

EFEITO DO MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DE MATERIAL SECA NO TEOR DE CARBOIDRATOS, EM RAÍZES DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz)^{1/}

J. B. Sales Filho ^{2/}
F. F. Feitosa Teles ^{3/}
A. J. Silveira ^{4/}
C. M. Batista ^{3/}

1. INTRODUÇÃO

A determinação da matéria seca em material vegetal tem importância na análise de crescimento (9) e, principalmente, no preparo de amostras para análise química (13, 16). Dentre os diversos métodos de determinação, a secagem a 105°C, até peso constante (1, 13), e/ou a 70-80°C, durante 48 horas, são os mais usados (13). No entanto, no preparo de amostras para análises dos carboidratos solúveis, essa determinação é feita a 50-75°C (5, 6, 8, 10, 14, 15) e tem por finalidade básica inativar as enzimas (10) e facilitar o manuseio das amostras (17). Em estudos realizados com mandioca, a determinação da matéria seca é feita à temperatura de 55 a 110°C (3, 4, 11, 12, 17, 18, 19), por tempo variável, dependendo da finalidade, para efetuar a análise química ou para expressar o ganho de matéria seca por área.

Diante dessa amplitude de temperatura e tempo de secagem, fez-se esta pesquisa, objetivando, com isso, divisar o melhor método de determinação de matéria seca nas raízes tuberosas de mandioca, para minimizar as alterações nos seus carboidratos constituintes.

^{1/} Recebido para publicação em 10-02-1982.

^{2/} Estudante do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, a nível de doutorado — UFV, bolsista do CNPq.

^{3/} Departamento de Química da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

^{4/} Departamento de Fitotecnia da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As raízes foram obtidas num campo de produção comercial de mandioca da variedade «Cacau», com 18 meses. Após terem sido arrancadas, as raízes foram lavadas em água corrente e enxugadas com toalhas. De cada raiz foram tiradas fatias (corte transversal) com 1 cm de largura, aproximadamente, da região proximal, mediana e distal (18). As fatias foram seccionadas em cubinhos de aproximadamente 1 cm de aresta, ou menores, e colocadas em bandeja plástica. Após homogeneização, esses cubinhos foram colocados em placas de Petri, de vidro, limpas, secas e taradas. As placas de Petri, aproximadamente com 40g de matéria fresca, foram postas para secar em duas estufas de circulação forçada, do mesmo modelo e marca, com temperaturas reguladas para 75 e 105°C ($\pm 5^\circ$), respectivamente.

A intervalos de 2 horas, após as primeiras 4 horas de secagem, 6 placas de cada estufa, ainda quentes, foram pesadas em balança eletrônica tipo «topload», com precisão de 0,01 g. Os resultados obtidos foram analisados segundo o delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial em que os tratamentos foram temperatura (2) e tempo de secagem (5), em repetições.

Na análise química utilizaram-se: (1) cubinhos secados a 75°C, durante 8 horas; (2) cubinhos secados a 105°C, durante 4 horas, e (3) um tratamento constituído de pré-secagem de 4 horas a 75°C mais 4 horas a 105°C. Logo após as pesagens os cubos foram transferidos para um moinho «Wiley-Thomas», modelo intermediário, com peneira n.º 40, e o material triturado foi acondicionado em frascos de «Wheaton», até a análise dos carboidratos solúveis (16, 17) e dos carboidratos ácido-digeríveis (15).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da porcentagem de matéria seca nas raízes encontram-se no Quadro 1. A análise de variância revelou diferenças significativas entre temperatura e tempo de secagem, ao nível de 1%. Entre temperaturas, dentro de cada tempo, não se verificaram diferenças significativas para tempo de secagem acima de 8 horas. Entre os tempos, dentro de cada temperatura, não foram verificadas diferenças significativas para a temperatura de 105°C. Noutras palavras, a secagem feita a 105°C foi suficiente a partir de 4 horas, e a 75°C a constância de peso somente foi alcançada depois de 8 horas de secagem.

