

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE MINERAIS EM POPULAÇÕES DE MILHO DOCE

Aracelle Assunção¹, André Ferreira Pereira², Jaison Pereira de Oliveira³ e Luíce Gomes Bueno⁴

Resumo

O milho doce pode ser uma alternativa de consumo *in natura* que ofereça melhor qualidade alimentar, principalmente para populações de baixa renda, e onde se tem o hábito de consumir o milho em espiga, podendo ajudar no problema da desnutrição. Com o objetivo de avaliar populações de milho doce quanto aos teores de Ca, Mg, Cu, Fe, Zn e Mn, no grão verde, que possam ser utilizadas em programas de melhoramento, foi montado um ensaio em Goiânia, com 38 tratamentos, sendo oito híbridos, 28 populações geradas por estes híbridos, e duas testemunhas. Houve diferença significativa para os teores de Fe e Mn, indicando variabilidade e a possibilidade de explorar geneticamente este milho em programas de melhoramento.

Introdução

O que difere o milho doce do milho comum é a presença de alelos mutantes no endosperma que impedem a conversão do açúcar em amido (TRACY, 2001). O milho doce é utilizado principalmente como milho verde, *in natura* ou processado na forma de conserva (ARAGÃO, 2002). No Brasil, é cultivado numa área de 36 mil hectares, e praticamente toda produção é destinada ao processamento industrial (BARBIERI *et al.*, 2005). Vários são os trabalhos realizados com milho comum, no sentido de explorar sua qualidade, mas com milho doce este tipo de trabalho não tem sido muito explorado.

O desenvolvimento de alimentos biofortificados, que sejam baratos e fáceis de serem produzidos, processados e consumidos, é uma das contribuições que a pesquisa agropecuária tem a oferecer para a atenuação do problema da desnutrição. Devido à sua amplitude e à facilidade de produção e consumo, o milho é um dos cereais-alvo para o desenvolvimento de cultivares com maior valor nutricional (GUIMARÃES *et al.*, 2005). É importante a identificação e obtenção de genótipos com maiores teores de minerais, mas estes teores podem ser alterados com as práticas de adubação, época de colheita, condições climáticas. Deve-se então associar estas práticas com a utilização de genótipos promissores. Hiroce *et al.* (1989) demonstraram que existem diferenças genéticas na absorção de nutrientes e na eficiência de conversão dos elementos assimilados em produção de grãos de milho. Estas diferenças são importantes para o melhoramento genético e para indicativos de manejo.

Devido a crescente demanda do mercado pelo milho doce, e a preocupação cada vez maior com o desenvolvimento de alimentos de melhor qualidade, este trabalho teve por objetivo, avaliar populações deste tipo de milho quanto aos teores de Ca, Mg, Cu, Fe, Zn e Mn, no grão verde, informações importantes que poderão ser utilizadas em programas de melhoramento.

Material e Métodos

O ensaio foi implantado na área experimental da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Goiânia-GO (730 m de altitude, 16°40'43" latitude sul e 49°15'14" longitude oeste), em 2005. Foram utilizados oito híbridos de milho doce, sendo três comerciais (SWB-551, DO-04 e Tropical), e cinco experimentais (AF-427, AF-428, AF-429, HS1-2004 e HS2-2104). Ao todo foram 38 tratamentos: oito genitores (F₂ dos cruzamentos entre os híbridos), 28 gerações F₁ s (oriundas dos cruzamentos entre os

¹ Aluna de Doutorado da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, CEP 74001-970. E-mail: aracelleassuncao@gmail.com

² Professor de Agricultura do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Brasília, Campus Planaltina, DF, CEP 73380-900. E-mail: anrpereira@gmail.com

³ Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, CEP: 17975375-000. E-mail: jaison@cnpaf.embrapa.br

⁴ Aluna de Doutorado da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, CEP 74001-970. E-mail: luicegobueno@gmail.com

Apoio financeiro: CNPq.

híbridos, tomados 2 a 2), e dois híbridos comerciais como testemunhas, DO-04 e DAS-451. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com três repetições. Cada parcela foi constituída de uma linha de 5 m, e espaçamento de 0,75 m. O espaçamento entre plantas foi de 0,25 m. A adubação de plantio foi de 400Kg/ha da fórmula 05-25-15. A primeira adubação de cobertura foi realizada aos 30 dias após o plantio com 40 kg/ha de N e K₂O da fórmula 20-00-20, e segunda, aos 50 dias com 45 kg/ha de N, de sulfato de amônio.

