

ASPECTOS BIOQUÍMICOS E AGRONÔMICOS NO COZIMENTO DE MANDIOCAS. III. UM ESTUDO DE CASO NA REGIÃO DE CAMPINAS

Cássia Regina Limonta CARVALHO¹, Teresa Losada VALLE¹, Marcelo Antônio MORGANO², Heitor CANTARELLA¹, José Carlos FELTRAN¹, Eliana Francischinelli PERINA³

RESUMO

Investigações sobre os fenômenos que atuam no cozimento das raízes de mandioca de mesa são de importância comercial, pois tais fatores restringem a comercialização do produto e, por consequência, a rentabilidade do produtor. Um estudo de caso foi realizado na região de Campinas, em que dois produtores cultivaram a variedade IAC 576-70 em áreas próximas, mas com diferentes manejos de cultivo. Amostras de solo e de raízes foram coletadas para avaliação dos nutrientes dos solos, do tempo de cozimento, dos elementos minerais e do teor de ácido fítico das raízes. Verificou-se que as raízes de mau cozimento apresentaram elevados teores de Mg e menores teores de K e de fósforo fítico ao serem cultivadas em solo submetido à calagem e adubação mineral tradicional. Entretanto, as raízes de bom cozimento, coletadas em solo remanescente da produção de hortaliças, mostraram maiores teores de K, P e ácido fítico. Há indicativos que para a facilidade de cozimento das raízes de mandioca de mesa o solo deve ter altas concentrações de fósforo e potássio. No entanto, é necessário estabelecer se é possível melhorar o cozimento com alteração na adubação.

PALAVRAS-CHAVE: mandioca de mesa, nutrição de solos, elementos minerais, tempo de cocção.

SUMMARY

Investigations on the phenomena that affect the cooking of cassava roots are commercially important, since such factors limit product commercialization and consequently the farmer's profits. In a case study performed in the region of Campinas, two farmers cultivated the variety IAC 576-70 in adjacent areas that had different cultivation handling. Soil and roots samples were collected for evaluation of soil nutrients as well as the cooking time and minerals and roots fhytic acid content. It was shown that roots poorly cooked had high levels of Mg and lower levels of K and fhytic phosphorus when cultivated in soil that underwent traditional mineral fertilization and liming. However, well-cooked roots that were collected from soil remaining from the potherb cultivation had higher levels of K, P and fhytic acid. There are indications that for facility of cooking the cassava roots the soil has to have high concentrations of phosphorus and

¹ Pesquisadores Científicos, APTA/Instituto Agrônômico - Av. Barão de Itapura, 1481, CP 28, 13012-970, Campinas, SP. climonta@iac.sp.gov.br; teresalv@iac.sp.gov.br; cantarella@iac.sp.gov.br; feltran@iac.sp.gov.br.

² Pesquisador Científico, APTA/Instituto de Tecnologia de Alimentos - Av. Brasil, 2880, CP 139, 13070-178, Campinas, SP. morgano@ital.sp.gov.br

³ Aluna de doutorado do curso de Agricultura Tropical e Subtropical do Instituto Agrônômico, Campinas, SP. Av. Barão de Itapura, 1481, CP 28, 13012-970, Campinas, SP. efperina@yahoo.com.br

potassium. Nevertheless, it is necessary to establish whether is possible improve the cooking with change in fertilization.

KEYWORDS: cassava, soil nutrition, mineral elements, cooking time.

INTRODUÇÃO

Informações acerca da qualidade de cocção de raízes de mandioca de mesa foram recebidas pelo Instituto Agrônomo, com a descrição de que dois produtores cultivaram a variedade IAC 576-70 em uma propriedade rural do município de Campinas, SP, em áreas muito próximas, separadas apenas por uma via rural, mas com diferentes manejos, com o cozimento das raízes ocorrendo somente naquelas oriundas de uma das áreas de plantio. Em visita ao local constatou-se que um dos produtores faz rotação da área de plantio, cultivando a variedade em solo remanescente da produção de hortaliças, neste caso, mantido em pousio por quatro anos, enquanto que a produção do segundo agricultor é feita de modo sequencial, com o solo submetido à calagem e adubação mineral quando necessário. O solo da área do segundo produtor mostrou características indicativas de excessiva utilização, portanto, de má qualidade nutricional.

