

B R A G A N T I A

Revista Científica do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 37

Campinas, dezembro de 1978

N.º 16

VARIAÇÃO DE CARBOIDRATOS E ÁCIDO CIANÍDRICO EM RAÍZES DE MANDIOCA, APÓS A PODA DA PARTE AÉREA (1)

JOSÉ OSMAR LORENZI (2), *Seção de Raízes e Tubérculos, Instituto Agrônomo*, LUIZ E. GUTIERREZ, *Departamento de Química, ESALQ, USP*, EDGARD S. NORMANHA (3), *Seção de Raízes e Tubérculos*, e JOSÉ CIONE, *Estação Experimental de Piracicaba, Instituto Agrônomo*

SINOPSE

São relatados resultados do estudo da variação de matéria seca, HCN, amido, carboidratos solúveis totais e açúcares redutores em raízes de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) nos dias que sucederam à poda ou remoção total da parte aérea.

Na amostragem foi utilizado o método convencional: raízes tomadas ao acaso e representativas da população.

Diferentes tipos de raízes (da base e meio da maniva e da base das hastes) coletadas 17 dias após a poda apresentaram teores de carboidratos bem diferentes, seja pela mobilização mais acentuada de reservas, seja pela sua constituição originalmente diversa, o que sugere pesquisas mais detalhadas sobre o método de amostragem das raízes para análise de laboratório.

Verificou-se que, num período de quatorze dias após a poda de plantas com treze meses de idade e em época quente e chuvosa, as transformações mais profundas ocorreram no teor de amido, que decresceu de 79,06% para 62,52%, e nos carboidratos solúveis totais e açúcares redutores, que tiveram um incremento na matéria seca das raízes, respectivamente de 7,65% e 1,55% para 17,56% e 5,03%. O teor de carboidratos totais foi pouco afetado pela poda, indicando perda pequena destinada a nova brotação ou a outros processos fisiológicos. O teor de HCN decresceu de 67 para 35 ppm.

1 — INTRODUÇÃO

O teor de amido em raízes frescas de mandioca varia de 20 a 40% e é afetado por diversos fato-

res tais como idade da planta, época de colheita, variedade etc. (3, 4, 6, 11, 15). Outro componente impor-

(1) Recebido para publicação em 4 de abril de 1978.

(2) Com bolsa de suplementação do C.N.Pq.

(3) Aposentado.

tante dessa raiz é o ácido cianídrico, que apresenta grande amplitude de variação principalmente devido à variedade, além de outros fatores (2). O teor de HCN nas raízes frescas oscila amplamente, sendo em geral inócuas ou mansas as variedades com 100 p.p.m. ou menos, e bravas as que acusam 200 p.p.m. ou mais, podendo as intermediárias ser muito pouco ou levemente tóxicas.

A poda da parte aérea pode ser necessária por ocasião da colheita, a fim de facilitar esta operação. Neste caso, para as indústrias em geral é desejável o arrancamento imediato das raízes, considerando que o amido como componente principal poderá ser utilizado como fonte de energia para nova brotação, tal como acontece na germinação de sementes amiláceas. Sabe-se, por outro lado, que o decréscimo do teor de amido é devido à sua transformação parcial em açúcares solúveis.

Com base nesse conhecimento, e em face da ausência de literatura sobre o assunto, o presente estudo teve por objetivo pesquisar a marcha dessa conversão nos dias que se seguem à remoção da parte aérea e analisá-la como possível vantagem industrial no aumento de açúcares diretamente fermentiscíveis das raízes, apesar da diminuição do teor de amido, quando destinadas à indústria de álcool.

2 — MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado dentro de uma área de cerca de 3.000 m² do cultivar IAC-mantiqueira, plantada em 29-10-76 na Estação Experimental de Piracicaba, do IAC,

em latossolo roxo. Manivas de 20 cm de comprimento foram plantadas pelo sistema comum, horizontalmente, e os tratos culturais foram conduzidos normalmente.

A poda da área experimental foi efetuada em 21-11-77, aos 13 meses de idade da cultura.

Colheitas de raízes foram feitas no dia da poda e 3, 7, 10 e 14 dias depois daquela operação.

Na amostragem de raízes foi adotado delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas tiveram três linhas de cinco plantas, com o espaçamento de 1,00 m x 0,80 m, mas as observações foram efetuadas somente nas três plantas centrais.

As amostras para análise foram constituídas de três raízes, tomadas ao acaso, oriundas das três plantas úteis da parcela. Dezesete dias após a poda foi feita amostragem separando-se as raízes em três grupos: da base da maniva, do meio da maniva e as emitidas pela haste da planta.

As raízes foram analisadas para determinação de: a) matéria seca (1); b) amido (9); c) HCN (14), com maceração em ácido tartárico durante 24 horas (12); d) açúcares redutores, extraídos com água gelada durante 30 minutos e dosados segundo método de Somogyi-Nelson, descrito em Jacobs (9); e) carboidratos solúveis totais, extraídos com água gelada durante 30 minutos e dosados segundo método do fenol-sulfúrico, descrito por Dubois e colab. (5).

