

CARACTERIZAÇÃO FITOQUÍMICA DOS GRÃOS DE LINHAGENS S5 DE MILHO

NATHAN LÖBLER DOS SANTOS¹; IVAN RICARDO CARVALHO²; MAICON NARDINO²; JESSICA FERNANDA HOFFMANN²; FABIO CLASEN CHAVES³; LUCIANO CARLOS DA MAIA⁴

¹Estudante de graduação - Universidade Federal de Pelotas – loblersnathan@gmail.com

²Estudante de Pós-Graduação, FAEM/UFPEL – carvalho.irc@gmail.com; nardinomn@gmail.com; jessicafh91@hotmail.com

³Professor do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, FAEM/UFPEL – fabio.chaves@ufpel.edu.br

⁴Professor do Departamento de Fitotecnica, FAEM/UFPEL – lucianoc.maia@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é uma cultura de grande expressão no cenário mundial. No Brasil a safra 2015/2016 atingiu uma produção de 80 milhões de toneladas, o que confere ao milho a grande evidência no cenário agrícola (CONAB, 2016). Esta gramínea pode ser utilizada para consumo animal e humano, sob a forma de silagem, ou como grãos *in natura* ou processados.

Devido à importância socioeconômica desta cultura, muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o intuito de incrementar a produtividade, no entanto, há pesquisas que objetivam a qualidade nutricional dos grãos. Uma das estratégias utilizadas para promover o incremento da qualidade nutricional e funcional é a biofortificação que se baseia entre outros no emprego de condições de estresses moderados que estimulam o metabolismo do vegetal e levam ao acúmulo de metabolitos de interesse. A biofortificação dos alimentos é uma alternativa no combate da desnutrição humana, pois grande parte da população mundial não tem acesso a alimentos que supram suas necessidades básicas. Assim alimentos biofortificados que possuam elevados teores de carotenoides, por exemplo, que apresentam propriedades provitamina A podem prevenir sérios problemas de saúde derivados da deficiência de vitamina A (CARVALHO; NUTTI, 2012).

Desta forma, este trabalho teve como objetivo caracterizar a composição fitoquímica e o potencial antioxidante de linhagens de milho.

2. METODOLOGIA

O trabalho foi conduzido na Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), em 2015, seguindo um delineamento experimental de blocos casualizados, contendo 5 tratamentos dispostos em 3 repetições. Foram utilizadas cinco linhagens de milho S5 (337-4 (1), 262-2 (2), 248-1 (3), 272-1 (4) e 270-3 (5)) pertencentes ao Centro de Genômica e Fitomelhoramento (CGF).

No Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, os grãos das linhagens foram triturados em moinho analítico, extraídos com solventes e subsequentemente avaliados quanto ao teor de compostos fenólicos totais seguindo o método descrito por PEREIRA (2013), flavonoides totais conforme avaliado por ZHISHEN et al. (1999), carotenoides totais usando o método modificado da AOAC (970.64), capacidade antioxidante frente aos radicais DPPH e ABTS (PEREIRA et al., 2013). Para a análise de sólidos solúveis foi utilizado refratômetro digital com escala de 0 a 32%, e os resultados expressos em °Brix, acidez total determinada por titulação de NaOH 0,1mol/L até a solução atingir pH

8,1. O pH foi determinado por leitura direta em pHmetro e a coloração dos grãos foi determinada utilizando colorímetro no padrão CIE-L*a*b*.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância a 5% de probabilidade e os caracteres que revelaram diferenças foram comparados pelo teste de Tukey. Após procedeu-se a correlação linear de Pearson com intuito de revelar a tendência de associação entre os caracteres. Procedeu-se também a análise dos componentes principais para verificar a variação fenotípica envolvida entre os genótipos, seguindo a metodologia descrita por Cruz et al. (2014) utilizando o software GENES (CRUZ, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou diferenças significativas a 5% de probabilidade para os caracteres teor de flavonoides totais, teor carotenoides totais, capacidade antioxidante pelo sequestro dos radicais DPPH e ABTS, sólidos solúveis, acidez, pH, e cor (ângulo Hue). O caracter teor de compostos fenólicos totais não apresentou significância.

