



## **CONCENTRAÇÃO DE CARBOIDRATOS E UMIDADE EM RAIZES DE MANDIOCA AÇUCARADA (*Manihot esculenta* Crantz) PARÁ.**

Francisca das Chagas Bezerra de Araújo<sup>1</sup>, Roberto Lisboa Cunha<sup>2</sup>, Elisa Ferreira Moura Cunha<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Doutoranda em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, Bolsista CAPES, [fran.chagas13@gmail.com](mailto:fran.chagas13@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisador Embrapa Amazônia Oriental, Laboratório de Análise de Sistemas Sustentáveis, [roberto.cunha@embrapa.br](mailto:roberto.cunha@embrapa.br)

<sup>3</sup> Pesquisadora Embrapa Amazônia Oriental, Laboratório de Genética, [Elisa.moura@embrapa.br](mailto:Elisa.moura@embrapa.br)

**Resumo:** Objetivou-se quantificar as concentrações dos açúcares: glicose, frutose e sacarose, o teor de amido e a umidade de genótipos de mandioca açúcarada mantidos no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Amazônia Oriental. A concentração de glicose variou de 0,94% no genótipo 9 a 2,02 % no genótipo 05; a concentração de frutose variou de 0,70% no genótipo 02 a 1,53 % no genótipo 03; e para sacarose a variação foi de 0,15% nos genótipos 01 e 14 a 1,31% no genótipo 05. Portanto, o açúcar em maior concentração foi a glicose, seguido da frutose e sacarose, com médias de 1,33%, 0,88% a 0,51%, respectivamente. O genótipo 05 apresentou as maiores concentrações de glicose, frutose e sacarose. O teor de amido variou de 4,36% a 9,53% nos genótipos 15 e 7, respectivamente, apresentando média geral de 5,78 %. Os valores de umidade foram elevados com variação de 77,25% a 93,70% nos genótipos 13 e 14, respectivamente, sendo a média de 89,46%. Assim, no geral, a quantidade de açúcares disponível para serem fermentados é em torno de 5% e, portanto sendo o possível de serem obtidos rendimentos razoáveis quando comparada a outras espécies que são utilizadas para obtenção de etanol.

**Palavras-chave:** mandioca doce, glicose, etanol

### **Introdução**

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) pertence à família Euphorbiaceae e é considerada uma das principais fontes de calorias nos trópicos, onde as suas raízes são transformadas em diversos produtos (Agbor-Egbe & Lape Mbome, 2006). Por conseguinte, sendo responsável pela alimentação de aproximadamente 700 milhões de pessoas no mundo. Além disso, sabe-se que há grande variabilidade para o conteúdo de nutrientes que podem ser armazenados na raiz da mandioca. Os açúcares e o amido são carboidratos encontrados em diversas espécies vegetais, sendo o amido o carboidrato de reserva e abundante em grãos de cereais (40% a 90% do peso seco), leguminosas (30 %



a 50 % do peso seco), tubérculos (65% a 85% do peso seco) e frutas imaturas ou verdes (40 % a 70 % do peso seco) (LAJOLO & MENEZES, 2006).

Atualmente, vêm recebendo amplo destaque entre pesquisadores e produtores de mandioca do Brasil e do mundo, uma classe de genótipos de mandioca popularmente conhecidos como mandiocas açucaradas ou mandiocabas, que correspondem a um tipo distinto de mandioca com altos teores de açúcares em suas raízes de reserva (Carvalho et al. 2004). Devido a seu alto acúmulo de açúcar na raiz, a mandioca açucarada vem sendo indicada como potencial para a produção de etanol.

Entretanto, esses genótipos ainda não foram suficientemente estudados quanto à sua variabilidade genética, o que é fundamental para sua conservação e utilização direta ou no melhoramento genético (Vieira et al. 2011). Sabe-se que as mandiocas açucaradas são consumidas diretamente na forma de mingaus, aguardente artesanal, passando por pouco processamento, entretanto, há pouco ou nenhuma informação sobre o teor de carboidratos livres presentes na raiz de mandioca.