Dados de temperatura e precipitação pluvial durante o período de coleta de raízes para análises são apresentados no quadro 1.

QUADRO 1. — Temperatura do ar e precipitação pluvial na Estação Experimental de Piracicaba no período 21-11 a 8-12-77, quando se coletaram raízes de mandioca para análises

Intervalo	Médias das temp. máximas	Médias das temp. mínimas	Precipitação pluvial
dias	°C	°C	mm
0 — 3	30,4	20,4	20,8
3 — 7	30,2	19,2	—
7 — 10	29,3	20,1	26,5
10 — 14	25,4	20,3	111,3
14 — 17	29,3	19,3	10,7

3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos constam dos quadros 2 e 3.

Os teores de matéria seca das raízes nas épocas estudadas, apesar de apresentarem certa variação não mostraram diferenças estatisticamente significativas.

Os dados mostram que após a poda da parte aérea o teor de HCN das raízes descreveu de 67 p.p.m. para 35 p.p.m. no período das observações embora tal diferença não apresentasse significância estatística. Essa diminuição de concentração nas raízes parece dar uma indicação de que o HCN ou o cianogluosídio tem alguma implicação fisiológica com a brotação.

QUADRO 2. — Variações da matéria seca, do HCN e de carboidratos em raízes de mandioca cv IAC-mantiqueira em função do tempo após a poda da parte aérea (*)

Constituinte	Dias após a poda					F	Tukey (5%)	CV%
	0	3	7	10	14			
1 — Matéria seca (%)	30,26	36,06	32,31	27,68	27,36	2,84 ns	—	13,90
2 — HCN (ppm)	67	48	45	45	35	2,79 ns	—	29,29
3 — Amido (%)	79,06	62,90	68,30	66,15	62,52	4,71 **	14,01	9,16
4 — Carboidratos solúveis totais (%)	7,65	19,24	10,80	16,88	17,56	6,12 **	9,02	27,72
5 — Açúcares redutores (%)	1,55	1,45	2,00	4,91	5,03	2,86 ns	—	72,00
6 — Soma de (3 + 4)	86,71	82,14	79,10	83,03	80,08	2,20 ns	—	4,85

(*) Dados expressos em função da matéria seca, como média de quatro repetições.

Como era previsto, o teor de amido caiu nos dias que sucederam à poda da parte aérea. Esse decréscimo foi altamente significativo, acusando uma variação de 79,06% para 62,52% no espaço de quatorze dias. A partir do terceiro dia após a remoção da parte aérea já pode ocorrer redução de 20% no total de amido das raízes o que indica que para o produtor de amido a poda das plantas afetará sensivelmente a produção desse carboidrato. Essa redução drástica do teor de amido é semelhante à que ocorre durante a germinação de milho e sorgo (7, 8).

Ao mesmo tempo o teor de carboidratos solúveis totais aumentou significativamente de 7,65% para 17,65%, o que mostra hidrólise acentuada do amido.

Os açúcares redutores acompanham quantitativamente os carboidratos solúveis totais, porém não significativamente, em face, talvez, do elevado coeficiente de variação que foi de 72%. O teor inicial de 1,55% de açúcares redutores atingiu 5,03% no final do período estudado.

A diferença entre o teor de carboidratos solúveis totais e o teor de

açúcares redutores poderia estar ligada à presença de sacarose, a qual foi detectada por Ketiku e Oyenuga (10), que registraram como sacarose 69% dos açúcares totais.

Os teores de carboidratos totais (amido + carboidratos solúveis) das raízes nos diversos dias após a poda não apresentaram diferenças significativas, embora tenha sido detectada pequena redução após a poda. Isso parece significar que a indústria alcooleira teria um rendimento próximo do normal mas com vantagem de utilizar parte do amido já hidrolizado.

Os dados analíticos das raízes coletadas dezessete dias após a poda da parte aérea são apresentados no quadro 3. Como se pode observar há grandes diferenças nos teores de matéria seca e carboidratos. Como não dispomos dos resultados de análise para as demais fases estudadas podemos apenas suspeitar que o metabolismo após a poda é diferente para os diversos tipos de raízes ou, o que parece mais aceitável, aqueles tipos de raízes têm idades diferentes. As da base das hastes seriam, nesse caso, as mais novas.

QUADRO 3. — Teores de matéria seca e de carboidratos em diferentes tipos de raízes de mandioca aos dezessete dias após a poda da parte aérea das plantas (*)

CONSTITUINTE	TIPO DE RAIZ		
	Base da haste	Base maniva	Meio maniva
1 — Matéria seca	21,90	24,05	35,89
2 — Amido	48,86	67,15	74,45
3 — Carboidratos sol. totais	20,82	15,47	10,89
4 — Açúcares redutores	8,81	5,20	0,56
5 — Carboidratos totais (2+3)	69,68	82,62	85,34

(*) Dados expressos em porcentagem da matéria seca, com uma repetição.