O teor de flavonoides não diferiu entre as linhagens (Tabela 1). Os carotenoides estão ligados diretamente a saúde humana, uma vez que o organismo não é capaz de sintetizá-los e a ingestão de altos teores deste composto ajudam na prevenção de cânceres (JUNIOR, 2015). Dentre as linhagens avaliadas, a 5 foi a que apresentou o maior teor de carotenoides totais (137.04 mg equivalentes de β -caroteno 100 g⁻¹pf).

Tabela 1: Comparação de médias para os caracteres teor de compostos fenólicos totais (Fen), teor de flavonoides totais (Flav), teor de carotenoides (Car), capacidade antioxidante pelo sequestro dos radicais DPPH e ABTS, sólidos solúveis (SS), acidez (Ac), pH e cor (Hue).

Lin	Fen ¹	Flav ²	Car ³	DPPH ⁴	ABTS ⁴	SS ⁵	Ac	pH	Hue
1	675.24a	427.59a	29.38c	31a	31b	3.0b	0.36a	6.3c	94.81b
2	738.83a	520.67a	49.11bc	29a	46a	4.5a	0.27b	6.6ab	97.85a
3	627.25a	656.06a	50.00bc	29a	33b	5.7a	0.32ab	6.5b	81.49e
4	693.10a	723.11a	60.61b	22b	52a	3.0b	0.32ab	6.5b	87.65d
5	529.15a	739.75a	137.04a	23b	30b	2.3b	0.26b	6.6a	89.38c

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). ¹mg equivalentes de ácido gálico 100g⁻¹ pf; ²mg equivalentes de epicatequina equivalente 100g⁻¹pf; ³mg equivalentes de β -caroteno equivalente 100 g⁻¹pf; ⁴ % inibição; ⁵ (°Brix); ⁵g ácido cítrico 100g⁻¹ massa fresca (pf);

A maior capacidade antioxidante foi observada nas linhagens 1 e 4 (Tabela 1), sendo a linhagem 1 a que apresentou a maior percentagem de inibição do radical DPPH e a linhagem 4 do radical ABTS. Os radicais livres são grandes responsáveis pela manifestação de muitas doenças, com isso, quanto maior o percentual de inibição destes radicais, maior o benefício do alimento para o corpo humano.

O teor de sólidos solúveis (Tabela 1) indica a concentração de açúcares contidos na amostra. As linhagens 3 e 4 foram as que apresentaram as maiores concentrações (5.67 e 4.5 °Brix), ao contrário das linhagens 1, 2 e 5, que apresentaram valores inferiores. Este caracter é de grande importância para uma boa aprovação do consumidor de milho *in natura*, pois lhe confere um sabor adocicado e uma consequente boa aceitabilidade.

Os valores de acidez e pH (tabela 1) são inversamente proporcionais. A linhagem 1 apresentou o maior valor de acidez (0,36), e consequentemente o menor valor de pH (6,3). A acidez elevada confere aos grãos de milho uma maior proteção contra agentes externos, como patógenos, durante sua maturação e até mesmo durante o armazenamento (MARANHÃO, 1998).

O valores de ângulo Hue (tabela 1) indicam que apesar das linhagens terem diferido, todas ficaram próximas a cor amarela, que é indicada pelo valor próximo a 90°, enquanto valores próximos a 0°, 180° e 360°, indicam as cores vermelho, verde e azul, respectivamente.

As magnitudes das estimativas da correlação linear de Pearson são classificadas conforme suas intensidades, em baixa ($r=0.00$ a 0.30), intermediária ($r= 0.31$ a 0.60) e alta ($r= 0.61$ a 1.0) (CARVALHO et al., 2004).

Na correlação linear de Pearson realizada com 9 caracteres (Tabela 2), foram reveladas 38 associações, onde 9 foram significativas. Para o teor de compostos fenólicos totais, houve coeficiente de correlação intermediário e negativo com o caráter carotenoides ($r= -0.53$). O teor de flavonoides apresentou coeficiente de correlação intermediário e negativo com os caracteres potencial de inibição do radical DPPH ($r= -0,58$), e ângulo Hue ($r= -0,53$) e positivo para o caráter teor de carotenoides ($r= 0.54$). O coeficiente de correlação dos carotenoides foi alto e negativo para os caracteres DPPH ($r= -0.65$) e acidez ($r= -0.64$) e positivo para o caráter pH ($r= 0.73$). O caráter DPPH apresentou coeficiente de correlação intermediária e negativa com o caráter pH ($r= -0,58$), assim como o caráter acidez, que apresentou coeficiente de correlação alto e negativo com o pH ($r= -0,85$).