O objetivo desse trabalho foi quantificar as concentrações dos açúcares: glicose, frutose e sacarose e o teor de amido e a umidade de genótipos de mandioca açucarada mantidos no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Amazônia Oriental.

### **Material e Métodos**

Foram avaliados 15 genótipos de mandioca açucarada do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) pertencente a Embrapa Amazônia Oriental. O delineamento experimental foi inteiramente casualizados com três repetições. As raízes foram coletadas após um ano do plantio. As raízes foram lavadas em água, embaladas em saco plástico e armazenadas em câmara fria à temperatura a -18 °C para conservação durante o período em que foram realizadas todas as análises no laboratório de Agroindústria da Embrapa Amazônia Oriental.

A determinação de glicose, frutose e sacarose foi realizadas de acordo com a metodologia descrita por Stitt et al. (1985), sendo 0,2g de raiz fresca sem casca macerada com etanol 80 %, para extração dos açúcares. O amido também foi determinado enzimaticamente, segundo Trethewey et al. (1998). A leitura para determinação de amido e dos açúcares glicose, frutose e sacarose foi realizada em espectrofotômetro adaptado para placa de Elisa no comprimento de onda de 340nm. O teor de umidade foi determinado segundo o método gravimétrico nº 920.151 da AOAC (1997). As amostras



foram pesadas e colocadas em estufa à temperatura de 105° C. Após secagem, até peso constante, foi obtido o percentual de umidade.

Foi realizada a análise de variância e o teste de comparação de médias levando em consideração o delineamento inteiramente casualizados com três repetições. Cada repetição foi constituída por três replicatas, sendo estabelecida a média a partir delas. As análises foram realizadas no programa Genes (Cruz, 2001).

### Resultados e Discussão

Com base na análise de variância verificou-se que o teste F ( $P < 0,05$ ) foi significativo para todos os caracteres avaliados, indicando a existência de variabilidade genética entre os genótipos, o que é favorável ao melhoramento. O coeficiente de variação oscilou de 1,04 % para a umidade a 17,66% para sacarose (Tabela 1).

**Tabela 1:** Concentração de glicose, frutose e sacarose e teores de amido e umidade em raízes de genótipos de mandioca açucarada em base úmida.