Investigações recentes têm sugerido que o cozimento das raízes de mandioca é influenciado pela composição da parede celular do vegetal, indicando que a desagregação dos tecidos e seu amaciamento se dão pela separação celular, induzida pelo calor (Favaro, 2003; Carvalho et al., 2007a). Favaro (2003) relata que a permanência da estrutura celular de variedades estudadas de mau cozimento, parece estar relacionada à quantidade e disponibilidade de cátions divalentes ligados a polímeros pécticos da parede celular, os quais determinariam a adesão celular e conseqüente resistência ao amaciamento. Carvalho et al. (2007a,b) igualmente observaram que os elementos minerais têm correlação com o tempo de cocção das raízes de mandioca. Esses autores verificaram que o cozimento de variedades de diferentes locais deu-se em função da concentração dos elementos minerais encontrados nas raízes, que por sua vez foram influenciados pelos nutrientes do solo onde as variedades foram cultivadas (Carvalho, 2007b).

Diante do exposto e uma vez que ambos os produtores plantaram a variedade IAC 576-70 na mesma época, não compreendendo aqui a influência da idade das plantas, procurou-se com este singular estudo de caso investigar e reforçar os fenômenos envolvidos no processo de cozimento das raízes de mandioca.

MATERIAL E MÉTODOS

Em cada um dos locais de cultivo dos produtores, de modo aleatório, foram realizadas três coletas de raízes de mandioca, compondo cada coleta de três a quatro plantas e destas foram selecionadas de 3 a 4 raízes de tamanhos uniformes. Em ambos os locais, o plantio da variedade foi realizado em novembro/2007 e as raízes colhidas em agosto/2008, portanto, com 9 meses após o plantio. Com a finalidade de avaliar a fertilidade da terra, três amostragens de solo foram realizadas nas linhas próximas às plantas coletadas na profundidade de 0 a 20 cm, cujos nutrientes foram analisados aplicando-se os métodos propostos por Raij e Quaggio (1983). As amostras de solo foram identificadas como: solo remanescente de produção de hortaliças e em pousio por quatro anos (Solo 1) e solo submetido à calagem e adubação mineral convencional (Solo 2).

Toletes centrais, de 20 cm, foram retirados das raízes selecionadas e uma parte deles foi utilizada para a determinação do tempo de cocção, cozendo-os em béqueres com água deionizada de acordo com método descrito por Lorenzi (2004). A outra parte dos toletes foi usada para avaliação do teor de matéria seca das raízes, que depois de fatiados, foram secos em estufa ventilada a 40°C. O mesmo procedimento de secagem foi aplicado às raízes cozidas. Após a secagem, as raízes *in-natura* como as cozidas foram pulverizadas e submetidas à avaliação dos elementos minerais (K, Ca, Mg, P, Na, Cu, Fe, Mn e Zn) usando a técnica de espectrometria de emissão óptica em plasma de argônio com acoplamento indutivo, em um ICP OES da BAIRD, modelo ICP 2000 (Massachusetts, USA) (Horwitz, 2005). Igualmente, nestas raízes *in-naturas* e cozidas dessecadas foram determinados os teores de ácido fítico (fósforo fítico), expressos como fitatos (Latta e Eskin, 1980).

Os cálculos estatísticos de significância entre as médias dos componentes analisados foram executados pelo programa GENES (Cruz, 1997) e para a avaliação simultânea das variáveis determinadas empregou-se a técnica de Análise de Componentes Principais (ACP), usando software Pirouette 3.11 (Infometrix, 1990-2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação do tempo de cozimento é uma das propriedades primárias que compõem a qualidade culinária de uma variedade de mandioca e determinante para a sua aceitação pelos consumidores e produtores. Desse modo, a Tabela 1 demonstra os resultados das avaliações realizadas nas raízes de mandioca da IAC 576-70 coletadas nas duas áreas de cultivo. As raízes oriundas do solo submetido à calagem e adubação mineral convencional (Solo 2), mesmo mantidas em aquecimento por um período acima de 50 minutos, não cozeram, enquanto que as raízes do solo remanescente de produção de

hortaliças e em pousio por quatro anos (Solo 1) obtiveram satisfatórios tempos de cocção, entretanto, em aspecto não significativo, obtiveram inferiores teores de matéria seca.

