

COR DE GRÃOS E A CONCENTRAÇÃO DE FENÓLICOS TOTAIS EM ACESSOS DE MILHOS COLORIDOS

RIBEIRO, E.P.^{*1}, PAES, M.C.D.², TEIXEIRA, F.F.³

¹ Graduando em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de São João Del Rei, Departamento de Engenharia de Alimentos, Sete Lagoas, MG ² Analista, Embrapa Milho e Sorgo. ³ Pesquisadora, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.
*e-mail: ediani_peruggia@hotmail.com

RESUMO: *Diferenças na coloração de grãos de milhos já foram descritas na literatura, considerado um atributo importante para a determinação do uso desses materiais, sendo os genótipos de milho de coloração mais intensa como vermelha, roxa e azuis preferidos nas comunidades tradicionais da América Latina. Apesar da associação da cor dos grãos de milho com a composição química dos grãos, pouco ainda é conhecido sobre as diferenças na composição de fitoquímicos de importância biológica, em especial compostos fenólicos que conferem cor aos grãos. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar acessos de milho de grãos de coloração vermelha, azul, preta e roxa quanto à concentração de compostos fenólicos totais e verificar a existência de correlação dos fatores cor e a concentração desses compostos. Foram avaliados 10 genótipos de milho de grãos coloridos através de análises de cor em colorímetro digital e composição de fenólicos totais com o reativo Folin Ciocalteu. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ANOVA, seguida de Teste de LSD ($p=0,05$). Foi realizada análise de correlação de Pearson entre a concentração de fenólicos totais e a cor dos genótipos de milho. Para os milhos coloridos avaliados foi identificada correlação positiva entre a cor dos grãos e a concentração de fenólicos totais, sendo amostras com coloração mais intensa aquelas com maior concentração desses compostos.*

Palavras-chave: Fenólicos totais, análise de cor, milho, capacidade antioxidante, alimento funcional.

INTRODUÇÃO

Milho (*Zea mays* L.) é utilizado como alimento em muitos países e em alguns deles, com a Espanha e Portugal o pão é feito a partir de farinha de milho. O consumo no Brasil existe antes mesmo da colonização portuguesa. A população que já habitava o país, chamados de índios utilizavam o milho como fonte para produção de bebidas destiladas. Com a vinda da família real portuguesa ampliou-se a utilização do milho na culinária brasileira. Novos produtos como fubá, canjica, bolos, biscoitos, sopas, minguas, passaram a serem produzidos e consumidos (Paes, 2011). Embora a maioria dos consumidores preferirem o milho branco, outras cores também são usadas para fazer produtos derivados do milho, especialmente em comunidades tradicionais (Revilla et al 2012; . Revilla et al .2008). A coloração dos grãos de milho é decorrente da presença de vários pigmentos, entre eles, carotenóides e compostos fenólicos, substâncias com reconhecida capacidade antioxidantes. Há uma clara relação entre o teor de pigmentos e a capacidade antioxidante dos alimentos sendo que, vários autores têm relatado que a maior teor de compostos de pigmentação no milho está associada a uma maior capacidade antioxidante e ácidos fenólicos com benefícios a saúde (Lopez -Martinez et al 2009; . Hu e Xu 2011; Zilic et ai. 2012).

Diferenças consideráveis em conteúdo de fitoquímicos e capacidade antioxidante entre um conjunto dos diferentes genótipos de milho, foi reportado recentemente por Zilic et al. (2012). Hu e Xu (2011), e Xu et al (2011). Para os materiais avaliados nesses estudos distribuição de carotenóides ou antocianinas diferiram significativamente entre as classes de cores. Apesar desses achados, poucas

informações são disponíveis sobre a variabilidade em cor e composição de substâncias bioativas em milhos de grãos coloridos disponíveis em bancos de germoplasma, onde estão armazenadas amostras colhidas em comunidades tradicionais que utilizam esses materiais em sua alimentação.

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi caracterizar genótipos de milho com grãos de coloração vermelha e roxa quanto à concentração de compostos fenólicos totais e o perfil de cor por método instrumental, avaliando possível correlação entre esses fatores.

MATERIAL E MÉTODOS

Análise de cor

Amostras de acessos de milho apresentando grãos de coloração roxa e vermelha foram fornecidas pelo Banco de Germoplasma da Embrapa Milho e Sorgo. Foram selecionados dez genótipos, sendo estes: BA 125, MT 059/, BAG 0661, PR 031, MT 024 , RR 028, TO 002, RO 013, ES 006 e MG 174. As amostras foram quarteadas e os grãos de milho foram moídos em moinho tipo ciclone (Marconi) modelo MA 020, peneira 0,5mm e analisados para cor em colorímetro digital modelo Sensing CR400 (KONICA MINOLTA). Foram feitas leituras em triplicatas de cada amostra. O experimento foi delineado em DIC com 10 tratamentos (genótipos) e e três repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ANOVA, seguido de Teste de LSD, ao nível de 5% de probabilidade.

