



Área: Ciência de Alimentos

PERFIL DE MINERAIS E ANÁLISE DE COR DA FARINHAS DE FARINHAS DE FOLHA DE *CURCUMA LONGA* L. E *CURCUMA CAESIA* ROXB.

Monick Cristina Braga*, Manoel Soares Soares Júnior, Tatianne Ferreira de Oliveira, Germán Darío Galvis Sánchez

Laboratório de Aproveitamento de Resíduos e Subprodutos Agroindustriais, Universidade Federal de Goiás, GO

*E-mail: monickbraga@hotmail.com

RESUMO – O objetivo deste estudo foi avaliar a cor instrumental das folhas, e o perfil de minerais de farinhas de folha de *Curcuma longa* L. e *Curcuma caesia* Roxb., visando comparar seus potenciais para serem utilizadas como farinha alternativas para enriquecimento nutricional de alimentos e bebidas. As folhas apresentaram intensificação na cor verde e o aumento de luminosidade após a secagem. As folhas frescas apresentaram cores mais intensas que as secas (maiores C*) e tonalidades mais verde amareladas, enquanto as secas mais alaranjadas. Em ambas folhas os principais minerais presentes foram potássio (50328,48 e 8954,76 mg kg⁻¹), cálcio (2032,47 e 2433,67 mg kg⁻¹), magnésio (4288,71 e 621,54 mg.kg⁻¹) e fósforo (1396,30 e 362,27 mg kg⁻¹), respectivamente para *C. caesia* e *C. longa*. As farinhas e folhas de *C. longa* e *C. caesia* tem potencial de utilização em alimentos como ingrediente enriquecedor devido seu alto teor de minerais, principalmente potássio.

Palavras-chave: Aproveitamento de subprodutos, farinhas alternativas, potássio.

1 INTRODUÇÃO

A comida sempre teve um papel fundamental na história e nos comportamentos sociais da humanidade, e continua em constante evolução. Hoje em dia há mais conhecimento sobre o fato de que a escolha dos tipos de alimentos não é relevante apenas em relação à preparação e consumo, mas também no que diz respeito ao aproveitamento de alimentos não convencionais e seu impacto econômico, ambiental e social, tornando-o apto a ser utilizado em outras cadeias produtivas, diminuindo a expressiva quantidade de resíduos orgânicos e atingindo camadas sociais de renda mais baixa (NEMETH et al., 2019).

Os minerais desempenham um papel vital no bem-estar físico e mental. Nos últimos anos, tem havido um interesse crescente nas concentrações de minerais em alimentos, como fonte desses elementos para a dieta humana (BERTIN et al., 2016). Potenciais fontes de minerais podem ser encontradas dentre as espécies do gênero *Curcuma* (Zingiberaceae). A *Curcuma longa* L., é uma planta nativa do Sudeste da Ásia, amplamente utilizada como condimento e na medicina tradicional asiática (TANVIR et al., 2017), e é valorizada economicamente por seus rizomas (CHOUDHARY; RAHL, 2018) utilizados desde a antiguidade para conferir cor e sabor aos alimentos, e na atualidade tem sido alvo de diversos estudos devido sua propriedade antioxidante (DENG et al., 2018; MARTINEZ-CORREA et al., 2017; WOJCIK et al., 2018).

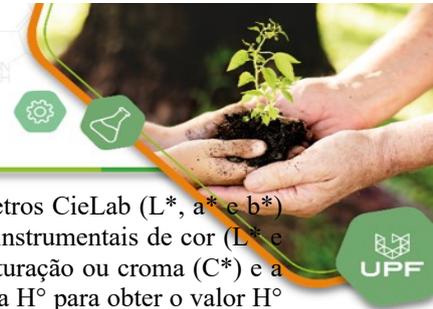
Curcuma caesia Roxb., conhecida como cúrcuma preta, é comumente distribuída ao longo da região do Himalaia, parte central e nordeste da Índia (MAHANTA et al., 2020). O rizoma desta planta contém atividade antifúngica, antiasmática, ansiolítica, antibacteriana, antioxidantes e propriedades anticancerígenas (BEHAR et al., 2014), possui aroma é canforado e amargo (SARANGTHEM e HAOKIP, 2010).

