

# ASPECTOS BIOQUÍMICOS E AGRONÔMICOS NO COZIMENTO DE MANDIOCAS.

## I. FATORES GENÉTICOS

**Cássia Regina Limonta Carvalho<sup>1</sup>; Teresa Losada Valle<sup>1</sup>; Dilza Maria Bassi Mantovani<sup>2</sup>; Dulcinéia Elizabete Foltran<sup>3</sup>; Fernando Bertti<sup>4</sup>; Jefferson Santana Otaviano<sup>4</sup>**

1. Pesquisadoras Científicas, APTA/Instituto Agronômico, Caixa Postal 28, 13012-970, Campinas, SP, climonta@iac.sp.gov.br, teresalv@iac.sp.gov.br; 2. Pesquisadora Científica, APTA/Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, SP; 3. Pesquisadora Científica, APTA Regional Centro Sul – Tietê, SP; 4. Alunos de iniciação científica, Ciências Biológicas, PUCCAMP, Campinas, SP, bolsistas CNPq e FUNDAG.

**PALAVRAS CHAVE:** mandioca de mesa, cozimento, composição química, elementos minerais.

### INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é amplamente cultivada em nosso país, apresentando uma grande importância econômica e social. Variedades apropriadas para consumo devem apresentar boas características culinárias e sensoriais associado a um tempo curto de cozimento. Às vezes, as raízes não cozinham adequadamente, ficando rígidas. Segundo Eggleston e Asiedu (1994), variedades de mandioca podem ser classificadas em dois tipos principais de textura: farinácea ou farinhosa, em que as raízes desagregam facilmente após o cozimento e, cerosa ou vítrea, quando os tecidos cozidos permanecem firmes e coesivos, não sendo facilmente esmagados. A lamela média de plantas dicotiledôneas consiste basicamente de pectinas com diferentes graus de metilação. É assumido pela literatura científica que cálcio impede a separação celular durante a cocção de vegetais pela formação de um rígido gel com pectina na lamela média (Safo-Kantanka e Owusu-Nipah, 1992; Eggleston e Asiedu, 1994). Sabe-se também que muitos fatores afetam o cozimento das raízes de mandioca, e um dos principais é o controle genético inerente dos genótipos. Neste sentido, mandiocas classificadas como farinhosa e vítrea foram avaliadas com o objetivo de se ter uma melhor compreensão dos mecanismos que afetam a qualidade de cocção das raízes.

### MATERIAL E MÉTODOS

Dois genótipos de mandioca, IAC 14 e SRT 1326, foram cultivados na safra de 1999/2000 no Pólo Regional do Centro Sul, Tietê, SP, em solo litólico eutrófico argiloso, em que sabidamente variedades de mandioca demonstram bom cozimento. As plantas foram cultivadas lado a lado e colhidas com 12 meses após o plantio. A IAC 14 é uma variedade desenvolvida para fins industriais e a SRT 1326 é uma variedade cultivada na região amazônica pertencente ao grupo das Mandiocabas. Embora, os dois genótipos não sejam específicos para uso culinário, foram utilizados neste trabalho como modelos devido às suas características previamente conhecidas em relação à qualidade de cocção.

Após a colheita, raízes de cada clone foram lavadas, secas em temperatura ambiente, descascadas e de cada raiz tomou-se 15 cm da parte central. Os toletes foram cortados ao meio, selecionando-se uma das partes para cozimento em água desmineralizada por 30

minutos. Em seguida, as outras partes das raízes *in-natura*, como as cozidas, foram homogeneizadas e armazenadas em frascos de vidros e em freezer a  $-18^{\circ}\text{C}$ , para posterior avaliação quanto aos elementos minerais e às composições químicas das raízes.

