

**SISTEMA CIEL *a*b* E CIEL *c*h°:
AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO COM O SISTEMA DE DISCO AGTRON/SCAA**

Mariane Helena Sances Rabelo¹; Diego Egídio Ribeiro²; Felipe Mesquita de Miranda³; Ana Paula de Carvalho Alves⁴; Renato Ribeiro de Lima⁵; Ana Carla Marques Pinheiro⁶; Flávio Meira Borém⁷; Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira⁸

¹ Eng. de Alimentos, Mestranda, DCA-UFLA, Lavras – MG, marianerabelo1@hotmail.com,

² Eng. Agrônomo, MS, Doutorando, DEG-UFLA, Lavras – MG, diegoagro10@hotmail.com,

³ Eng. Agrícola, Graduando, DEG-UFLA, Lavras – MG, felipe.mtp@hotmail.com,

⁴ Química, DSc, DEG-UFLA, Lavras – MG, anapaula.quimica@hotmail.com,

⁵ Zootecnista, Professor Associado, DEX-UFLA, Lavras – MG, rrlima@dex.ufla.br,

⁶ Eng. Agrônoma, DSc, Professora Adjunto, DCA-UFLA, Lavras – MG, anacarlamp@dca.ufla.br,

⁷ Eng. Agrícola, DSc, Professor Titular, DEG-UFLA, Lavras – MG, flavioborem@deg.ufla.br,

⁸ Farmacêutica, DSc, Professora Associada, DCA-UFLA, Lavras – MG, rosegfap@dca.ufla.br.

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi analisar a relação das medidas dos sistemas CIE L*a*b* e CIE L*c*h° com as medidas do sistema de discos Agtron/SCAA, como forma de ampliar os métodos de avaliação da cor do café torrado. Para isso, faz-se necessário compreender o grau de correspondência entre esses sistemas colorimétricos. Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado com 8 tratamentos, em que, cada disco representava um tratamento. Ambos os sistemas colorimétricos CIE apresentaram um bom ajuste ao modelo linear de regressão. Todas as coordenadas apresentaram uma boa correlação com o sistema colorimétrico Agtron, sendo destaque a coordenada L*, permitindo uma ampliação dos métodos avaliação de grau de torração.

PALAVRAS-CHAVES: Discos Agtron, sistemas colorimétricos, grau de torração

**SYSTEM CIEL * a * b * E CIEL * c * h °:
RELATIONSHIP ASSESSMENT WITH DISC SYSTEM Agtron / SCAA**

ABSTRACT: The objective of this study was to analyze the correlation between measurements of CIE L * a * b * and CIE L * c * h ° systems with measures from the disk system Agtron / SCAA as a way to extend the assessment methods of color of roasted coffee. For this, it is necessary to understand the degree of correspondence between these colorimetric systems. We used a completely randomized design with 8 treatments, in which, each disk represented a treatment. Both CIE colorimetric systems showed a good fit to the linear regression model. All coordinates were reasonably well correlated with the colorimetric method Agtron, being highlighted the L * coordinate, allowing an extension of the evaluation of methods on roasting degree.

KEYWORDS: Agtron discs, colorimetric systems, degree of roasting

INTRODUÇÃO

O processo de torração é uma etapa crucial na produção de café (ILLY; VIANI, 1995). Pode ser descrito como, a submissão de grãos de café cru a um aquecimento sob condições controladas, para que seja desencadeada uma série de reações responsáveis pelo sabor e aroma desejáveis.

Segundo Borges et al. (2004), os grãos de café sofrem alterações físicas e químicas durante a torração. A mudança de coloração é uma alteração física mais evidente, pois varia à medida que o processo de torração se desenvolve, partindo de um grão esverdeado (grão cru) passando por diferentes tonalidades de marrom, que, por sua vez caracteriza os diferentes graus de torra, variando de marrom-claro para torração suave até quase preto para torração forte.