De cada tratamento (parcela) foram amostrados 200g de grãos, que foram secos em estufa a 65°C durante 72 horas. As amostras foram moídas, e com cinco gramas foram determinados os teores de minerais. Para quantificar estes teores foi utilizado o método da AOAC (Official methods of analysis) (DEUTSCH, 1995), que consiste na incineração do fubá a uma temperatura de 500°C e solubilização do resíduo mineral em solução ácida a 150°C. Segue-se a diluição em água destilada (50 ml neste caso) e a quantificação dos teores por Espectrofotometria de absorção atômica. Os valores obtidos indicaram a concentração desses elementos no volume de 50 ml, sendo extrapoladas para o peso da amostra em mg/100g a partir da fórmula: $[M]=[(l*b)/m]*100$, em que, $[M]$ =concentração do mineral na amostra em mg/100g; l =concentração do mineral no volume de 50 ml, gerado pelo equipamento; b =volume da diluição; m =massa da amostra em mg. Os dados obtidos foram transformados em $Y = \sqrt{X + 0,5}$, pois a variância dos tratamentos não era homogênea, porém na Tabela 2 de médias, são apresentados os dados originais. A análise de variância foi realizada utilizando o programa computacional estatístico SAS (*Statistical Analysis System*), e a comparação entre médias de tratamentos, foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Os resultados da análise de variância (Tabela 1) mostraram diferenças significativas entre tratamentos apenas para os teores de Fe ($P<0,05$) e Mn ($P<0,01$). As concentrações de Ca, Mg, Cu e Zn, não diferiram entre os genótipos avaliados, não havendo variabilidade entre eles quanto aos teores destes minerais. Em um trabalho realizado por Pereira et al, (2009), com este mesmo grupo de minerais, e alguns genótipos em comum, foi encontrada diferença significativa apenas para Mn. Importante ressaltar a influência da relação do genótipo com o ambiente, por exemplo, no solo o Mn pode ter sua disponibilidade reduzida com elevação do pH, o que diminui a absorção pela cultura (RAIJ, 1991). Os valores dos coeficientes de variação indicam uma boa precisão experimental. Apenas o valor de CV% para o Fe (17,0196 %) foi superior ao encontrado por Pereira et al, (2009) para o mesmo mineral (8,9 %) (Tabela 1). Para os demais minerais foram encontrados valores inferiores aos deste autor.

De acordo com a média geral dos genótipos (Tabela 2), pode-se observar que o grão de milho doce é composto, na ordem crescente, pelas seguintes concentrações médias de minerais: Fe (2,5103 mg/100g), Mn (0,7492 mg/100g), Zn (0,4826 mg/100g), Cu (0,3607 mg/100g), Mg (0,0191 mg/100g) e Ca (0,0046 mg/100g). Existe um antagonismo entre Ca, Mg e K, assim, o aumento na concentração de um destes elementos no meio implica na diminuição da absorção dos outros, o que pode explicar as menores concentrações de Ca em relação a Mg nos genótipos avaliados (PEREIRA *et al*, 2009).

Guimarães *et al*. (2005) caracterizaram linhagens de milho quanto aos teores de minerais nos grãos. Para Fe e Zn os teores variaram respectivamente de 1,13 a 4,68 mg/100g e de 1,52 a 5,38 mg/100g em um grupo de 188 linhagens QPM (*Quality Protein Maize*). Em outro grupo algumas linhagens apresentaram amplitudes maiores para Fe e Zn respectivamente, variando de 0,25 a 7,05 mg/100g e de 0,45 a 6,31 mg/100g, sendo a média geral para teor de Fe, de 1,9100 mg/100g, e para Zn, 2,4400 mg/100g. Estes mesmos autores advertem quanto à interpretação para teores de Fe e Zn, que deve ser realizada com cautela, pois pode variar de acordo com as gerações de cruzamento e ambientes. Neste trabalho as médias de Fe e Zn são respectivamente 2,5103 mg/100g e 0,4826 mg/100g, estando de acordo com a amplitude de valores encontrada pelo autor acima, mas abaixo da média encontrada por Oliveira (2003), que estudando a qualidade nutricional de grãos de milho QPM, obteve para os teores de Fe e Zn respectivamente, média geral de 3,3777 mg/100g e 2,9000 mg/100g.

Pelo teste de médias para teor de Zn, a combinação híbrida 7 x 8 (4,900 mg/100g) é superior apenas ao 2 x 6 (1,2233 mg/100g), ambos diferem estatisticamente entre si, mas não dos demais tratamentos

(Tabela 2). Para teor de Mn, AF427, AF429, 2 x 4 e 4 x 5, foram superiores aos SWB551, HS2-2104, 1 x 3 e a testemunha DAS-451, não diferindo estatisticamente dos demais tratamentos pelo teste de Tukey (0,05). Dentre este grupo de genótipos, nas condições em que foram avaliados, os teores de Fé e Mn, por apresentarem variabilidade, podem ser utilizados como base para o melhoramento.