QUADRO 1 - Valores médios da porcentagem da matéria seca de raízes tuberosas de mandioca, determinada a 75 e a 105°C, em diversos tempos de secagem

Tempo de secagem (em horas)	Matéria seca por secagem a 75°C	Matéria seca por secagem a 105°C
4	46,92	42,62
6	44,95	42,16
8	43,78	42,86
10	43,98	43,30
12	43,54	42,75

Nessas condições, verificou-se também que o material não era higroscópico e que não aumentou de peso mesmo em umidade relativa do ar acima de 90%, quando conservado na placa de Petri tampada. Dessa forma, dispensa-se o uso de dessecadores para estocagem das amostras, que podem ser guardadas, após trituradas, em frascos de «Wheaton» com tampa de pressão, até que se façam as análises.

No Quadro 2 encontram-se os valores médios de carboidratos solúveis totais (CST), açúcares redutores (AR), açúcares não redutores (ANR) e carboidratos ácido-digeríveis (CAD), em 100 g de matéria fresca de raízes tuberosas da mandioca submetida aos três tratamentos de secagem citados.

A análise de variância mostrou valor de F significativo, mesmo a 1% de probabilidade, para CST, AR e ANR, para os diversos tratamentos. Verificou-se também que os valores de CAD não variaram, mesmo quando aumentada a probabilidade de erro para 0,01. Comparadas as médias pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) (7), verificou-se que os tratamentos diferiram significativamente para CST. Para AR e ANR, a secagem a 75°C, durante 8 horas, mostrou valores mais altos que os de mais. Teoricamente, tais resultados eram esperados, uma vez que a condensação de açúcares com aminoácidos e proteínas já é assunto bastante conhecido, tendo sido estudado primeiramente por Maillard, em 1912 (2). Sabendo que somente os carboidratos com grupamento carbonila livre se combinam com aminoácidos, era de esperar, realmente, uma diferença maior entre os carboidratos solúveis redutores (AR), pois o que acontece quando a mandioca é secada a altas temperaturas ($105 \pm 5^\circ\text{C}$) nada mais é que a reação de Maillard (condensação de melanoidina). Sabe-se que açúcares redutores combinam-se facilmente com aminoácidos e peptídeos, com condensação de aldol, para formar, primeiro, uma base de Schiff e, depois, uma glicosamina N-substituída. Na segunda fase haveria um rearranjo de Amadori, seguido da degradação de Strecker, com a formação de produtos coloridos. Estudo minucioso desse processo foi conduzido por BRAVERMAN (2).

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Há vários métodos para a determinação da matéria seca de produtos vegetais. Entretanto, muitos não podem ser aplicados em mandioca, uma vez que usam tempos demasiadamente longos ou temperaturas muito elevadas. Nesses dois casos, após a suposta determinação da matéria seca, a amostra ficaria imprestável, pelo menos para posteriores determinações de carboidratos solúveis e/ou aminoácidos livres.

O corte da amostra em cubinhos proporcionou secagem mais rápida e menor escurecimento, além de evitar o cozimento — fenômeno muito observado quando se faz a secagem de ralados de mandioca — com consequente formação de beiju.

Conclui-se, portanto, que a determinação da matéria seca em raízes de mandioca pode ser feita a 75°C, por um mínimo de 8 horas, em estufa com ventilação forçada, usando amostras cortadas em cubinhos (máximo de 1 cm de aresta), pesando menos de 40 gramas, em placa de Petri de 15 cm Ø (aproximadamente 4,5 cm² por grama de cubinhos).

5. SUMMARY

Various techniques for dry matter content determination in fresh cassava roots were compared and discussed. The best results were obtained with samples cut in small cubes (c. a. 1 cm edge); placed in Petri dishes 4.5 cm²/g), and dried at 75°C for 8 hours, in a forced air oven. Higher temperatures favored non-enzymatic

QUADRO 2 - Valores médios de carboidratos solúveis totais (CST), açúcares redutores (AR), açúcares não redutores (ANR) e carboidratos ácido-digeríveis (CAD), em g/100 g de matéria fresca de raízes tuberosas de mandioca, para três tratamentos de secagem

Parâmetros	TRATAMENTOS 1/		Tukey	CV
	?	F		
avaliados 75°C por 8 horas	75° + 105°C por 4 + 4 horas	105°C por 4 horas		
CST	1,72 (100)	1,63 (94,77)	1,50 (87,21)	42,09**
AR	0,43 (100)	0,38 (88,37)	0,36 (83,72)	66,34**
ANR	1,29 (100)	1,25 (96,90)	1,19 (92,25)	11,16**
CAD	39,85 (100)	40,22 (100,93)	39,62 (99,42)	1,77n.s.
			-	1,40

** Significativo, ao nível de 1% de probabilidade.

n.s. Não significativo, ao nível de 5% de probabilidade.