De forma geral, a cor da superfície de grãos e outros alimentos pode ser mensurada utilizando o sistema CIE (“Commision Internationale de Eclairage”) L*a*b*, que é um padrão internacional para medições de cor em geral (BERBERICH et al., 2002). Esse sistema emprega as seguintes coordenadas espaciais no plano cartesiano: (i) L* ou luminosidade, relacionada ao grau de escurecimento do material, variando de 0 (preto) a 100 (branco); (ii) a*, eixo verde-vermelho; e (iii) b*, eixo azul-amarelo. O sistema CIE L*c*h° também é outra forma de mensurar a cor por meio de coordenadas cilíndricas, sendo elas: (i) L* ou luminosidade; (ii) c* ou croma, que fornece uma medida da intensidade ou saturação da cor; e h°, que corresponde à tonalidade que a compõem

Para grãos de café torrados e moídos a Associação Americana de Cafés Especiais (Specialty Coffee Association of America – SCAA) adotou um sistema específico para representar a cor dos grãos, em consequência o grau de torração. Nesse sistema, utiliza-se o Sistema Agtron/SCAA Roast Classification Color Disk, constituído por discos com diversos tons de marrom que são utilizados de maneira comparativa ao café torrado, grão ou pó (AGTRON INC., 1997).

Como forma de ampliar os métodos de avaliação da cor do café torrado, os sistemas CIE L*a*b* e CIE L*c*h° podem tornar-se alternativas viáveis tendo como referência o sistema de discos Agron. Para isso, é necessário compreender o grau de correspondência entre esses sistemas.

Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo analisar a relação das medidas dos sistemas CIE L*a*b* e CIE L*c*h° com as medidas do sistema de discos Agron.

MATERIAL E MÉTODO

Caracterização do experimento e composição dos tratamentos

Para a condução do trabalho utilizou-se os discos do Sistema Agron/SCAA Roast Classification Color Disk, em que, cada um possui um número de referência que corresponde ao grau de torração do café, totalizando 8 discos. Atribui-se o número de referência 25 ao grau de torração mais escuro e 95 ao mais claro, como representado na Figura 1.



Figura 1. Discos do sistema Agron/SCAA Roast Classification Color Disk apresentados frente (A e C) e verso (B e D)

Para a composição dos tratamentos o valor de referência de cada disco foi utilizado para representar os tratamentos, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos baseados no sistema Agtron/SCAA de classificação de cor

Tratamentos	Agtron
Disco 1	25
Disco 2	35
Disco 3	45
Disco 4	55
Disco 5	65
Disco 6	75
Disco 7	85
Disco 8	95

Avaliação de Coloração

*CIE L*a*b* e CIE L*c*h°*

A cor de cada disco foi determinada utilizando-se o colorímetro modelo Minolta. Esse equipamento foi utilizado na configuração de luminante D65 e calibrado com o uso de uma placa branca com valor determinado correspondente a (L; a; b). A cor dos discos foi expressa em parâmetros do sistema CIE L*, a*, b* e também do sistema CIE L*c*h°. O coordenada L* indica luminosidade que varia de 0 (preto) a 100 (branco). Já os demais parâmetros a* e b* (coordenadas de cromaticidade) indicam as direções das cores dos grãos torrado sendo que +a* indica cor vermelha, -a* verde, +b* amarela e -b* azul.

As coordenadas cilíndricas c* ou croma, que fornece uma medida da intensidade ou saturação da cor; e h°, que corresponde à tonalidade, foram calculadas a partir das equações 1 e 2, respectivamente. Para a composição da média foram realizadas cinco leituras.

$$c^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad \text{Equação 1}$$

$$h^\circ = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad \text{Equação 2}$$

Análise estatística

O trabalho foi executado utilizando o delineamento inteiramente casualizado com oito tratamentos, os quais correspondem aos oito discos que representam os diferentes graus de torração do café. Em cada disco foram realizadas cinco medições, que representa as repetições.

Inicialmente foi realizada uma análise de variância utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2011). O objetivo foi o de verificar se com o uso do colorímetro, podem ser detectadas diferenças significativas entre os discos, com relação às mensurações de L*, a*, b*, c* e h°.

Quando foram detectadas diferenças significativas para as coordenadas avaliadas, efetuou-se o ajuste do modelo de regressão linear simples dessas coordenadas, como função dos valores de referência apresentados nos discos (Tabela 1). Dessa forma, procurou-se identificar uma relação entre os valores de referência do Agtron/SCAA com as diferentes coordenadas avaliadas com o colorímetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios e os desvios padrões das avaliações de coloração para o sistema colorimétrico CIE L*a*b* são apresentados na Tabela 2. Observa-se que existe uma diferença significativa entre as mensurações de cada coordenada individualmente e que os valores médios de L*, a* e b* variaram conforme os números de referência (Agtron/SCAA) dos tratamentos, ou seja, à medida que os valores do Agtron/SCAA aumentam, observa-se um aumento linear para essas coordenadas.