Os teores de umidade, matéria seca, resíduo mineral fixo, lipídeos, proteína bruta, açúcares redutores e amido foram determinados de acordo com métodos descritos em Carvalho *et al.* (1990). A dosagem dos sólidos solúveis totais, correspondente aos teores de açúcares totais, foi realizada tomando cerca de 10g de amostra em balão volumétrico de 100mL, com adição de 70mL de água destilada a  $60^{\circ}\text{C}$ . A solução, após repouso por 3 horas, foi filtrada em béqueres de massa conhecida. Os sólidos extraídos foram quantificados gravimetricamente após secagem em estufa ventilada a  $50^{\circ}\text{C}$ . Os conteúdos de parede celular foram avaliados como fibra alimentar total (FT), os teores de pectina como fibra solúvel (FS) e celulose e hemicelulose como fibra insolúvel (FI), aplicando-se o método enzimático proposto por LEE *et al.* (1992).

A avaliação dos componentes minerais das raízes cozidas e integrais de cada genótipo foi determinada de acordo com procedimento descrito pela AOAC (Horwitz, 2005), por espectrometria de emissão óptica em plasma de argônio com acoplamento indutivo e em equipamento ICP 2000 (Massachusetts, USA).

Os cálculos estatísticos de significância entre as médias dos componentes analisados foram realizados aplicando-se teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da composição química dos dois genótipos de mandioca, expressos em base úmida e convertidos em termos de base seca, encontram-se na Tabela 1. Todas as substâncias que compõem os clones foram significativamente diferentes entre si. A diferença marcante entre os genótipos foi considerável em relação aos teores de umidade, com a SRT 1326 mostrando elevado teor, ao redor de 90% e, portanto, baixos teores de matéria seca, sendo três vezes menores do que o da IAC 14. Os componentes químicos na SRT 1326, em base seca, estão bem distribuídos, com proporções próximas de sólidos solúveis totais (açúcares totais) e amido, enquanto que na IAC 14 predominou o conteúdo de amido. A SRT 1326 também apresentou elevados teores de proteína bruta, açúcares redutores e fibras.

Ambos os genótipos, após cozimento por 30 minutos, demonstraram aparência e textura como descrito por Eggleston e Asiedu (1994). A IAC 14 com boa cocção e farinhosa e a SRT 1326 com aspecto vítreo e textura rígida.

A Tabela 2 traz a composição média dos minerais, expressa em base seca, das raízes *in-natura* e cozidas dos genótipos. Ao analisar a variedade IAC 14 comparando os teores de minerais das amostras *in-natura* com a cozida (letras **a** e **b**), observa-se que houve diferença significativa para a maioria dos elementos avaliados, com exceção do Zn e Fe, cujos teores foram semelhantes em ambas amostras. Percebe-se também que os minerais estão em maiores concentrações na amostra *in-natura* do que na amostra cozida. Portanto, pode-se afirmar que houve desestruturação celular com perda de minerais durante o processo de cocção.

**Tabela 1.** Composição química média e desvio padrão de raízes de mandioca com 12 meses, variedades IAC 14 e SRT 1326, cultivadas no mesmo solo, em Tietê, SP, safra 1999/2000.

Determinações <sup>1</sup>	IAC 14		SRT 1326		
	<i>In-natura</i>	Base seca	<i>In-natura</i>	Base seca	
	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$	
Umidade (%)	62,24 ± 0,20	-	87,68 ± 0,13	-	
Matéria seca (%)	37,76 ± 0,20	-	12,32 ± 0,13	-	
Resíduo mineral fixo (%)	1,52 ± 0,09	4,04 ± 0,27	0,36 ± 0,04	2,89 ± 0,35	B <sup>5</sup>
Lipídeos (%)	0,08 ± 0,00	0,20 ± 0,00	0,06 ± 0,01	0,49 ± 0,06	B
Proteína bruta <sup>2</sup> (%)	0,40 ± 0,02	1,06 ± 0,05	0,96 ± 0,03	7,82 ± 0,22	B
Açúcares redutores <sup>3</sup> (%)	0,62 ± 0,01	1,64 ± 0,02	3,32 ± 0,07	26,95 ± 0,31	B
Sólidos solúveis totais <sup>4</sup> (%)	2,38 ± 0,01	6,30 ± 0,05	4,62 ± 0,36	37,56 ± 0,35	B
Amido (%)	31,46 ± 0,43	83,34 ± 0,69	4,44 ± 0,06	36,04 ± 0,01	B
Fibra solúvel (%)	1,09 ± 0,07	2,88 ± 0,18	0,93 ± 0,01	7,56 ± 0,07	B
Fibra insolúvel (%)	0,83 ± 0,06	2,19 ± 0,15	0,94 ± 0,07	7,64 ± 0,58	B
Fibra Total (%)	1,91 ± 0,13	5,05 ± 0,33	1,87 ± 0,08	15,17 ± 0,65	B