1/ Os valores entre parênteses representam os índices do tratamento a 75°C, durante 8 horas.

browning with consequent decrease in reducing sugars and free amino acids (Mail-lard reaction) content.

6. LITERATURA CITADA

1. A.O.A.C. *Oficial methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 12th ed. Washington, Association of Official Analytical Chemists, 1975. 1049 p.
2. BRAVERMAN, J.B.S. *Introduction to the biochemistry of foods*. New York, Elsevier Publishing Company, 1963. 336 p.
3. CORREIA, F.A. & FRAGA Jr., C.G. Tecnologia da mandioca. Estudo preliminar da variação da percentagem de fécula. *Bragantia*, 5 (4): 213-237. 1945.
4. DAS GUPTA, D.K. Effects of Cicocel on crop plants in Sierra Leone. II. Cas-sava (*Manihot esculenta*). *Expl. Agric.*, 12:321-328. 1976.
5. DUNPHY, E.J. & HANWAY, J.J. Water-soluble carbohydrate accumulation in soybean plants. *Agr. J.*, 68 (5): 697-700, 1976.
6. GODFREY-SAM-AGGREY, W. Effects on plant population on sole-crop cas-sava in Sierra Leone. *Expl. Agric.*, 14: 239-244. 1978.
7. GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental*. 7.^a ed. São Paulo, Livraria Nobel, 1977. 430 p.
8. GROTELUESCHEN, R.D. & SMITH, D. Determination and identification of nonstructural carbohydrates removed from grass and legume tissue by various sulfuric acid concentrations, takadiastase, and water. *J. Agr. Food Chem.*, 15 (6): 1048-1051. 1967.
9. HUNT, R. *Plant growth analysis*. London, Edward Arnold, 1978. 60 p.
10. KETIKU, A.O. & OYENUG, V.A. Preliminary report on the carbohydrate constituents of cassava root and yam tuber. *Nigerian J. of Sci.*, 4(1):25-30, 1970.
11. OELSLIGLE, D.D. Accumulation of dry matter, nitrogen, phosphorus, and potassium in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Turrialba*, 25(1):85-87, 1975.
12. PACHECO, J.A.C. & CANAGIN, A. Amostragens de raízes de mandioca para determinação de amido. *Bragantia*, 14: 25-26, 1955.
13. SILVA, D.J. *Análise de alimentos* (métodos químicos e biológicos). Viçosa, Imprensa Universitária, 1981. 166 p.
14. SMITH, D. PAULSEN, G.M. & RAGUSE, C.A. Extraction of total available carbohydrates from grass and legume tissue. *Plant Physiol.*, 39: 960-962. 1964.
15. TELES, F.F.F., SILVEIRA, A.J. & BATISTA, C.M. Carboidratos ácido-digeríveis e toxidez cianogênica de dez clones de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cultivados em Minas Gerais, *Rev. Ceres*, 26 (147):459-464, 1979.

16. TELES, F.F.F., OLIVEIRA, M.L., SILVEIRA, A.J., FABRIS, J.D. & BATISTA, C.M. Carboidratos solúveis, redutores, de dez clones de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cultivados em Minas Gerais. *Rev. Ceres*, 26 (147): 513-516, 1979.
17. TELES, F.F.F., SILVEIRA, A.J., BATISTA, C.M., FEITOSA, E.P.G. & RESENDE, J.L.M. Açúcares solúveis em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). *Rev. Ceres*, 27(151): 325-338, 1980.
18. UMANAH, E.E. A note on the variation of dry matter content (C.M.C.) along the length of cassava (*Manihot utilissima* Pohl). tubers. *Trop. Root and Tuber Crops News Letter*, 4: 34-37. 1971.
19. WHOLEY, D.W. & BOOTH, R. A comparison of simple methods for estimating starch content of cassava roots. *J. Sci. Food Agric.*, 30(2): 158-164. 1979.