Tabela 2. Valores médios da avaliação de cor pelos sistemas Agtron e CIE L*a*b*

Tratamentos	Agtron	CIE L*a*b*					
		L*		a*		b*	
Disco 1	25	23,34	±0,08	3,45	±0,09	4,38	±0,12
Disco 2	35	24,26	±0,07	4,05	±0,04	5,33	±0,15
Disco 3	45	26,38	±0,07	6,08	±0,05	7,82	±0,05
Disco 4	55	29,30	±0,16	8,28	±0,07	10,46	±0,12
Disco 5	65	31,58	±0,04	8,65	±0,14	14,43	±0,08
Disco 6	75	34,08	±0,07	9,28	±0,15	17,12	±0,13
Disco 7	85	35,38	±0,06	9,74	±0,10	19,77	±0,07
Disco 8	95	37,54	±0,13	9,44	±0,11	20,37	±0,12
Coeficiente de Variação (%)		0,31		1,36		0,87	

Os dados CIE L*a*b*apresentados correspondem aos valores médios de cinco repetições ± desvio padrão

Os valores médios das avaliações de coloração para o sistema colorimétrico CIE L*c*h° estão apresentados na Tabela 3. Os valores de intensidade ou saturação da cor (c*) e de tonalidade (h°) dos discos apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. A amplitude das coordenadas em relação aos extremos dos tratamentos (Disco 1 e Disco 8) foi de 17,13 para c* e 14,57 para h°. Portanto, observou-se que os sistemas CIE L*a*b* e CIE L*c*h° apresentam semelhanças com o sistema Agtron/SCAA.

Tabela 3. Valores médios da avaliação de cor pelos sistemas Agtron e CIE L*c*h°

Tratamentos	Agtron	CIE L*c*h°					
		L*		c*		h°	
Disco 1	25	23,34	±0,08	5,57	±0,11	51,82	±1,04
Disco 2	35	24,26	±0,07	6,69	±0,10	52,82	±0,97
Disco 3	45	26,38	±0,07	9,91	±0,05	52,12	±0,33
Disco 4	55	29,30	±0,16	13,34	±0,12	51,63	±0,33
Disco 5	65	31,58	±0,04	16,83	±0,05	59,05	±0,51
Disco 6	75	34,08	±0,07	19,48	±0,14	61,53	±0,39
Disco 7	85	35,38	±0,06	22,04	±0,09	63,76	±0,22
Disco 8	95	37,54	±0,13	22,45	±0,14	65,14	±0,21
Coeficiente de Variação (%)		0,31		0,73		1,02	

Os dados CIE L*c*h°apresentados correspondem aos valores médios de cinco repetições ± desvio padrão

Uma vez que foram identificadas diferenças significativas ($P < 0,05$) das coordenadas cromáticas analisadas, foram realizadas análises de regressão linear com a finalidade de avaliar a relação entre os sistemas estudados. Os resultados estão apresentados na Figura 2.

