

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CARBOIDRATOS ÁCIDOS Digeríveis EM CULTIVARES DE MANDIOCAS (*Manihot esculenta* Crantz) E SACARIFICAÇÃO DO AMIDO POR EXTRUSÃO^{1/}

Cremilda Rosa de Battisti^{2/}
Dilson Teixeira Coelho^{3/}
Francisco Franco Feitosa Teles^{2/}
Laede Maffia de Oliveira^{4/}
Américo José da Silveira^{5/}

A mandioca é cultura praticamente universal. Ocupa vasta área produtiva do Nordeste brasileiro, porquanto se adapta a solos pobres e tolera condições irregulares de chuva, podendo ser produzida usando apenas os fatores terra e trabalho como insumos (7).

A demanda de produtos da mandioca está dirigida, principalmente, para a produção de amido, para a alimentação animal e para a produção de álcool combustível.

O amido da mandioca também pode ser utilizado nas indústrias têxteis, de papel, de cola e de gêneros alimentícios, tais como farinha, tapioca, polvilhos e biscoitos (10).

Vários pesquisadores demonstraram que, comparada com outras plantas amiláceas, tais como a batata-doce (*Ipomoea batata* Poir), como material para a indústria

^{1/} Parte da tese apresentada, pelo primeiro autor, à U.F.V., como uma das exigências para a obtenção do grau de M.S. em Ciências e Tecnologia de Alimentos.

Recebido para publicação em 22/01/81.

^{2/} Professores do Departamento de Química da U.F.V., 36570 Viçosa, MG.

^{3/} Professor do Departamento de Tecnologia de Alimentos da U.F.V., 36570 Viçosa, MG.

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

^{5/} Professor do Departamento de Fitotecnia da U.F.V., 36570 Viçosa, MG.

de álcool, a mandioca é uma fonte mais econômica (1, 4, 6, 8).

Segundo BAZON *et alii* (3), raízes de mandioca contêm, em média, 20-30% de amido e podem ser consideradas uma fonte barata de carboidratos para a produção de álcool. Esses autores utilizaram hidrólise ácida e fermentação por leveduras e obtiveram resultados bastante satisfatórios com relação à quantidade de álcool produzida.

ALMEIDA (2) menciona que as matérias amiláceas ou feculentas só fermentam depois de parcialmente hidrolisadas (sacarificadas). Porém, tanto as enzimas quanto os microorganismos utilizados para sacarificar o amido são de alto custo. Visando diminuir o custo da produção, procura-se, com a extrusão, uma alternativa para a sacarificação, que pode ser total ou parcial.

A extrusão é tida como técnica vantajosa no que diz respeito ao custo de processamento. Trata-se de processo bastante versátil e contínuo (11) e que pode ser utilizado para vários fins, como, por exemplo, produção de alimentos texturizados, conforme trabalho realizado por ROLIM (9).

Durante a cocção por extrusão, a matéria-prima é submetida a elevadas temperaturas, sob pressão, por tempo predeterminado, o que ocasiona alterações das mais diversas nos componentes da matéria extrusada (12).

O presente trabalho teve como objetivo identificar cultivares ricos em carboidratos ácido-digeríveis e avaliar o processo de extrusão como alternativa para a sacarificação do amido.

Material e métodos. A matéria-prima utilizada neste trabalho foram 10 cultivares de mandioca, cultivados pelo Departamento de Fitotecnia da U.F.V.

O processamento da mandioca foi realizado no Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa e as análises foram conduzidas no Departamento de Química dessa mesma universidade.

O teor de carboidratos ácido-digeríveis (CAD) foi determinado segundo o método recomendado por TELES (13).

Inicialmente, tomaram-se 0,5 g da amostra seca e moída (Tyler 20) e 0,5 g de padrão de amido p.a., usando-se glicose p.a. como padrão primário, com 84,7% de pureza. Em seguida, esse material foi transferido, quantitativamente, amostra e padrão, para balões de fundo redondo, de 100 ml, com boca esmerilhada. Adicionaram-se, aos balões, 50 ml de ácido clorídrico 0,6N, adaptados a aparelho de refluxo (condensador e manta) e deixados em ebulição durante duas horas e meia. Após o resfriamento, os hidrolisados foram filtrados em filtro S x S 589 faixa azul e transferidos para balões volumétricos de 250 ml, completando-se o volume com água destilada.

Transferiu-se 0,5 ml dos hidrolisados diluídos para tubos de Folin de 25 ml, utilizando-se um tubo extra como branco, com 0,5 ml de água destilada. Procedeu-se à colorimetria pelo reagente de Teles, com leitura das absorbâncias a 540 nm:

$$\text{CAD}\% = \frac{\text{Abs. da amostra}}{\text{Abs. do padrão}} \times \frac{\% \text{ de pureza do padrão}}{\% \text{ de matéria seca da amostra}}$$

Para determinar o teor de matéria seca da amostra, pesou-se uma quantidade da amostra verde, cortada em cubinhos de aproximadamente 0,5 cm de aresta. Esses cubinhos foram colocados em placas de Petri previamente taradas, efetuando-se a secagem em estufa (70-80°C) com aeração forçada, até a obtenção de peso constante. O peso inicial da amostra fresca menos o peso final da amostra seca deu como resultado a quantidade de umidade perdida na secagem.

As raízes tuberosas do cultivar selecionado, por apresentarem maior teor de

CAD, foram transformadas em farinha de raspa, com secagem em secador de túnel. A raspa foi moída em moinho a martelo comum, obtendo-se a farinha de raspa, que, posteriormente, foi extrusada.