Tabela 1. Teores médios de matéria seca e tempos médios de cocção de 4 a 5 raízes da variedade de mandioca IAC 576-70 cultivada em área rural de Campinas/SP, em solo remanescente de produção de hortaliças e em pousio por quatro anos (Solo 1) e em solo submetido à calagem e adubação mineral convencional (Solo 2). Campinas, 2008.

Amostragem	Matéria seca (%)	Tempo de Cocção (min.)
Solo 1 – Am 1	35,9	34,0
Solo 1 – Am 2	36,4	36,0
Solo 1 – Am 3	38,0	29,0
Média	36,8 a*	33,0 a
Solo 2 – Am 1	41,5	> 50,0
Solo 2 – Am 2	41,9	> 50,0
Solo 2 – Am 3	40,3	> 50,0
Média	41,2 a	50,0 b

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey.

A Tabela 2 expõe a composição média dos nutrientes dos solos das duas áreas de plantio. Ao examinar simultaneamente os resultados, nota-se que o solo 1 apresentou significativamente maiores concentrações de K, Ca, Mg, S.B., CTC, P, Cu, Fe, Mn e Zn, com a concentração de P disponível sendo quinze vezes maior do que a do solo 2, apesar dos índices de MO dos solos serem semelhantes.

Tabela 2. Valores médios das propriedades físicas e químicas das três amostragens de solo coletadas na camada de 0 a 20 cm, em cada local de cultivo. Campinas, 2008.

Área de cultivo	MO	pH	K	Ca	Mg	Al+H	S.B.	CTC	V	P ¹	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g/dm ³	CaCl ₂	-----mmolc/dm ³ -----						%	-----mg/dm ³ -----					
Solo 1	41 a ²	5,5a	5,4a	90a	18a	29 a	113 a	142 a	80a	600a	0,7a	10 a	20a	38a	9,3a
Solo 2	34 a	5,0a	0,9b	28b	8b	37 a	37 b	75 b	49a	38b	0,3a	5 b	10	27b	1,5b

¹ Fósforo resina; ²Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey.

Na Tabela 3 encontram-se os teores médios dos minerais e de ácido fítico das raízes *in-natura* e cozidas da variedade cultivada sob os diferentes manejos, sendo os minerais representados na Figura 1 após tratamento matemático por meio da técnica de ACP. Nessa figura, o agrupamento e discriminação das amostras dos solos 1 e 2, e mesmo entre as amostras *in-natura* e cozidas, foram proporcionados principalmente pelas concentrações dos elementos K, Mg e P e, em menor grandeza, pelo Ca e Mn, conforme valores demonstrados na Tabela 3. Ao comparar os teores de minerais das raízes com a fertilidade dos solos (Tabela 2) verificou-se que as raízes do solo 1 apresentaram concentrações dos macronutrientes em conformidade com os valores dos macronutrientes do solo onde foram cultivadas, ou seja, maiores teores de K, Ca e P, com exceção do teor de Mg, cujas concentrações foram maiores nas raízes do solo 2. Esta última observação pode ser explicada pelo baixo teor de K e maiores teores de Ca e Mg no solo 2, uma vez que o K por ser um íon monovalente, ao competir com elevadas concentrações de cátions divalentes como Ca e Mg, sofre inibição competitiva com desvantagem pelo mesmo sítio de

absorção na planta. Assim, as raízes do solo 2 também demonstraram baixos teores de potássio. As relações de Ca/Mg, Ca/K e Mg/K para os solos 1 e 2 foram respectivamente iguais a 5,0 e 3,5; 16,7 e 31,1 e 3,3 e 8,9.