<sup>1</sup> Valores médios de três repetições analíticas; <sup>2</sup> %N x 6,25; <sup>3</sup> Expressos em glicose; <sup>4</sup> Correspondente a todos os açúcares solúveis em água; <sup>5</sup> Médias seguidas por diferentes letras nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Ao comparar os teores de umidade e matéria seca das amostras *in-natura* e cozida da IAC 14, nota-se que após o cozimento o genótipo absorveu água, pois apresentou maior teor de umidade (71,26%). Assim, os teores de umidade e matéria seca foram distintos para cada amostra. O mesmo não ocorreu com a SRT 1326, que demonstrou os mesmos conteúdos de umidade e matéria seca para as amostras no estado integral e cozida (letra **c**), revelando que a impermeabilidade da parede celular impediu a penetração da água nas células. Quanto aos minerais da SRT 1326, 50% deles apresentaram diferenças significativas (letras **c** e **d**) para a amostra cozida, em geral, sempre em concentrações mais elevadas do que na amostra *in-natura*, e os outros 50% obtiveram as mesmas concentrações antes e após o cozimento, sugerindo que não houve perda dos elementos para esse clone durante a cocção.

Comparando a composição mineral entre os genótipos IAC 14 x SRT 1326 no estado integral (Tabela 2), verifica-se por meio dos testes estatísticos (letras **A** e **B**) que os clones possuem uma composição mineralógica endógena discriminante induzida pelo componente genético, uma vez que foram cultivados no mesmo solo. A SRT 1326 demonstrou concentrações mais elevadas de Ca (~ 3 vezes), Na (~5 vezes), Mn e Cu (~2 vezes) em relação a IAC 14. Entretanto, as relações P/Ca e P/(Ca+Mg) da IAC 14, com boa cocção, foram maiores (2,7 e 1,2; respectivamente) quando comparadas às mesmas relações da SRT 1326 (0,85 e 0,6; respectivamente). As mesmas características foram encontradas ao comparar os genótipos quando cozidos (letras **C** e **D**).

Era de se esperar que a SRT 1326, por ter elevado teor de água em sua composição, tenha uma estrutura celular mais rígida e, portanto, diferenciada. Embora os genótipos tenham mostrado a mesma proporção de fibra solúvel/insolúvel (1:1) em base seca, a

SRT 1326 obteve aproximadamente 3 vezes mais parede celular (fibra total e suas frações) do que a IAC 14.

**Tabela 2.** Composição média e desvio padrão, em base seca, dos elementos minerais das raízes de mandioca (*in-natura* e cozida), variedades IAC 14 e SRT 1326, cultivadas no mesmo solo, em Tietê, SP, safra 1999/2000.

