

Teores de Ferro e Zinco em Folhas de Clones de Mandioca de Mesa Visando Programas de Biofortificação ⁽¹⁾

Camila de Andrade Carvalho⁽²⁾; **Ana Paula Branco Corguinha**⁽³⁾; **Guilherme Amaral de Souza**⁽³⁾; **Eduardo Alano Vieira**⁽⁴⁾; **Josefino de Freitas Fialho**⁽⁴⁾; **Luiz Roberto Guimarães Guilherme**⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do projeto CNPq 562773/2010-0 (Rede AgroMetais)

⁽²⁾ Estudante de Agronomia - Iniciação Científica; Departamento de Ciência do Solo (DCS); Universidade Federal de Lavras (UFLA); Campus UFLA, Caixa Postal: 3037, CEP: 37200-000, Lavras, MG, camila_carvalho03@hotmail.com; ⁽³⁾ Doutorando(a) do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, DCS/ UFLA. ⁽⁴⁾ Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Cerrados), Planaltina, DF; ⁽⁵⁾ Professor Associado, DCS/UFLA, Lavras, MG.

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo avaliar os teores de ferro (Fe) e zinco (Zn) em folhas de clones de mandioca de mesa, a fim de se fazer a identificação e seleção daqueles com características nutricionais diferenciadas. As amostras foram coletadas em área Experimental da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. Foram avaliadas as folhas de 16 clones de mandioca com coloração da polpa das raízes de reserva amarela e da testemunha, cultivadas sob delineamento de blocos casualizados com três repetições. As amostras foram submetidas à extração de Fe e Zn em forno de micro-ondas pelo método USEPA 3051A e a quantificação foi realizada em espectrofotômetro de absorção atômica com chama. Os clones avaliados apresentaram valores significativamente diferentes para Fe (278 a 380 mg kg⁻¹), sendo que os clones 26/8, 279/8, 446/8 e 450/8 apresentaram menores teores. O teor de Zn variou de 40 a 97 mg kg⁻¹ e os maiores teores foram encontrados nos clones 83/8 e 247/8.

Termos de indexação: Aipim; Micronutrientes; Fortificação.

INTRODUÇÃO

Os minerais ferro (Fe) e zinco (Zn) são os de maior importância nutricional para o ser humano (WHO, 2002), e estão entre os nutrientes mais frequentemente deficientes na dieta humana (Welch e Graham, 2002; White e Broadley, 2005). Moraes (2008) relatou que a deficiência desses nutrientes, juntamente com I, Se e vitamina A, é considerada uma das causas mais preocupantes em relação à saúde humana, principalmente em países em desenvolvimento.

Com esta preocupação, pesquisadores utilizam a biofortificação como alternativa para atenuação da desnutrição (Sena, 2010). Esse processo visa o aumento do teor de nutrientes em produtos agrícolas a serem colhidos e, ou, posterior a essa

etapa, na industrialização, objetivando o enriquecimento do produto final (Gómes-Galera et al., 2010).

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é um exemplo de alimento com potencial para biofortificação, pois além das raízes de reserva, possui folhas ricas em nutrientes e vitaminas que podem auxiliar na nutrição humana. No Brasil, por exemplo, as folhas de mandioca têm sido utilizadas em programas de combate à fome e desnutrição, sendo adicionadas em pequenas quantidades a outros produtos, como a *multimistura* (Alves, 2007).

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar os teores de Fe e Zn em folhas de clones de mandioca de mesa com coloração da polpa das raízes de reserva amarela, visando identificar aqueles com características nutricionais diferenciadas e, portanto, com potencial de uso em programas de biofortificação alimentar.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foram coletadas em experimento conduzido no campo experimental da Embrapa Cerrados, localizado no município de Planaltina, DF. Foram avaliadas as folhas de dezesseis clones de mandioca (26/8; 83/8; 90/8; 91/8; 94/8; 215/8; 246/8; 247/8; 259/8; 272/8; 273/8; 279/8; 446/8; 450/8; 464/8 e 497/8) e a testemunha recomendada para o cultivo na região do Cerrado IAC 576-70, que está registrada no Banco de Germoplasma de Mandioca do Cerrado como BGMC 753. Os genótipos foram avaliados em delineamento de blocos casualizados com três repetições, sendo cada parcela constituída por 4 linhas de 10 plantas, em espaçamento de 1,20 m entre linhas e 0,80 m entre plantas, e área útil constituída pelas 16 plantas centrais de cada parcela. As amostras de solo e folhas de mandioca coletadas foram submetidas à extração de Fe e Zn em forno de micro-ondas pelo método do USEPA 3051A