Antes da extrusão, a farinha foi tratada com uma solução a 1% de ácido sulfúrico (v/v), até atingir 30% de umidade.

A extrusão foi feita em extrusor ITALMECÂNICA, modelo Lab. MG-100, observando-se as seguintes condições: temperatura de 100, 150, 160 e 175°C no 1.º, 2.º, 3.º e 4.º estágio, respectivamente; pressão do cabeçote de 50 atm; tráfila com orifícios de 3 mm de diâmetro e velocidade da rosca de 600 rpm.

Depois da extrusão, o produto foi secado, em secador de túnel, moído, acondicionado em saco de polietileno e conservado 4.ºC. Posteriormente, a amostra extrusada foi analisada, para determinação dos teores de carboidratos ácido-digeríveis.

Foram retiradas 6 amostras de cada um dos 10 clones estudados, isto é, a maior raiz de cada uma das 6 repetições. Para a análise de variância dos dados utilizou-se o delineamento em blocos casualizados.

Para comparações entre médias, usou-se o teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade (5).

Resultados e discussão. A análise de variância mostrou que houve diferenças significativas ($P \leq 0,01$) entre as médias dos teores de carboidratos ácido-digeríveis (CAD) dos cultivares.

Pelos resultados apresentados no Quadro 1, foi selecionado o cultivar 'Preta de Quilombo', posteriormente submetido à extrusão, verificando-se o efeito desse processo sobre o teor de CAD.

QUADRO 1 - Médias dos teores de CAD (%) na matéria fresca de 10 cultivares de mandioca

Cultivares	Médias de 6 repetições*
Preta de Quilombo	33,05 a
Engana Ladrão	29,74 b
SFG-2-204	29,56 b
Mico	26,12 c
Branca de Santa Catarina	26,06 c
Pirassununga	25,92 c
Guaxupé	25,24 cd
Manteiga	22,40 de
Vassourinha	20,50 ef
Sabarã Entre Rios	18,86 f

* As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

Observa-se que a extrusão provocou uma redução em torno de 15% no total de CAD e um conseqüente aumento no teor de açúcares redutores (Quadro 2).

Esse tratamento «per se» não hidrolisa completamente o amido até a glicose, mas facilita sobremaneira a atuação de enzimas amilolíticas.

QUADRO 2 - Teores de carboidratos ácido-digeríveis (CAD) e carboidratos solúveis redutores (CSR) verificados no cultivar 'Preta de Quilombo' antes e depois da extrusão

Repetição	CAD (% na M.V.)*		CSR (mg/g de M.V.)*	
	Antes	Depois	Antes	Depois
1	33,74	28,20	4,44	20,09
2	33,76	28,02	4,47	20,46
3	32,49	27,85	4,44	20,68
4	33,21	28,16	4,45	21,41
5	32,00	27,96	4,29	19,71
6	33,13	28,15	4,25	19,88
Médias	33,05	28,06	4,39	20,37

* M.V. - Matéria verde.

SUMMARY

This paper reports the levels of acid digestible carbohydrate (ADC) for ten cultivars of cassava grown in Viçosa, Minas Gerais. The cultivar, 'Preta de Quilombo', showed the highest content of ADC. This cultivar was processed by extrusion and, after the ADC was determined, it was found that only 15% of the starch was hydrolyzed.

LITERATURA CITADA

1. ALCOHOL from cassava. *Chemical Age.*, (61):912. 1949.
2. ALMEIDA, J.R. *Álcool e destilaria*. Piracicaba, ESALQ, 1950, 333 p.
3. BANZON, J.; FULMER, E.I.; UNDERKOFER, L.A. Fermentative utilization of cassava; the production of ethanol. *Journal of Science*, 23(2):219-235. 1949.
4. COLLENS, A.E. Alcohol from cassava. *Bulletin of Department of Agriculture*. 14 (2):56. 1951.
5. GOMES, F.P. *Curso de Estatística Experimental*. 6 ed. Piracicaba, Livraria Nobel, 1976. 340 p.
6. GUTHEEL, N.C. A indústria de álcool de mandioca e suas possibilidades no Rio Grande do Sul. *Revista de Química Industrial*, 21(245):19-22. 1952.
7. MANDIOCA. *Potencial de recurso agrícola à produção de farinha, amido, álcool e ração animal*. Fortaleza, Banco do Nordeste do Brasil, 1976.
8. MENDES, C.T. A mandioca e o álcool motor. *Notas Agrícolas*, 6:55-59. 1943.

9. ROLIM, H.M.V. *Avaliação nutricional de proteínas de soja texturizada por extrusão*. Viçosa, U.F.V., 1977. 55 p. (Tese M.S.).
10. SCHOLTZ, H.K.B.W. *Aspectos industriais da mandioca no Nordeste*. Fortaleza, Banco do Nordeste do Brasil, 1971. 203 p.
11. SMITH, O.B. Textures by extrusion processing. In: INGLET, O.E.; ed. *Fabricated foods*. Westport, Conn., AVI Publishing, 1975. p. 89-108.
12. SMITH, O.B. Why use extrusion. In: SYMPOSIUM ON EXTRUSION COOKING, 1971. Missouri, Am. Ass. Cereal Chem., 1971. p. 18-23.
13. TELES, F.F.F. *The nutrient analysis of prickly pear*. Tucson, University of Arizona, 1977. 157 p. (Tese Ph.D.).