Em relação ao tempo de cozimento, além da ocorrência das raízes que não cozeram evidenciarem em suas raízes maiores teores de Mg, os teores de ácido fítico, expressos como fitatos, foram menores nessas raízes quando comparados aos teores das raízes do solo 1, com cozimento satisfatório (Tabela 3). Ainda pelos dados da Tabela 3, observou-se que com o cozimento das raízes houve diminuição dos fitatos, sendo esta informação confirmada pela literatura científica.

Tabela 3. Teores médios¹ dos elementos minerais e de fitatos determinados nas raízes secas de mandioca *in-natura* e cozida da variedade IAC 576-70 de ambos os locais de cultivo. Campinas, 2008.

Área de cultivo	K	Ca	Mg	P	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	Fitatos
----- mg/100g -----										
Solo 1										
Raízes <i>in-natura</i>	1408,1aA ²	49,0 aA	52,9 aA	116,5 aA	8,8 aA	0,3 aA	0,8 aA	0,06 aA	0,8 aA	73,2 aA
Raízes cozidas	1079,8 bC	48,2 aC	48,7 aC	123,8 aC	8,4 aC	0,2 aC	0,7 aC	0,06 aC	0,8 aC	31,1 bC
Solo 2										
Raízes <i>in-natura</i>	470,6 cB	40,5 cB	120,1cB	63,1 cB	5,7 cA	0,3 cA	0,8 cA	0,04 cB	0,7 cA	30,2 cB
Raízes cozidas	334,0 dD	42,7 cC	116,1cD	59,5 cD	6,2 cC	0,3 cC	0,6 cC	0,04 cC	0,6 cC	<5 dD

¹ Valores médios de três coletas com duas repetições analíticas (n=6); ² Médias seguidas por diferentes letras minúsculas ou maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Letras **a** e **b** - usadas na comparação das amostras *in-natura* x cozida do solo 1; letras **c** e **d** - usadas na comparação das amostras *in-natura* x cozidas do solo 2; letras **A** e **B** - usadas na comparação entre as amostras *in-natura* (solo 1 x solo 2) e letras **C** e **D** - usadas na comparação entre as amostras cozidas (solo 1 x solo 2).

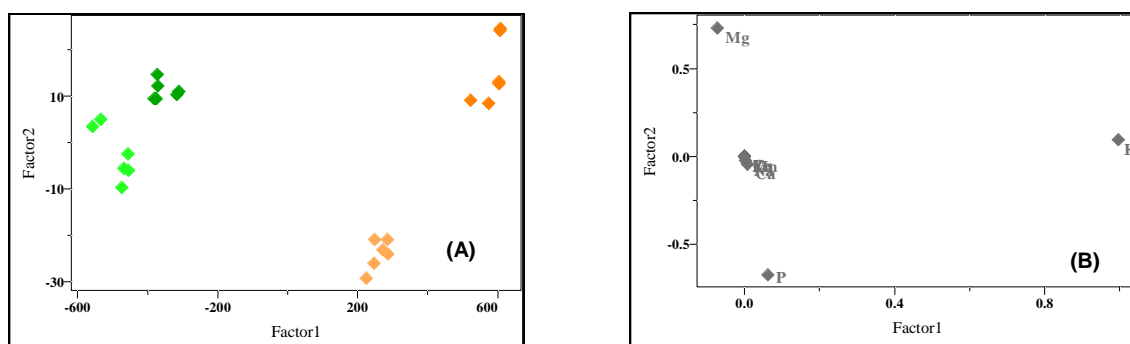


FIGURA 1. Avaliação simultânea dos teores de minerais das raízes de mandioca da cultivar 576-70 por ACP: (A) Distribuição gráfica das amostras de três coletas após aplicação da ACP - Laranja: raízes coletadas do solo 1 (laranja claro – raízes cozidas; laranja escuro – raízes *in-natura*); Verde: raízes coletadas no solo 2 (verde claro – raízes cozidas; verde escuro – raízes *in-natura*) (B) gráfico de pesos – influência dos teores de minerais sobre a distribuição gráfica das amostras. Pré-processamento: dados centrados na média. Ca, Mn e demais nutrientes – variáveis sobrepostas no gráfico de pesos (B).