Determinação de fenólicos totais

O conteúdo total de polifenóis foi avaliado usando o reagente de Folin-Ciocalteu seguindo método adaptado de Singleton, Orthofer e Lamuela Raventos-(1999). A amostra (2mg) foi diluída em 2mL de metanol ultra puro, sendo coletados 250µL do extrato, no qual foram adicionados 415 µL do reagente Folin-Ciocalteu (SIGMA-100mL) e 830 µL de solução 75% (w/v) de Na₂CO₃ (J.T Baker-1kg). As soluções foram mantidas à temperatura ambiente (22°C) durante 2 horas e o conteúdo total de polifenóis foi determinada a 760 nm usando um UV-Vis espectrofotômetro modelo Cary 50 (Varian)). Soluções padrão de ácido gálico foram utilizados para a calibração. Os resultados foram expressos como equivalentes de ácido gálico (g 100 g⁻¹) de milho moído. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguido de Teste de LSD, ao nível de 5% de probabilidade. Foram feitas análises de Correlação de Pearson para as variáveis de fenólicos totais e componentes cor obtidos da análise de cor dos milhos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fenólicos Totais

Os resultados de médias obtidas na determinação dos fenólicos totais (FT) pelo método Folin- Ciocalteu, expressos como equivalentes de ácido gálico (EAG) por g de extrato bruto por 100g de material de milho, são apresentados na Tabela 1. Foram observadas, altas concentrações de fenólicos totais em milhos com coloração mais escura. Assim como observado por Shahidi et al. (2006) para gergelim, o material com coloração preta apresentou teor de fenólicos solúveis totais superior, quando comparado ao creme, com valores expressos em equivalentes de catequina. O mesmo foi constatado em análise de grãos de sorgo, cujo conteúdo médio de fenólicos solúveis totais foi maior nos grãos vermelhos (1,39 mg g⁻¹ de EAG), em comparação aos brancos (0,40 mg g⁻¹ de EAG) (Dicko et al., 2002). Em arroz (*Oryza sativa L.*), os maiores teores de fenólicos solúveis totais foram encontrados nos grãos com pericarpo preto e vermelho, em detrimento do marrom-claro. De acordo

com Walter (2009), essas variações podem ser atribuídas, principalmente, à cor dos grãos. De fato, Tian et al. (2004) observaram que a cor do arroz está relacionada ao conteúdo de compostos fenólicos solúveis totais, e grãos com coloração mais escura apresentam teor consideravelmente mais elevado desses compostos.

Tabela 1: Concentração de fenólicos totais em grãos de acessos de milho

Genótipo	Fenólicos Totais [g 100g⁻¹] de milho
TO 002	0,30 ^a
ES 006	0,29 ^a
BA 125	0,05 ^c
MT 059	0,30 ^a
BAG 0661	0,08 ^b
PR 031	0,12 ^b
MT 024	0,30 ^a
RR 028	0,27 ^a
MG 174	0,28 ^a
RO 013	0,28 ^a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de LSD, ($p < 0,05$).

Cor dos grãos

A análise de cor permitiu identificar variações dos cromas para amostras de grãos de milho coloridos dependendo da forma em que foram analisadas (grão ou moído) (Tabela 2). Amostras com maiores valores de médias de L*, apresentaram maior proximidade para o amostras mais escuras que as demais, assim como amostras com menores valores nas médias de L* apresentaram maior proximidade para o mais claro. No componente a*, quando este apresentou maiores médias, observou-se uma proximidade ao vermelho e os menores valores de a*, uma proximidade ao verde. As amostras com maiores valores de b*, apresentaram-se mais próximas do amarelo, do que aquelas com menores valores de médias, que apresentaram-se mais próximas do azul. A diferença total das amostras, dada por ΔE , foi observada que amostras de grãos com coloração roxa, respectivamente, TO 002, ES 006, MG 174 e RO 013 absorveram maior quantidade de luz. As demais possivelmente refletiram mais, favorecendo uma leitura de cor mais clara.



Figura 1: Imagem dos grãos dos acessos de milhos coloridos avaliados no estudo

Tabela 2: Resultados das análises de cor de acessos de milho.

Genótipo	Grão		Moída		Grão		Moída		Grão	Moída
	L*	a*	b*	ΔE						
TO 002	32,15 ^b	65,03 ^a	0,45 ^b	3,37 ^a	0,08 ^b	2,54 ^a	31,05 ^a	25,02 ^b		
ES 006	32,1 ^b	66,06 ^a	0,87 ^b	3,57 ^a	0,04 ^b	6,12 ^a	31,06 ^a	22,65 ^b		
BA 125	53,3 ^b	79,89 ^a	6,38 ^a	0,19 ^b	23,19 ^b	24,41 ^a	2,25 ^b	28,53 ^a		
MT 059	43,38 ^b	73 ^a	0,59 ^a	0,37 ^b	8,31 ^a	5,36 ^b	18,1 ^b	28,4 ^a		
BAG 0661	44,74 ^b	69,01 ^a	11,69 ^a	4,58 ^b	12,62 ^b	12,93 ^a	14,7 ^b	20,37 ^a		
PR 031	51,62 ^b	71,01 ^a	3,18 ^b	4,43 ^a	12,17 ^a	9,76 ^b	11,69 ^b	23,71 ^a		
MT 024	44,73 ^b	78,01 ^a	6,08 ^a	2,21 ^b	9,38 ^a	8,6 ^b	16,05 ^b	30,36 ^a		
RR 028	51,5 ^b	74,24 ^a	1,74 ^a	1,55 ^b	13,38 ^a	8,89 ^b	10,9 ^b	27,1 ^a		
MG 174	33,69 ^b	69,82 ^a	7,82 ^a	3,41 ^b	3,56 ^b	17,36 ^a	27,21 ^a	19,16 ^b		
RO 013	33,95 ^b	64,92 ^a	2,4 ^a	2,29 ^b	2,28 ^b	5,65 ^a	28 ^a	22,47 ^b		