No Brasil, as folhas de *Curcuma longa* L. e *Curcuma caesia* Roxb. são resíduos com grande potencial nutricional, descartados durante as operações pós-colheita, cujos dados sobre composição são escassos (BRAGA; VIEIRA; OLIVEIRA, 2018). Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi identificar e quantificar os minerais das folhas de *Curcuma longa* L. e *Curcuma caesia* Roxb., e avaliar a cor instrumental das mesmas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Folhas de *Curcuma longa* L. foram coletadas na Cooperativa de Produtores de Açafrão (Cooperaçafrão) de Mara Rosa - GO (14°00'10,9"S e 49°07'11,8"O), enquanto as folhas de *Curcuma caesia* Roxb., orgânica, na Fazenda Nossa Senhora Aparecida em Hidrolândia - GO.

As folhas de plantas com 15 meses foram colhidas ao amanhecer, armazenadas em sacos de náilon e imediatamente transportadas até a Universidade Federal de Goiás, em Goiânia – GO, sob temperatura controlada de 20°C, para análise. As folhas foram selecionadas quanto à aparência visual (coloração verde típica e integridade), lavadas em água potável corrente, sanificadas em solução de hipoclorito de sódio 0,1 mL L⁻¹ por 15 min, e logo após, enxaguadas em água potável, e secas com papel toalha para a retirada do excesso de umidade superficial.



A análise de cor das folhas frescas e desidratadas foi avaliada pela determinação dos parâmetros CieLab (L^* , a^* e b^*) utilizando colorímetro Color Quest II (Hunter-Lab, Reston, Virginia, EUA). Os parâmetros instrumentais de cor (L^* e coordenadas de cromaticidade a^* e b^*) foram determinados, e a partir destes, o índice de saturação ou croma (C^*) e a tonalidade angular (H°) foram calculados. Quando a^* é negativo e b^* positivo somou-se 180 a H° para obter o valor H° corrigido.

Para o perfil de minerais, as folhas secas foram digeridas utilizando digestor de micro-ondas (Provecto Analítica, modelo DGT100 Plus). O digestor foi operado na potência de 330 W por 5 min, logo aumentou-se a 800 W por 8 min, e após resfriado por 7 min. A quantificação dos metais foi realizada por espectrometria de emissão óptica em ICP-OES (Thermo Fisher Scientific, modelo iCAP 6300 Duo), com os seguintes acessórios: tubos de tygon, nebulizador concêntrico, câmara de nebulização ciclônica e tubo central de 2 mm. As leituras foram realizadas utilizando a configuração axial. Os parâmetros utilizados foram: rotação da bomba de 50 rpm, vazão do gás argônio auxiliar de $0,5 \text{ Lmin}^{-1}$, pressão do gás argônio de nebulização de 0,16 Mpa e potência na fonte de 1250 W. Após a atomização, os limites de quantificação foram calculados multiplicando-se por 10 o desvio-padrão dos resultados de 10 análises em branco, e dividindo-se pelo coeficiente angular da respectiva curva de calibração. Os resultados de minerais foram dados em mg Kg^{-1} de folha seca (BEZERRA et al., 2018).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor de luminosidade (L^*) indica a luminosidade que vai de 0 (escuro) à 100 (claro). O valor médio de L^* foi maior nas folhas secas do que nas frescas (Tabela 1). A secagem das folhas provocou aumento de L^* devido à diferença da reflexão da luz entre a água e os outros componentes das folhas estudadas (BRAGA; VIEIRA; OLIVEIRA, 2018).