Em termos biológicos, o ácido fítico em sementes tem sido visto como um composto de reserva de fósforo e minerais, já que forma sais de magnésio, cálcio, sódio e potássio, denominados como fitatos. Entretanto, os fitatos estocados são hidrolisados pela enzima fitase durante a germinação para fornecer

fósforo inorgânico e *mio*-inositol para o crescimento das mudas das plantas. O *mio*-inositol é um precursor de várias rotas metabólicas das plantas, em que os compostos formados têm como ações não somente a estocagem de fósforo, mas também participam na proteção/ajustamento ao *stress*, na forma de estocagem vegetativa de carboidratos e, dentre outras, na biosíntese das paredes celulares (Hegeman et al, 2001). Kon e Sanshuck (1981) ao estudarem a qualidade de feijões cozidos, encontraram uma correlação inversa entre tempo de cozimento e teor de ácido fítico em feijões, ou seja, maior tempo de cozimento e menor teor de fitatos. Desse modo, a presença dos fitatos em concentrações diferenciadas nas raízes de mandioca de ambos os solos, oriundos em parte da nutrição do solo, pode explicar alguns dos fenômenos envolvidos no cozimento de vegetais, já que tais compostos atuam como reguladores de funções celulares.

CONCLUSÕES

Este estudo de caso confirmou que a fertilidade do solo exerce influência sobre a quantidade dos elementos minerais das raízes de mandioca. As raízes de mau cozimento, solo 2, apresentaram elevados teores de Mg e menores teores de K e de fósforo fítico. Em contrapartida, as do solo 1, de bom cozimento apontaram maiores teores de K, P e ácido fítico. Há indicativos que para facilidade de cozimento das raízes de mandioca de mesa o solo deve ter altas concentrações de fósforo e potássio. No entanto, é necessário estabelecer se é possível melhorar o cozimento com alteração na adubação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Eng. Agr. Ulisses Reis da Costa da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI – Regional Agrícola de Campinas, SP) pelo auxílio e informações prestadas a execução do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, C.R.L.; VALLE, T.L.; MANTOVANI, D.M.B.; FOLTRAN, D.E.; BERTTI, F.; OTAVIANO, J.S. Aspectos bioquímicos e agrônômicos no cozimento de mandiocas. I. Fatores genéticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 12, 2007, Paranavaí. **Anais**. Paranavaí: SBM/IAPAR, 2007a. CD-ROM
- CARVALHO, C.R.L.; FELTRAN, J.C.; MORGANO, M.A.; VALLE, T.L.; BERTTI, F.; MEZETTE, T.F.; GALERA, J.M.S.V. Aspectos bioquímicos e agrônômicos no cozimento de mandiocas. II. Fertilidade de solos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 12, 2007, Paranavaí. **Anais**. Paranavaí: SBM/IAPAR, 2007b. CD-ROM
- CRUZ, C. D. **Programa GENES - aplicativo computacional em genética e estatística**. Universidade Federal de Viçosa, 1997, 442p.
- FAVARO, S.P. **Composição química e estrutura de paredes celulares de variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) com tempos de cocção diferentes**. 2003. 132f. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR.
- HEGEMAN, C.E.; GOOD, L.L.; GRABAU, E.A. Expression of D-myo-Inositol-3-phosphate synthase in soybean. Implications for phytic acid biosynthesis. **Plant Physiology**, v. 125, p. 1941-1948, 2001.
- HORWITZ, W. (ed). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18ª ed. Gaithersburg, Maryland: **AOAC**, cap. 50, p. 15-18, 2005.
- KON, S., SANSBUCK, D.W. Phytate content and its effect on cooking quality of beans. **Journal of Food Processing and Preservation**, Connecticut, v.5, n.3, p.169-178, 1981.
- LATTA, M.; ESKIN, M. A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 28, p.1313–1315, 1980.
- LORENZI, J. O. Variação na qualidade culinária das raízes de mandioca. **Bragantia**, Campinas, v.53, n.2, p. 237-245, 1994.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81).