Genótipos	Glicose (%)	Frutose (%)	Sacarose (%)	Amido (%)	Umidade
Genótipo 1	<sup>c</sup> 1,02±0,02	<sup>c</sup> 0,81±0,01	<sup>d</sup> 0,15±0,00	<sup>b</sup> 6,17±0,29	<sup>cde</sup> 88,02±1,06
Genótipo 2	<sup>c</sup> 1,15±0,10	<sup>c</sup> 0,70±0,07	<sup>cd</sup> 0,20±0,01	<sup>b</sup> 6,12±0,56	<sup>g</sup> 93,56±0,14
Genótipo 3	<sup>ab</sup> 1,85±0,09	<sup>a</sup> 1,53±0,03	<sup>b</sup> 0,91±0,01	<sup>b</sup> 5,35±0,28	<sup>efg</sup> 91,35±0,24
Genótipo 4	<sup>bc</sup> 1,24±0,10	<sup>c</sup> 0,99±0,07	<sup>cd</sup> 0,42±0,04	<sup>ab</sup> 6,54±0,46	<sup>efg</sup> 91,13±0,52
Genótipo 5	<sup>a</sup> 2,02±0,19	<sup>ab</sup> 1,44±0,12	<sup>a</sup> 1,31±0,16	<sup>b</sup> 5,88±0,09	<sup>fg</sup> 93,38±0,11
Genótipo 6	<sup>c</sup> 1,06±0,01	<sup>c</sup> 0,76±0,03	<sup>cd</sup> 0,36±0,00	<sup>b</sup> 5,74±0,22	<sup>fg</sup> 92,56±0,27
Genótipo 7	<sup>abc</sup> 1,57±0,02	<sup>c</sup> 0,99±0,01	<sup>b</sup> 0,90±0,01	<sup>a</sup> 9,53±0,65	<sup>bc</sup> 85,34±0,58
Genótipo 8	<sup>abc</sup> 1,43±0,08	<sup>c</sup> 0,90±0,06	<sup>c</sup> 0,52±0,04	<sup>b</sup> 3,97±0,27	<sup>def</sup> 89,07±0,48
Genótipo 9	<sup>c</sup> 0,94±0,04	<sup>c</sup> 0,64±0,04	<sup>c</sup> 0,52±0,00	<sup>b</sup> 4,62±0,09	<sup>efg</sup> 90,59±0,26
Genótipo 10	<sup>abc</sup> 1,38±0,00	<sup>d</sup> 0,02±0,00	<sup>ab</sup> 1,06±0,05	<sup>b</sup> 4,76±0,09	<sup>g</sup> 93,64±0,21
Genótipo 11	<sup>bc</sup> 1,24±0,05	<sup>c</sup> 0,87±0,01	<sup>cd</sup> 0,21±0,06	<sup>b</sup> 5,39±0,01	<sup>fg</sup> 93,14±0,20
Genótipo 12	<sup>abc</sup> 1,50±0,25	<sup>bc</sup> 1,03±0,15	<sup>cd</sup> 0,43±0,06	<sup>ab</sup> 6,90±1,18	<sup>bcd</sup> 86,44±0,77
Genótipo 13	<sup>bc</sup> 1,29±0,06	<sup>c</sup> 0,95±0,02	<sup>cd</sup> 0,31±0,03	<sup>b</sup> 5,40±0,37	<sup>a</sup> 77,25±1,55
Genótipo 14	<sup>c</sup> 1,12±0,07	<sup>c</sup> 0,78±0,04	<sup>d</sup> 0,15±0,02	<sup>b</sup> 5,93±0,04	<sup>g</sup> 93,70±0,76
Genótipo 15	<sup>c</sup> 1,12±0,07	<sup>c</sup> 0,78±0,01	<sup>cd</sup> 0,18±0,01	<sup>b</sup> 4,36±0,25	<sup>b</sup> 82,74±0,79
Média	1,33	0,88	0,51	5,78	89,46
*CV (%)	12,91	12,48	17,66	13,08	1,04

Médias com letras iguais, em uma mesma coluna, não diferem significamente entre si (Teste de Tukey a 5% de significância). Coluna com média e erro padrão; \*CV (%), coeficiente de variação.



A concentração de glicose variou de 0,94% no genótipo 9 a 2,02 % no genótipo 05; a concentração de frutose variou de 0,70% no genótipo 02 a 1,53 % no genótipo 03; e para sacarose a variação foi de 0,15% nos genótipos 01 e 14 a 1,31% no genótipo 05 (Tabela 1). Portanto, o açúcar em maior concentração foi a glicose, seguido da frutose e sacarose, com médias de 1,33%, 0,88% a 0,51% respectivamente. O genótipo 05 apresentou as maiores concentrações de glicose, frutose e sacarose.

O teor de amido variou de 4,36% a 9,53% nos genótipos 15 e 7, respectivamente, apresentando média geral de 5,78 %. Oliveira et al. (2011) avaliaram seis genótipos de mandioca e encontraram teores de amido variando de 28 % a 33 % e Ceni et al. (2009) encontraram variação no teor de amido entre 24 % a 39 %. Portanto diferente da mandioca brava e da macaxeira a mandioca açucarada apresenta menores teores de amido, porém maiores concentrações de açúcares. Esses genótipos diferenciados, de mandioca açucarada, podem vir a ser empregados na produção de glicose sem hidrólise do amido e na produção de álcool (combustível e para indústria de cosméticos, Carvalho et al. 2004).