(USEPA, 1998). As amostras foram analisadas em triplicata, utilizando-se em cada bateria uma amostra do padrão NIST SRM 1573a *Tomato leaves* como referência do teor dos elementos de interesse e uma amostra em branco para fins de controle de qualidade analítica. Após a obtenção dos extratos, foram quantificados os teores de Fe e Zn em espectrofotômetro de absorção atômica (AAS) com chama de ar-acetileno. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e teste de média (Skott-Knott a 5% de probabilidade de erro), através do programa SISVAR 5.3 (Ferreira, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O padrão NIST Tomato Leaves apresenta valor certificado de $368 \pm 7 \text{ mg kg}^{-1}$ para Fe e $30,9 \pm 0,7 \text{ mg kg}^{-1}$ para Zn. Foram encontrados valores médios de 361 mg kg^{-1} para Fe e 27 mg kg^{-1} para Zn, indicando recuperação de 98% e 88%, respectivamente. Em virtude da recuperação obtida nas amostras certificadas, os resultados se tornam confiáveis e revelam a boa qualidade dos dados analíticos obtidos.

Os valores obtidos para atributos químicos do solo são apresentados na Tabela 1. Observa-se que, pelo método de Mehlich-1, o teor de Zn variou de 0,6 a $1,0 \text{ mg kg}^{-1}$, enquanto o teor de Fe variou de 29,2 a $38,8 \text{ mg kg}^{-1}$. Pelo método 3051A, o teor de Zn no solo variou de 9,3 a $12,6 \text{ mg kg}^{-1}$ e o teor de Fe variou de 101 a 143 mg kg^{-1} . Observa-se que este método extraiu maior teor tanto para Zn quanto para Fe, pois o mesmo é capaz de extrair o teor semi total do elemento no solo, enquanto o método Mehlich-1 extrai apenas o teor disponível.

Nas folhas, o teor de Fe variou de 278 a 380 mg kg^{-1} , sendo que os clones 26/8, 279/8, 446/8 e 450/8 apresentaram os menores teores (figura 1). Modesti et al. (2007) encontraram média de 98 mg kg^{-1} de Fe em folhas de mandioca, enquanto Chavez et al. (2000) encontraram valor médio de 94 mg kg^{-1} . Wobeto et al. (2006) observaram diferenças no teor de Fe em folhas de cultivares de mandioca.

Com relação ao teor de Zn, os valores variaram de 40 a 97 mg kg^{-1} , sendo os clones 83/8 e 247/8 aqueles de maior teor (figura 2). Outros estudos encontraram média 93 mg kg^{-1} (Modesti et al., 2007) e 52 mg kg^{-1} (Chavez et al., 2000). O teor de Zn nas folhas de mandioca variou de 43 a 52 mg kg^{-1} no estudo realizado por Wobeto et al. (2006).

CONCLUSÕES

Houve diferenças no teor de Fe entre os clones, sendo que os clones 26/8, 279/8, 446/8 e 450/8 apresentaram um teor médio inferior aos demais. Os clones 83/8 e 247/8 apresentaram os maiores teores de Zn.

AGRADECIMENTOS

FAPEMIG, CAPES, CNPq e Embrapa Cerrados.