Tabela 1. Parâmetros instrumentais de cor das folhas frescas e desidratadas de *C. longa* L. e de *C. caesia* ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$)

Parâmetro	Folhas frescas <i>C. longa</i> L.	Folhas frescas <i>C. caesia</i>	Folhas secas <i>C. longa</i> L.	Folhas secas <i>C. caesia</i>
Luminosidade ^{1,2}	26,08 ^C ± 0,51	38,50 ^B ± 0,22	38,24 ^B ± 0,41	53,74 ^A ± 2,81
a^{*2}	-14,00 ^D ± 0,29	-12,80 ^C ± 0,21	9,42 ^A ± 0,55	4,03 ^B ± 0,72
b^{*2}	34,08 ^B ± 2,86	44,64 ^A ± 1,16	24,14 ^C ± 0,69	14,42 ^D ± 2,60
Croma ²	36,85 ^B ± 2,73	46,44 ^A ± 1,07	25,92 ^C ± 0,81	14,98 ^D ± 2,64
Ângulo Hue ³	112,43 ^A ± 1,41	106,02 ^B ± 0,60	68,69 ^D ± 0,79	74,31 ^C ± 2,10

¹Valores constituem média ± desvio-padrão, e letras diferentes na mesma linha significam que as médias diferem ($p < 0,05$) pelo teste F; ²adimensional; ³graus ($^\circ$).

A variação da cor de um vegetal durante o processo de secagem também pode indicar a degradação de nutrientes como carotenóides, flavonoides, fenólicos, clorofilas, entre outros (ARAL; BESE, 2016), assim como reações não enzimáticas, como a de Maillard. A cor verde natural das plantas se deve à presença das clorofilas a e b, que estão relacionadas ao magnésio. Durante o processo de secagem, as moléculas de magnésio são convertidas em feofitina (BUCHAILLOT; CAFFIN; BHANDARI, 2009), causando uma diminuição do tom verde das amostras.

As folhas frescas de *C. longa* L. avaliadas se apresentaram mais escuras (menor L^*), mais esverdeadas (a^* mais negativo), menos amareladas ($+b^*$ menor), com cor menos intensa (menos viva), com verde menos amarelado (H° mais próximo de 90° do amarelo puro) que as folhas frescas de *C. caesia*.

Enquanto, as folhas secas de *C. longa* L. mais escuras (L^* menor), mais avermelhadas (a^* maior), amareladas (b^* maior), com cor mais viva (C^* maior) e mais alaranjadas, com H° mais longe de 90° (amarelo) e mais perto de 0° (vermelho) que a *C. caesia*.

A farinha de folha de *C. caesia* foi mais rica em macrominerais que as de *C. longa* L., exceto em relação ao teor de cálcio, que foi 20% maior nas folhas de *C. longa* L. As folhas de *C. caesia* apresentaram aproximadamente 5,6 vezes mais potássio, 3,9 vezes mais fósforo e 4 vezes mais sódio, 7 vezes mais magnésio que as de *C. longa* L. (Tabela 2).

Tabela 2. Perfil mineral¹ das farinhas de *Curcuma longa* L. e *Curcuma caesia* Roxb.

Mineral	Limite quantificação	<i>C. longa</i> L.	<i>C. caesia</i> Roxb.
Alumínio	0,0172	<LQ ²	<LQ
Antimônio	0,0272	<LQ	<LQ
Arsênio	0,0018	<LQ	<LQ
Bário	0,0002	9,83±0,12	36,04 ±0,25
Berílio	0,0001	<LQ	<LQ
Bismuto	0,0026	<LQ	<LQ
Boro	0,0025	9,53±0,17	15,60 ±0,05



