1972.
- KRAMER, A.; TWIGG, B. A. Quality control for the food industry. 3. ed. Westport: AVI, 1970. 556 p.
- MATIELLO, J. B. O café do cultivo ao consumo. São Paulo: Globo, 1991. 320 p.
- NOBRE, G. W. Alterações qualitativas do café cereja descascado durante o armazenamento. 2005. 135 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- OLIVEIRA, M. V. Efeito do armazenamento no branqueamento de grãos de café beneficiado: modelagem matemática do processo. 1995. 99 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1995.
- VILELA, E. R.; CHANDRA, P. K.; OLIVEIRA, G. A. Efeito da temperatura e umidade relativa no branqueamento de grãos de café. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, n. 1, p. 31-37, 2000. Edição Especial.
- LOPES, R. P.; HARA, T.; SILVA, J. S. Avaliação da qualidade de grãos de café pela colorimetria. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v. 6, n. 3, p. 160-169, 1998.