REFERÊNCIAS

- ALVES, L. S. et al. Determinação de ferro, cobre, zinco e manganês em folhas de mandioca (*Manihot esculenta*). In: 30^a REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, Águas de Lindóia, 2007.
- CHAVEZ, A. L. et al. Iron, carotene, and ascorbic acid in cassava roots and leaves. *Food and Nutrition Bulletin*, vol. 21, no., 2000.
- FERREIRA, D. F. Sisvar software: versão 5.3. Lavras: UFLA-DEX, 2010. Software.
- GÓMES-GALERA, S. et al. Critical evaluation of strategies for mineral fortification of staple food crops. *Transgenic Research*, v. 19, p. 165-180, 2010.
- MODESTI, C.F. et al. Caracterização de concentrado protéico de folhas de mandioca obtido por precipitação com calor e ácido. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 27(3): 464-469, jul.-set. 2007.
- MORAES, M.F. Relação entre nutrição de plantas, qualidade de produtos agrícolas e saúde humana. *Informações Agronômicas*. Piracicaba, Potafos, n.º.123, p.21-23, 2008. (Encarte Técnico).
- SENA, M. R. Estabilidade de variedades de milho quanto aos teores de minerais nos grãos. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2010. 74 p. (Tese Doutorado).
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Method 3051A: Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils and oils. In: SW-846: test methods for evaluating solid waste, physical/chemical methods. Washington: Environmental Protection Agency, p. 1-20, 1998.
- WELCH, R.M.; GRAHAM, R.D. Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 55, n.º 396, 353-364, 2004.
- WHITE, P.J.; BROADLEY, M. R. Biofortifying crops with essential mineral elements. *Oxford, Trends in Plant Science*, v. 10, n.12, p.586-593, 2005.



WOBETO, C. et al. Nutrients in the cassava (*Manihot esculenta* Crantz) leaf meal at three ages of the plant. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 26(4): 865-869, out.-dez. 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. The World Health Report 2002. Reducing risks, promoting healthy life. Geneva, Switzerland: World Health Organization, p.1–230, 2002.

Tabela 1. Atributos químicos do solo da área experimental

Solo	pH _{H2O} ¹	P ²	K ²	Ca ³	Mg ³	Al ³	H+Al ⁴	MO ⁵	Fe ²	Zn ²	Cu ²	Mn ²
		---mg dm ⁻³ ---		----- cmol _c dm ⁻³ -----				dag kg ⁻¹	----- mg dm ⁻³ -----			
26/8	5,5	3,7	36,0	2,7	1,0	0,3	4,1	2,9	30,2	0,6	0,6	3,3
83/8	5,5	4,4	59,1	2,9	1,1	0,3	3,9	2,7	42,4	0,7	0,6	4,1
90/8	5,5	5,3	54,7	3,1	1,2	0,2	3,9	2,9	37,6	0,7	0,6	4,5
91/8	5,4	7,0	48,0	3,1	1,1	0,2	3,9	3,1	35,1	0,7	0,6	4,1
94/8	5,6	3,8	57,3	3,1	1,3	0,2	3,5	3,0	35,0	0,8	0,6	4,8
215/8	5,5	7,0	38,7	2,9	1,2	0,2	3,8	2,9	36,7	0,8	0,6	4,4
246/8	5,6	5,8	68,0	2,8	1,0	0,3	3,8	3,1	33,3	0,7	0,5	3,6
247/8	5,5	7,5	70,0	3,0	1,3	0,2	3,8	3,1	35,0	1,0	0,5	4,4
259/8	5,7	73,7	54,7	3,1	1,2	0,2	3,8	2,9	33,1	0,7	0,6	3,8
272/8	5,7	4,5	45,3	3,2	1,2	0,2	3,5	3,1	35,4	0,6	0,5	4,3
273/8	5,7	5,8	54,7	3,1	1,2	0,2	3,6	2,9	28,9	0,6	0,6	4,2
279/8	5,6	5,3	44,0	3,1	1,0	0,2	3,8	2,7	33,3	0,8	0,6	3,4
446/8	5,7	3,7	45,3	3,3	1,4	0,2	3,5	3,0	38,8	0,9	0,5	5,0
450/8	5,6	8,4	70,0	3,1	1,2	0,1	3,8	2,9	30,6	0,8	0,5	3,4
464/8	5,5	4,9	56,7	3,1	1,2	0,2	3,6	2,7	30,4	1,0	0,5	4,2
497/8	5,6	5,2	49,3	3,1	1,0	0,2	3,8	2,9	36,3	0,6	0,5	4,1
753	5,5	5,5	40,0	3,0	1,1	0,3	3,9	2,9	29,2	0,6	0,6	3,4