Cádmio	0,0004	0,08±0,06	0,18±0,08
Cálcio	0,0594	2433,67 ±23,40	2032,47 ±40,00
Chumbo	0,0078	<LQ	0,95±0,13
Cobalto	0,0018	<LQ	<LQ
Cobre	0,0022	4,14 ±0,06	5,52±0,04
Cromo	0,0026	<LQ	<LQ
Estanho	0,0024	0,37±0,003	0,68±0,02
Estrôncio	0,0003	18,77±0,114	31,87 ±0,01
Ferro	0,0017	15,44±0,30	168,41 ± 2,31
Fósforo	0,0211	362,27 ±4,73	1396,30±10,80
Lítio	0,0001	0,24±0,02	0,27±0,03
Magnésio	0,0043	621,54±6,19	4288,71 ±35,30
Manganês	0,0003	40,53 ±0,30	275,80± 1,00
Mercúrio	0,0178	<LQ	<LQ
Molibdênio	0,0024	<LQ	<LQ
Níquel	0,0165	1,96±0,04	2,47 ±0,27
Potássio	0,0253	8954,76±126,59	50328,48 ± 297,51
Selênio	0,0020	<LQ	<LQ
Sódio	0,0880	37,27±3,91	147,81 ±2,68
Telúrio	0,0132	<LQ	<LQ
Titânio	0,0018	0,62 ±0,05	5,12 ±0,47
Tálio	0,0060	<LQ	<LQ
Vanádio	0,0032	<LQ	<LQ
Zinco	0,0019	23,67 ±0,29	59,19 ±0,98

¹ mg kg⁻¹± desvio-padrão; ² LQ: limite de quantificação

Os macro-minerais, que aparecem em maior quantidade na folha de *C. longa* L., em ordem decrescente de importância foram: potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), enquanto na folha de *C. caesia* foram K, Mg, Ca e P. Em seu trabalho, Braga, Vieira e Oliveira (2018) avaliaram a composição mineral das folhas de *C. longa* L., por diferentes métodos de secagem, e obtiveram maiores valores de Mg (11,23 ± 0,00 mg g⁻¹), Ca (9,06 ± 0,00 mg g⁻¹), K (6,43 ± 0,02 mg g⁻¹) e P (5,49 ± 0,00 mg g⁻¹), que o presente estudo, exceto para potássio.

No entanto, o teor de potássio (6,43 ± 0,02 mg g⁻¹) foi 39,25% maior na folha de *C. longa* e 682% maior na folha de *C. caesia* no presente estudo. As folhas de *C. longa* e *C. caesia* são ricas em potássio (8954,76 ± 126,59 e 50328,48 ± 297,51 mg kg⁻¹).

Valor elevado de K também foi determinado em folhas de amoreira preta (*Morus nigra* L.) (28333 ± 577 mg kg⁻¹) por fotometria de chama (SCHAFRANSKI et al., 2019). Estes autores também determinaram teores semelhantes de Mg (692 ± 22 mg kg⁻¹), Zn (22,94 ± 0,13 mg kg⁻¹) em relação as folhas de *C. longa* deste estudo, e valores superiores de ferro (580 ± 1 mg g⁻¹, respectivamente).

A farinha com as folhas de *C. longa* (*C. caesia* Roxb). é fonte abundante de magnésio e potássio, pois, a ingestão diária de magnésio é de 310 a 320 mg para homens e 400 a 420 mg para mulheres (FNB, 1997) e a OMS (WHO, 2006) recomenda que a ingestão diária de potássio (K) deve ser de no mínimo 3,5 g.

Em relação aos microminerais das folhas de *C. longa* L., a ordem dos maiores teores foi: Mn < Na < Zn < St < Fe < Ba < B < Cu; enquanto para as folhas de *C. caesia* foi: Mn < Fe < Na < Zn < Ba < St < Ba < Cu < Ti .

As folhas de *C. caesia* também foram mais ricas em microminerais que as de *C. longa* L., e apresentaram aproximadamente 6,8 vezes mais Mn, 10,9 vezes mais Fe, 4 vezes mais Na, 2,5 vezes mais Zn, 3,7 vezes mais Ba, 70% (1,7 vezes) mais Sr, 64% (1,64 vezes) mais Bo, e 8,26 vezes mais Ti (Tabela 3). Ambas as folhas apresentaram baixos teores de Cd, Li, Ni e Sn. Os minerais abaixo do limite de detecção foram Al, Ar, Be, Bi, Co, Cr, Hg, Li, Mo, Sb, Se, Te, Tl e Va.