Esses resultados sugerem que a amostragem de raízes de mandioca para a determinação de carboidratos em dias sucessivos, após a poda, e com grande probabilidade em qualquer época de amostragem, deve levar em conta o tipo de raiz e a proporção com que participa na planta, pois o teor de amido no caso em tela variou de 48,86%, nas da base da haste, para 74,45%, nas do meio da maniva.

Os elevados coeficientes de variação apresentados no quadro 2 poderiam ser explicados pelos dados do quadro 3, pois no sistema utilizado para amostragem não se levou em conta o tipo de raiz. Deve-se ressaltar que o procedimento normal de amostragem consistiu na coleta, ao acaso, de raízes de um determinado lote (13).

4 — CONCLUSÕES

Pelos resultados apresentados pode-se concluir o seguinte:

a) A redução no teor de HCN das raízes, embora bastante evidente, não foi significativa.

b) Os teores de amido, açúcares redutores e carboidratos solúveis apresentaram variação, com redução do amido e aumento de açúcares redutores e carboidratos solúveis totais.

c) O teor de carboidratos totais foi pouco alterado, indicando uma perda pequena, seja destinada à brotação seja à respiração ou outros processos fisiológicos.

d) Na amostra colhida dezesseite dias após a poda, as raízes da base da haste revelaram menos matéria seca e amido e mais carboidratos solúveis totais e açúcares redutores, alertando assim para essa grande variabilidade de resultados analíticos segundo o tipo ou a origem das raízes levadas ao laboratório.

e) Para a produção de amido o retardamento da utilização das raízes das plantas podadas afetaria sensivelmente o rendimento nesse carboidrato, porém, para a produção de álcool tal efeito poderá não ser significativo.

CARBOHYDRATES AND HYDROCYANIC ACID VARIATION IN CASSAVA ROOTS WHICH AERIAL PORTIONS WERE TOTALLY PRUNED

SUMMARY

Data are presented on the variation of the level of dry matter, cyanide, starch, total soluble carbohydrates, and reducing sugars content in roots of 13 months old cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) at successive stages after the total removal of the aerial portions.

During the 14 days following pruning starch percentage decreased from 79.06% to 62.52%; total soluble carbohydrates and reducing sugars showed a variation from 7.65% and 1.55% up to 17.56% and 5.03% respectively. Total carbohydrate presented small losses by pruning probably due to the new sprouting process. Root cyanid content decreased from 67 to 35 ppm.

Its has also been observed that at the 17th day after pruning, different levels of similar carbohydrates were recorded in the different root types as those from the base and the middle of the planted cutting and those from the plant stem base. Such variations are hypothetically ascribed to either a more intensive mobilization of stored carbohydrates or to larger differences of age and composition of each type of root since its origin. This suggests more detailed research work about root sampling method for laboratory analysis.

LITERATURA CITADA

1. A.O.A.C. Association of Official Agricultural Chemists. 9th Ed. Washington, D.C., 1960. 832p.
2. BOLHUIS, G. G. The toxicity of cassava roots. *Netherlands J. Agric. Sci.* 2:176-185, 1954.
3. CORRÊA, H. Produção e composição química de raízes e ramas de mandioca em diversas épocas de colheita e o efeito da poda na produção de raízes. Viçosa, U.F. Minas Gerais, 1972. 49p. (Tese)
4. CORREIA, F. A. & FRAGA JÚNIOR, C. G. Tecnologia da mandioca. *Bragantia* 5:213-237, 1945.
5. DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A. & SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28:350-355, 1956.
6. GODOY, J. M. *Fecularia e Amidonaria*. São Paulo, Graphicar Editora, 1940. 288p.
7. GUTIERREZ, L. E. Lípidios, carboidratos e proteínas de substâncias de reservas de sorgo (*Sorghum vulgare* L.) durante a germinação. *Solo, Piracicaba* 68:54-57, 1976.
8. ———. Carboidratos solúveis de raízes, parte aérea e substâncias de reserva de plântulas de milho (*Zea mays* L.) durante a germinação. XI Reunião Brasileira de Milho e Sorgo. Piracicaba, 1976. (Anais)
9. JACOBS, M. B. *The Chemical Analysis of Foods Products*. New York, Van Nostrand, 1958. 971p.
10. KETIKU, A. O. & OYENUGA, V. A. Changes in the carbohydrate constituents of cassava-root-tuber. *J. Sci. Food Agric.* 23:1451-1456, 1972.
11. MENDES, C. T. Contribuição para o estudo da mandioca. *Boletim da Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo*, 1940. 99p.
12. NORMANHA, E. S. Análise de HCN em mandioca. *Ciência e Cultura* 17(2):197, 1965.
13. PACHECO, J. A. C. & CONAGIN, A. Amostragem de raízes de mandioca para determinação de amido. *Bragantia* 14:25-26, 1955.
14. TREADWELL, F. P. *Manuel de Chimie Analytique*. 4.^a ed. Paris, 1934, V. 2, p. 662.
15. ZEHNTNER, L. *Estudo sobre algumas variedades de mandiocas brasileiras*. Rio de Janeiro, Sociedade Nacional de Agricultura. Imprensa Inglesa, 1919. 112p.