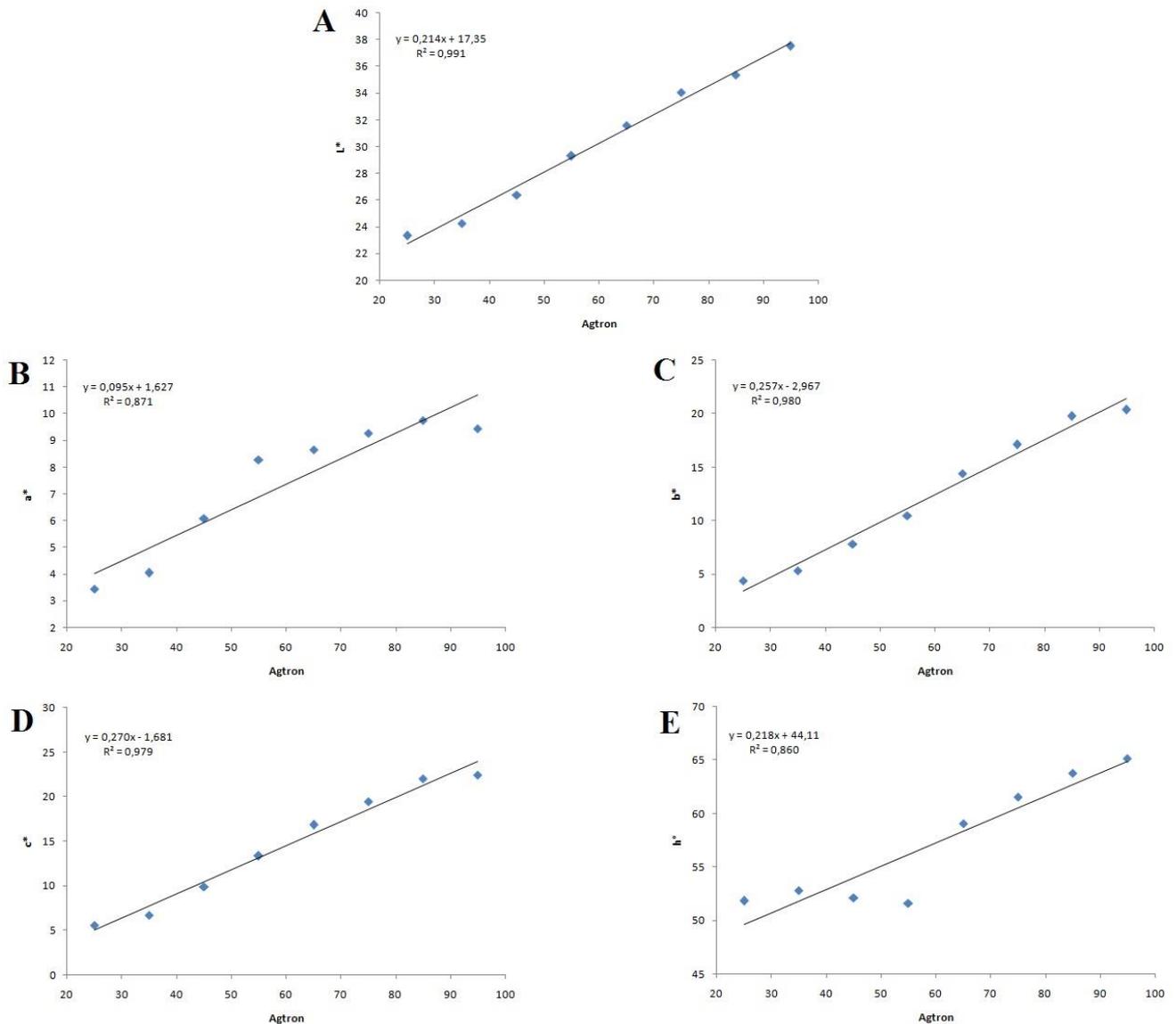


Figura 2. Equações ajustadas das medidas dos sistemas CIE $L^*a^*b^*$ e CIE $L^*c^*h^\circ$ como função dos valores do sistema de discos Agtron/SCAA.

Os valores das coordenadas dos sistemas CIE $L^*a^*b^*$ e CIE $L^*c^*h^\circ$ apresentaram alta relação com os números de referência dos discos do sistema Agtron/SCAA. Nos ajustes foram obtidos coeficientes de determinação superiores a 0,86 o que indica um bom ajuste dos modelos de regressão (Figuras 2A – 2E).

As coordenadas dos dois sistemas avaliados apresentaram um aumento dos valores de coloração, com o aumento dos valores obtidos a partir do sistema de discos Agtron/SCAA, indicando uma relação linear direta entre as mesmas. Considerando o ajuste dos modelos de regressão, a coordenada L^* destacou-se com a maior correlação, apresentado um $r^2=0,991$. Dessa forma, a coordenada L^* é um parâmetro eficiente para correlacionar ambos os sistemas (Figura 2A).

CONCLUSÃO

Conclui-se que existe uma correlação forte entre o sistema de discos Agtron/SCAA com os sistemas colorimétricos CIE $L^*a^*b^*$ e CIE $L^*c^*h^\circ$, possibilitando assim o uso de métodos alternativos para avaliação de grau de torração. A coordenada L^* , presente em ambos os sistemas CIE, é o parâmetro mais eficiente para a avaliação do café torrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGTRON INC. Disponível em: http://www.agtron.net/M_BasicII.html , Acessado em: 26 de Março 2015.

- BERBERICH, J.; DEE, K.H.; HAYAUCHI, V.; PÖRTNER, C. A new method to determine discoloration kinetics of uncoated white tablets occurring during stability testing – an application of instrumental color measurement in the development pharmaceuticals, *Int. J. Pharm.*, v. 234, p. 55-66, 2002.
- BORGES, M. L. A. et al. Efeito da Torração em Parâmetros físicos de cafés de diferentes qualidades. *R. Bras. Armazenamento, Viçosa – Especial Café, MG*, 8, p. 6-13, 2004.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia. Lavras*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- ILLY, A.; VIANI, R. Espresso coffee: the chemistry of quality. London: Academic, 1995. 253 p.