Conclusões

Há variabilidade para os teores de Fe e Mn neste conjunto de genótipos avaliados, o que possibilita o avanço do estudo com a utilização deles em cruzamento. É necessário, para conclusões mais generalizadas, o estudo destes genótipos em outras condições de cultivo.

Agradecimentos

À Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos e ao CNPq.

Referências

ARAGÃO, C. A. *Avaliação de híbridos simples braquíticos de milho super doce (Zea mays L.) portadores do gene shrunken-2 (sh2sh2) utilizando o esquema dialélico parcial*. 2002. 101 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento). Faculdade de Ciências Agronômicas – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

BARBIERI, V. H. B.; LUZ, J. M. Q.; BRITO, C. H.; DUARTE, J. M.; GOMES, L. S.; SANTANA, D. G. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamentos e populações de plantas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 23, n. 3, p. 826 - 830, 2005.

DEUTSCH, M. J. *AOAC official methods os analysis. Vitamins and other nutrients*. Chapter 45, p. 65, 1995.

GUIMARÃES, P. E. de O.; RIBEIRO, P. E. de A.; PAES, M. C. D.; SCHAFFERT, R. E.; ALVES, V. M. C.; COELHO, A. M.; NURTTI, M.; VIANA, J. L. C.; NOGUEIRA, A. R. de A.; SOUZA, G. B. de. *Caracterização de linhagens de milho quanto aos teores de minerais nos grãos*. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento-Embrapa, Circular técnica, n. 64, Sete Lagoas-MG, 4 p, 2005.

HIROCE, R. Extração de nutrientes pelo milho aos 65 dias após o plantio e pelas sementes na colheita. *Bragantia*, v. 38, n. 1, p. 1-4, 1979.

OLIVEIRA, J. P. *Avaliação da qualidade nutricional do grão em populações de milho de alta qualidade protéica e seus cruzamentos*. 2003. 182 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas). Escola de Agronomia – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2003.

PEREIRA, A. F.; MELO, P. G. S.; PEREIRA, J. M. ASSUNÇÃO, A.; NASCIMENTO, A. dos R.; XIMENES, P. A. Caracteres agronômicos e nutricionais de genótipos de milho doce. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 104-112, 2009.

RAIJ, B. van. *Fertilidade do solo e adubação*. Piracicaba: Agronômica Ceres, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1991. 343 p.

TRACY, W. F. Sweet corn. In: HALLAUER, A. R. *Specialty corn*. Boca Raton, 2001. p. 155-198.

Tabela 1. Análise de variância para os teores de Ca, Mg, Cu, Fe, Zn e Mn, em mg/100g, transformados em (RAIZ(X + 0.5)) em 8 populações de milho doce, em Goiânia, GO.

FV	GL	QM (x10000) *					
		Ca	Mg	Cu	Fe	Zn	Mn
Tratamento	37	0,0282	0,0012	78,1165	1571,3300*	6,1427	106,0119**
Bloco	2	0,1196*	0,0070**	393,6082*	236,2370	10,4620	15,2625
Resíduo	71	0,0285	0,0010	81,5464	841,1323	5,0068	39,1073
Total	110	--	--	--	--	--	--
CV%	--	0,2376	0,0450	9,7824	17,0196	2,2579	5,6088

* Os QM (quadrados médios) foram multiplicados por 10000 para melhor visualização, devido à baixa grandeza de alguns valores. FV=fontes de variação; GL=graus de liberdade.

Tabela 2. Médias comparadas pelo teste de Tukey (0.05) para os teores de Ca, Mg, Cu, Fe, Zn e Mn, em mg/100g, em 8 populações de milho doce, em Goiânia, GO.