¹ Relação 1:2,5 ; ² Extrator Mehlich-1; ³ Extrator KCl 1 mol L⁻¹; ⁴ SMP; ⁵ Oxidação Na₂Cr₂O₇ (4N) + H₂SO₄ (10N)

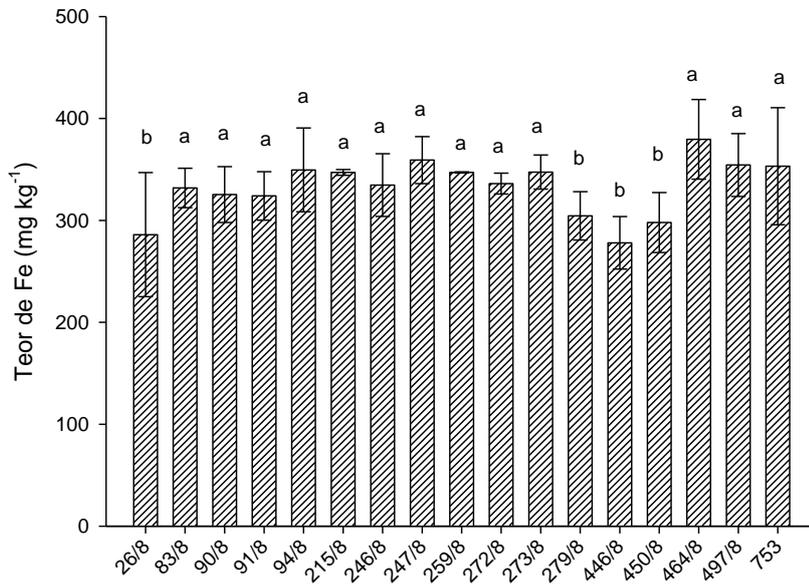


Figura 1 – Teor de Fe em folhas de clones de mandioca de mesa com coloração da polpa da raiz amarela.

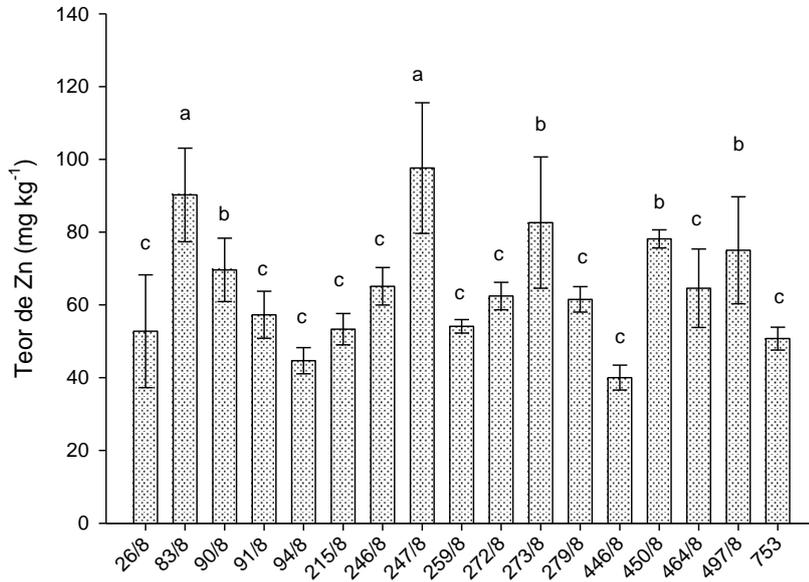


Figura 2 – Teor de Zn em folhas de clones de mandioca de mesa com coloração da polpa da raiz amarela.