É importante destacar a ocorrência da concentração bem superior em *C. longa* e *C. caesia* de manganês (40,53 ± 0,30 e 275,80 ± 1,00 mg g⁻¹, respectivamente) em comparação com a concentração de ferro (15,44 ± 0,30 e 168,41 ± 2,31 mg g⁻¹, respectivamente), pois estudos indicam que o ferro e o manganês partilham e competem por muitos transportadores sistêmicos (FITSANAKIS et al., 2010).



A concentração de ferro das farinhas de folhas de *C. caesia* foi superior quando comparada as de folhas de *Achyranthes aspera* L. ($31,71 \pm 0,70 \text{ mg kg}^{-1}$), *Eclipta alba* L. ($45,22 \pm 1,22 \text{ mg kg}^{-1}$) e *Vitex negundo* L. ($62,05 \pm 1,01 \text{ mg kg}^{-1}$) (RANA; ALAM; AKHTARUZZAMAN, 2019).

O teor de zinco (Zn) nas folhas secas de *C. caesia* também foi superior em relação às folhas secas de *C. longa* ($59,19 \pm 0,98$ e $23,67 \pm 0,29 \text{ mg kg}^{-1}$, respectivamente) (Tabela 3). E os níveis foram maiores quando comparados aos teores de Zn de folhas de amoreira preta ($22,94 \pm 0,13 \text{ mg kg}^{-1}$) (SCHAFRANSKI et al., 2019); de *Achyranthes aspera* L., *Eclipta alba* L e de *Vitex negundo* ($6,03 \pm 0,09 \text{ mg kg}^{-1}$, $5,82 \pm 0,96 \text{ mg kg}^{-1}$, $5,88 \pm 0,84 \text{ mg kg}^{-1}$, respectivamente) (RANA; ALAM; AKHTARUZZAMAN, 2019). Pois, o fator de bioacumulação de minerais é altamente variável de espécie para espécie, ademais das condições edáficas e geográficas (Nworie et al., 2019).

4 CONCLUSÃO

As farinhas e folhas de *C. longa* e *C. caesia* tem potencial de utilização em alimentos como ingrediente enriquecedor de alimentos devido seu alto teor de minerais, principalmente potássio.

5 AGRADECIMENTOS

Cooperativa de Produtores de Açafrão (Cooperaçafrão) de Mara Rosa – GO pela doação das amostras e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