Tratamentos	Ca	Mg	Cu	Fe	Zn	Mn						
1 - SWB551- F ₂	0,0043	a	0,0193	a	0,6083	a	2,4867	ab	0,4703	a	0,5800	b
2 - DO-04 - F ₂	0,0040	a	0,0190	a	0,3433	a	1,8033	ab	0,5227	a	0,6667	ab
3 - Tropical - F ₂	0,0040	a	0,0190	a	0,2817	a	2,0700	ab	0,4833	a	0,6067	ab
4 - AF427 - F ₂	0,0087	a	0,0197	a	0,3350	a	2,9000	ab	0,4653	a	0,9533	a
5 - AF428 - F ₂	0,0050	a	0,0190	a	0,3833	a	3,4700	ab	0,4500	a	0,8800	ab
6 - AF429 - F ₂	0,0043	a	0,0190	a	0,2583	a	3,0467	ab	0,4813	a	0,9400	a
7 - HS1 2004 - F ₂	0,0031	a	0,0195	a	0,3878	a	4,3122	ab	0,5352	a	0,6296	ab
8 - HS2 2104 - F ₂	0,0060	a	0,0193	a	0,2783	a	2,6267	ab	0,4990	a	0,4733	b
9 - (1x2)	0,0090	a	0,0187	a	0,3417	a	2,0867	ab	0,4630	a	0,6833	ab
10 - (1x3)	0,0037	a	0,0190	a	0,2750	a	1,8033	ab	0,4877	a	0,5733	b
11 - (1x4)	0,0033	a	0,0190	a	0,3450	a	1,4833	ab	0,4743	a	0,8100	ab
12 - (1x5)	0,0050	a	0,0193	a	0,4867	a	3,7867	ab	0,4477	a	0,7467	ab
13 - (1x6)	0,0053	a	0,0190	a	0,3667	a	2,2767	ab	0,4313	a	0,6467	ab
14 - (1x7)	0,0056	a	0,0191	a	0,2048	a	1,9298	ab	0,5049	a	0,7378	ab
15 - (1x8)	0,0037	a	0,0190	a	0,2550	a	3,9767	ab	0,4770	a	0,6233	ab
16 - (2x3)	0,0043	a	0,0190	a	0,2300	a	2,3867	ab	0,4963	a	0,7267	ab
17 - (2x4)	0,0041	a	0,0196	a	0,5073	a	2,7848	ab	0,5319	a	1,0028	a
18 - (2x5)	0,0047	a	0,0193	a	0,4900	a	2,6300	ab	0,5310	a	0,9167	ab
19 - (2x6)	0,0043	a	0,0193	a	0,2100	a	1,2233	b	0,5080	a	0,8367	ab
20 - (2x7)	0,0040	a	0,0190	a	0,4717	a	2,0000	ab	0,5020	a	0,7067	ab
21 - (2x8)	0,0047	a	0,0187	a	0,5433	a	1,6567	ab	0,4700	a	0,7033	ab
22 - (3x4)	0,0043	a	0,0187	a	0,3033	a	1,5200	ab	0,4577	a	0,6767	ab
23 - (3x5)	0,0043	a	0,0190	a	0,2733	a	1,7967	ab	0,4863	a	0,6700	ab
24 - (3x6)	0,0040	a	0,0187	a	0,4950	a	2,2567	ab	0,4757	a	0,7900	ab
25 - (3x7)	0,0040	a	0,0193	a	0,2200	a	1,7233	ab	0,4910	a	0,6167	ab
26 - (3x8)	0,0067	a	0,0190	a	0,2600	a	2,0267	ab	0,4400	a	0,6267	ab
27 - (4x5)	0,0040	a	0,0197	a	0,4600	a	4,5200	ab	0,5030	a	1,0633	a
28 - (4x6)	0,0043	a	0,0190	a	0,4400	a	2,2367	ab	0,4777	a	0,8833	ab
29 - (4x7)	0,0040	a	0,0193	a	0,2667	a	2,1033	ab	0,4887	a	0,9133	ab
30 - (4x8)	0,0083	a	0,0193	a	0,2983	a	2,7200	ab	0,4863	a	0,9033	ab
31 - (5x6)	0,0043	a	0,0193	a	0,4017	a	3,3500	ab	0,5020	a	0,8433	ab
32 - (5x7)	0,0033	a	0,0193	a	0,3333	a	2,5500	ab	0,4143	a	0,7633	ab
33 - (5x8)	0,0037	a	0,0193	a	0,4583	a	3,5233	ab	0,5127	a	0,8133	ab
34 - (6x7)	0,0043	a	0,0190	a	0,4017	a	1,8667	ab	0,4673	a	0,7200	ab
35 - (6x8)	0,0040	a	0,01967	a	0,2700	a	2,0267	ab	0,5220	a	0,7867	ab
36 - (7x8)	0,0040	a	0,0197	a	0,3833	a	4,9000	a	0,5183	a	0,7833	ab
37 - Testemunha DO-04	0,0040	a	0,0190	a	0,4250	a	2,1400	ab	0,4683	a	0,6667	ab
38 - Testemunha DAS-451	0,0033	a	0,0187	a	0,3833	a	1,8800	ab	0,4443	a	0,5367	b
Média Geral (mg/100g)	0,0046	-	0,0191	-	0,3607	-	2,5103	-	0,4826	-	0,7492	-