Tabela 2: Estimativas da correlação linear de Pearson para nove caracteres físico-químicos de cinco linhagens de milho

	Fen	Flav	Car	DPPH	ABTS	SS	Ac	pH	Hue
Fen ⁽¹⁾	-	-0.07	-0.53*	0.39	0.48	0.18	0.14	-0.28	0.32
Flav		-	0.54*	-0.58*	0.10	-0.20	-0.45	0.48	-0.53*
Car			-	-0.65*	-0.23	-0.44	-0.64*	0.73*	-0.19
DPPH				-	-0.33	0.44	0.30	-0.58*	0.32
ABTS					-	0.00	-0.10	0.20	0.16
SS						-	0.13	-0.14	-0.31
Ac							-	-0.85*	-0.10
pH								-	-0.12
Hue									-

* coeficiente de correlação linear de Pearson significativo ($p \leq 0,05$).

⁽¹⁾ Fen: fenóis; Flav: flavonoides; Car: carotenoides; DPPH e ABTS: capacidade antioxidante; SS: sólidos solúveis; Ac: acidez; Hue: coloração.

Na tabela 3 estão apresentadas as variâncias individuais e acumuladas das estimativas de autovalores. Para o resultado ser muito bom e possibilitar análises complementares, a variância total acumulada para os dois ou três primeiros componentes principais deve ser superior a 80% (CRUZ; REGAZZI, 2001). Deste modo, os resultados obtidos neste trabalho são muito bons, pois para os 3 primeiros componentes principais foi explicado 87,15% da variação total. Posteriormente, foi feita a análise de agrupamento através dos componentes principais, que evidenciou a formação de 4 grupos.

Tabela 3: Estimativa de autovalores dos componentes principais.

RAIZ	RAIZ (%)	% ACUMULADA
------	----------	-------------

4.4952834	49.9	49.9
1.8445175	20.5	70.4
1.5034285	16.7	87.1
1.1567707	12.8	100.0

4. CONCLUSÕES

Dentre as linhagens avaliadas, as que apresentam os maiores potenciais para o incremento da biofortificação são a 3 (248-1), a 4 (272-1) e a 5(270-3).

Na correlação linear de Pearson foram reveladas associações significativas como a do carácter acidez com o pH o que já era esperado. Também o teor de carotenoides apresentou associa significativa com pH, acidez e com o potencial antioxidante, o que nem sempre é observado. Potencialmente o pH e a acidez podem servir de marcadores para o potencial bioativo em milho. Além disso, a alta correlação positiva entre o teor de carotenoides e a capacidade antioxidante em milho reforça as evidências do potencial bioativo desses compostos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, F.I.F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal. Pelotas: UFPel, 2004, 142p.
- CARVALHO, J.L.V., NUTTI, M. Biofortificação de produtos agrícolas para nutrição humana. In: **Anais da 64ª Reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência**; São Luiz, 2012.
- CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos: Sétimo levantamento** - Brasília, v.3, n.7, p. 1-158, abril, 2016.
- CRUZ, C.D. & REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora UFV, Viçosa, 2001.
- CRUZ, C. D. GENES: A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.
- JUNIOR, G.J. **Caracterização agrônômica de plantas e teor de carotenoides totais de genótipos de milho em sistema agroecológico**. 2015. 74f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Brasília.
- MARANHÃO, P.S; TRINDADE, E.A; NOLL, I.B. Determinação de parâmetros físico-químicos (ph, umidade e acidez) em produtos derivados de milho comercializados na cidade de Porto Alegre. In: **SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRGS**, Porto Alegre, 1998.
- PEREIRA, M. C. et al. Characterization, bioactive compounds and antioxidant potential of three Brazilian fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 29, n. 1, p. 19–24, 2013.
- PEREIRA, M.C. **Avaliação de compostos bioativos em frutos nativos do Rio Grande do Sul**. 2011. 131f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre
- ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. **Food Chemistry**, v. 64, p. 555–559, 1999.