Médias seguidas de mesma letra nas linhas, não diferem entre si, pelo Teste de LSD ao nível de 5% de probabilidade.

Observou-se uma correlação positiva entre a concentração de fenólicos totais e o croma de ΔE (0,661*), significativo. O aumento da concentração de fenólicos totais correlacionou positivamente com a diferença total de cor das amostras.

CONCLUSÃO

A concentração de fenólicos totais em grãos de milho de coloração vermelha, roxa e preta está correlacionada com a diferença total de cor, sendo grãos mais escuros aqueles com maior concentração de fenólicos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. M. **Processamento de Urucum em Leito de Jorro - Estudos Fluidodinâmicos**. 1993. 90p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1993.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Boletim mensal de biodiesel**. Brasília, DF, out. de 2012. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>> . Acesso em: 8 jan. 2013.

DICKO, M.H.; HILHORST, R.; GRUPPEN, H.; TRAORE, A.S.; LAANE, C.; BERKEL, W.J.H.V.; VORAGEN, A.G.J. Comparison of content in phenolic compounds, polyphenol oxidase, and peroxidase in grains of fifty sorghum varieties from Burkina Faso. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, p.3780-3788, 2002.

HU Q-P, XU J-G (2011) Profiles of carotenoids, anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity of selected color waxy corn grains during maturation. **J Agric Food Chem** 59 (5):2026–2033.

LOPEZ-MARTINEZ LX, OLIART-ROS RM, VALERIO-ALFARO G, LEE C-H, PARKIN KL, GARCIA HS (2009) Antioxidant capacity, phenolic compounds and anthocyanins content of eighteen strains of Mexican maize. **LWT-Food Sci Technol** 42(6):1187–1192.

PAES, M.C.D (2011) O milho: a evolução do seu consumo na dieta humana através dos povos e do tempo. **Jornal Eletrônico da Embrapa Milho e Sorgo (Sete Lagoas-MG)** Ano 05 - Edição 30.

RATKOWSKY, D. A. (1983) **Nonlinear Regression Analysis**. New York: Marcel Decker Inc.

REVILLA P, LANDA A, RODRIGUEZ A, ORDAS A, ANA MALVAR R (2012) Influence of growing and storage conditions on bakery quality of traditional maize varieties under organic agriculture. **Crop Sci** 52 (2):593–600.

REVILLA P, LANDA A, RODRIGUEZ VM, ROMAY MC, ORDAS A, MALVAR RA (2008) Maize for bread under organic agriculture. **Span J Agric Res** 6(2):241–247.

RODRÍGUEZ VM, SOENGAS P, LANDA A, ORDAS A, REVILLA P (2013) Effects of selection for color intensity on antioxidant capacity in maize (*Zea mays* L.). **Euphytica** 193:339–345.

SHAHIDI, F.; LIYANA-PATHIRANA, CM.; WALL, D.S. Antioxidant activity of white and black sesame seeds and their hull fractions. **Food Chemistry**, v.99, p.478-483, 2006.

SILVEIRA, A. M. Vinte Anos de ENEMPs. In: Encontro sobre Escoamento em Meios Porosos, 20., 1992, São Carlos. **Anais...** São Carlos, UFSCar, 1992. p.1-25.

SPARROW, E. M. Fluid-to-Fluid Conjugate Heat Transfer for a Vertical Pipe. **ASME Journal of Heat Transfer**, v.102, p.402-407, 1980.

TIAN, S.; NAKAMURA, K.; KAYAHARA, H. Analysis of phenolic compounds in white rice, brown rice, and germinated brown rice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, p.4808-4813, 2004.

WALTER, M. **Composição química e propriedades antioxidantes de grãos de arroz com pericarpo marrom-claro, vermelho e preto**. 2009. 119p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

XU J-G, HU Q-P, WANG X-D, LUO J-Y, LIU Y, TIAN C-R (2011) Changes in the main nutrients, phytochemicals, and antioxidant capacity in yellow corn grain during maturation. **J Agric Food Chem** 58 (9):5751–5756.

ZILIC S, SERPEN A, AKILLIOGLU G, GOKMEN V, VANCETOVIC J (2012) Phenolic compounds, carotenoids, anthocyanins, and antioxidant capacity of colored maize (*Zea mays* L.) Kernels. **J Agric Food Chem** 60 (5):1224–1231.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo pela concessão da bolsa e a UFSJ pela contribuição no uso de equipamentos.