6 REFERÊNCIAS

- ARAL, S.; BESE, A. V. Convective drying of hawthorn fruit (*Crataegus* spp.): Effect of experimental parameters on drying kinetics, color, shrinkage, and rehydration capacity. **Food Chemistry**, Barking, 210:577-584, 2016.
- BEHAR, N.; TIWARI, K L.; JADHAV, S. K.; A review on non-conventional turmeric: *Curcuma caesia* Roxb. **Current Trends in Biotechnology and Pharmacy**, New Delhi, v. 8, p. 91–101, 2014.
- BERTIN, R. L.; MALTEZ, H. F.; GOIS, J. S.; BORGES, D. L. G. BORGES, G. S. C. GONZAGA, L. V.; FETT, R. Mineral composition and bioaccessibility in *Sarcocornia ambigua* using ICP-MS. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 47, n. 2, p. 45–51, 2016.
- BEZERRA, A. E.; SOARES, A. T.; PEREIRA, J.; ANTONIOSI FILHO, N. R. Viability of biodiesel production from a thermophilic microalga in conventional and alternative culture media, v. 41, p. 1-9, 2018. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 41, p. 1–9, 2018.
- BRAGA, M. C.; VIEIRA, E. C. S.; OLIVEIRA, T. F. *Curcuma longa* L. leaves: Characterization (bioactive and antinutritional compounds) for use in human food in Brazil. **Food Chemistry**, Barking, v. 265, n. 1, p. 308–315, 2018.
- BUCHAILLOT, A.; CAFFIN, N.; BHANDARI, B. Drying of lemon myrtle (*Backhousia citriodora*) leaves: retention of volatiles color. **Drying technology**, Philadelphia, 27:445-450, 2009.
- CHOUDHARY, A. K.; RAHI, S. Organic cultivation of high yielding turmeric (*Curcuma longa* L.) cultivars: a viable alternative to enhance rhizome productivity, profitability, quality and resource-use efficiency in monkey–menace areas of north-western Himalayas. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 124, n. 1, p. 495–504, 2018.
- DENG, J.; LIU, Q.; ZHANG, Q.; ZHANG, C.; LIU, D.; FAN, D.; YANG, H. Comparative study on composition, physicochemical and antioxidant characteristics of different varieties of kiwifruit seed oil in China. **Food Chemistry**, Barking, v. 264, n. 1, p. 411–418, 2018.
- FITSANAKIS, V. A.; ZHANG N.; GARCIA S.; ASCHNER M. Manganese (Mn) and iron (Fe): interdependency of transport and regulation. **Neurotoxicity Research**, New York, v. 18, n. 2, p. 124-131, 2010
- FNB - Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D and Fluoride. **National Academy Press**: Washington DC, 1997.
- MAHANTA, B.P., SUT, D., KEMPRAI, P., PAW, M., LAL, M., HALDAR, S. A 1H-NMR spectroscopic method for the analysis of thermolabile chemical markers from the essential oil of black turmeric (*Curcuma caesia*) rhizome: application in post-harvest analysis. **Phytochemical Analysis**, Chichester, 31, 28–36, 2020.
- MARTINEZ-CORREA, H. A.; PAULA, J. T.; KAYANO, A. C. A. V.; QUEIROGA, C. L.; MAGALHÃES, P. M.; COSTA, F. T.M.; CABRAL, F.A. Composition and antimalarial activity of extracts of *C. longa* L. obtained by a combination of extraction processes using supercritical CO₂, ethanol and water as solvents. **The Journal of Supercritical Fluids**, Amsterdam, v. 119, n.1, p. 122–129, 2017.
- NEMETH, N.; RUDNAK, I.; YMERI, P.; FOGARASSY, C. The Role of Cultural Factors in Sustainable Food Consumption—An Investigation of the Consumption Habits among International Students in Hungary. **Sustainability**, v. 11, n.3052, p. 1-27, 2019.
- NWORIE, O. E.; QIN, J.; LIN, C. Trace Element Uptake by Herbaceous Plants from the Soils at a Multiple Trace Element-Contaminated Site. **Toxics**, v. 7, n. 3, p.1–14, 2019.



RANA, Z. H.; ALAM, M. K.; AKHTARUZZAMAN, M. Nutritional Composition, Total Phenolic Content, Antioxidant and α -Amylase Inhibitory Activities of Different Fractions of Selected Wild Edible Plants. **Antioxidants**, Basel, v. 8, n. 203, p. 1-15, 2019.

SARANGTHEM, K., HAOKIP, M.J. Bioactive components in *Curcuma caesia* Roxb. grown in Manipur. **Bioscan**. 5: 113-115, 2010.

SCHAFRANSKI, K.; POSTIGO, M. P.; VITALI, L.; MICKE, G. A.; RICHTER, W. E.; CHAVES, E. S. Avaliação de compostos bioativos e atividade antioxidante de extratos de folhas de amoreira preta (*Morus nigra* L.) utilizando planejamento experimental. **Química nova**, São Paulo, v. 42, n. 7, p. 736-744, 2019.

TANVIR, E. M.; HOSSEN, M. S.; HOSSAIN, M. F.; AFROZ, R.; GAN, S. H.; KHALIL, MD. I.; KARIM, N. Antioxidant Properties of Popular Turmeric (*Curcuma longa*) Varieties from Bangladesh. **Journal of Food Quality**, Malden, v. 2017, n.1, p. 1-8, 2017.

WORD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Reducing salt intake populations**: report of a WHO forum and technical meeting. Paris, 2006. p. 23.

WOJCIK, M.; KRAWCZYK, M.; WOJCIK, P.; CYPRYK, K.; WOZNIAK, L. A. Molecular Mechanisms Underlying Curcumin-Mediated Therapeutic Effects in Type 2 Diabetes and Cancer. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, London, v. 2018, n. 1, p. 1-14, 2018.