Determinações <sup>1</sup>	IAC 14		SRT 1326	
	<i>In-natura</i>	Cozida	<i>In-natura</i>	Cozida
	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$
Umidade (%)	62,24 ± 0,20 a <sup>2</sup>	71,26 ± 0,18 b	87,68 ± 0,13 c	87,75 ± 0,38 c
Matéria seca (%)	37,76 ± 0,20 a	28,74 ± 0,18 b	12,32 ± 0,13 c	12,25 ± 0,38 c
Potássio (mg/Kg)	12183 ± 196 aA <sup>2</sup>	7255 ± 31 bC	11315 ± 195 cB	9698 ± 482 dD
Fósforo (mg/kg)	1645 ± 63 aA	1134 ± 31 bC	1380 ± 49 cB	1396 ± 57 cD
Magnésio (mg/kg)	712 ± 26 aA	459 ± 17 bC	596 ± 11 cB	595 ± 18 cD
Cálcio (mg/kg)	617 ± 8 aA	504 ± 3 bC	1607 ± 57 cB	1706 ± 114 cD
Sódio (mg/kg)	37,96 ± 1,29 aA	42,41 ± 1,60 bC	186,93 ± 13,64 cB	285,47 ± 23,51 dD
Bário (mg/kg)	18,38 ± 0,29 aA	15,62 ± 0,31 bC	21,92 ± 0,65 cB	22,53 ± 1,55 cD
Zinco (mg/kg)	13,14 ± 0,37 aA	12,04 ± 0,66 aC	9,33 ± 0,24 cB	11,43 ± 0,90 dC
Ferro (mg/kg)	6,23 ± 0,42 aA	7,03 ± 0,31 aC	7,47 ± 0,49 cB	10,45 ± 0,41 dD
Manganês (mg/kg)	4,24 ± 0,08 aA	3,51 ± 0,03 bC	9,66 ± 0,16 cB	10,94 ± 0,49 dD
Cobre (mg/kg)	2,60 ± 0,08 aA	1,91 ± 0,03 bC	4,06 ± 0,16 cB	4,33 ± 0,24 cD

<sup>1</sup> Valores médios de três repetições analíticas; <sup>2</sup> 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 da variedade IAC 14 (*in-natura* x cozida); letras **c** e **d** - usadas na comparação das amostras do genótipo SRT 1326 (*in-natura* x cozida); letras **A** e **B** - usadas na comparação entre as amostras *in-natura* (IAC 14 x SRT 1326) e letras **C** e **D** - usadas na comparação entre as amostras cozidas (IAC 14 x SRT 1326).

## CONCLUSÕES

Pelas evidências do alto teor de Ca e da manutenção de umidade e dos elementos minerais no processo de cocção da variedade SRT 1326, pode-se afirmar que não houve ruptura das células durante a cocção das suas raízes. Essas propriedades ocorridas de forma antagônica em ambos os genótipos confirmam que a hipótese de separação celular (desestruturação da lamela média) seja um dos mecanismos que afetam a qualidade de cocção das raízes. A IAC 14, que cozinhou adequadamente, obteve maiores índices de P/Ca e P/(Ca+Mg) em suas raízes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HORWITZ, W. (ed). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18<sup>a</sup> ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC, cap. 50, p. 15-18, 2005.
- CARVALHO, C. R. L, MANTOVANI, D.M.B., CARVALHO, P. R. N., MORAES, R.M.de. **Análises Químicas de Alimentos**. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 1990, 121p. (Manual Técnico).
- EGGLESTON, G.; ASIEDU, R. Effects of boiling on the texture of cassava clones: a comparison of compressive strength, intercellular adhesion and physicochemical composition of the tuberous roots. **Tropical Science**, v.34, p.259-273, 1994.
- LEE, S.C.; PROSKY, L.; DE VRIES, J.W. Determination of Total, Soluble, and Insoluble Dietary Fiber in Foods – Enzymatic – Gravimetric method, MES-TRIS Buffer: Collaborative Study. **J. AOAC International**, v. 75, n. 3, p. 395-416, 1992.
- SAFO-KANTANKA, O.; OWUSU-NIPAH, J. Cassava varietal screening for cooking quality: relationship between dry matter, starch content, mealiness and certain microscopic observations of the raw and cooked tuber. **J. Sci. Food Agric.**, v. 60, p. 99-104, 1992.