Os valores de umidade foram elevados com variação de 77,25% a 93,70% nos genótipos 13 e 14, respectivamente, sendo a média de 89,46%. Esses resultados são superiores aos determinados por Padonou et al. (2005), que observaram valores médios de umidade de 69,4 % em mandioca brava e 69,8 % em macaxeira, porém quando compararam os dois grupos, concluíram não haver diferença estatística entre mandioca brava e macaxeira para a característica umidade. Percentuais de umidade superiores a 65% tornam a raiz mais instável e perecível, pois o teor de umidade da raiz de mandioca tem grande importância, por influenciar na qualidade do produto, por proporcionar crescimento microbiano e deterioração em curto tempo (Souza et al. 2008). Dessa forma, as raízes de genótipos de mandioca açucarada, apresentam menos estabilidade pós-colheita que às mandiocas brava e macaxeiras.

### **Conclusão**

Os genótipos de mandioca açucarada apresentaram variabilidade para os carboidratos glicose, frutose e sacarose, e valores elevados de umidade, porém baixos teores de amido. No geral, a quantidade de açúcares disponível para serem fermentados é em torno de 5% e, portanto sendo o possível de serem obtidos rendimentos razoáveis quando comparada a outras espécies que são utilizadas para obtenção de etanol.



### **Agradecimentos**

Ao Projeto Mandioca açucarada – EMBRAPA e ao Projeto MANI – CNPq pelo apoio financeiro.

### **Referências Bibliográficas**

- AGBOR-EGBE, T.; LAPE MBOME, I. The effects of processing techniques in reducing cyanogen levels during the production of some Cameroonian cassava foods. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.19, p.354-363, 2006.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (A. O. A. C.) **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16. Ed. Washington: A. O. A. C , 1997. 850p.
- CARVALHO, L.J.C.B.; SOUZA, C.R.B.; CASCARDO, J.C.M.; BLOCH JUNIOR, C.; CAMPOS, L. Identification and characterization of a novel cassava (*Manihot esculenta* Crantz) clone with high free sugar content and novel starch. **Plant Molecular Biology**, n.56, p.643-659, 2004.
- CENI, G. C.; COLET, R.; PERUZZOLO, M.; WITSCHINSKI, F.; TOMICKI, L.; BARRIQUELO, A. L.; VALDUGA, E. Avaliação de componentes nutricionais de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, n.1, p.107-111, 2009.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: Editora UFV, 2001. 648 p.
- LAJOLO, F.M.; MENEZES, E.W. **Carboidratos em alimentos regionales Iberoamericanos**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006. 648p.
- OLIVEIRA, N. T.; J. ALVES, M. A.; UCHÔA, S. C. P.; RODRIGUES, G. S.; MELVILLE, C. C.; ALBUQUERQUE, J. A. A. Caracterização e identificação de clones de mandioca produzidos em Roraima para o consumo *in natura*. **Agro@mbiente On-line**, v. 5, n. 3, p. 188-193, set./dez. 2011.
- PADONOU, W.; MESTRES, C.; NAGO, M. C. The quality of boiled cassava roots: instrumental characterization and relationship with physicochemical properties and sensorial properties. **Food Chemistry**, v.89, p.261–270, 2005.
- SOUZA, J. M. L.; NEGREIROS, J. R. S.; ÁLVARES, V. S.; LEITE, F. M. N.; SOUZA, M. L.; REIS, F. S.; FELISBERTO, F. A. V. Variabilidade físico-química da farinha de mandioca. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v.28, n.4, p.907-912, out.-dez. 2008.



17<sup>o</sup> Seminário de Iniciação Científica e 1<sup>o</sup> Seminário de Pós-graduação da Embrapa Amazônia Oriental. 21 a 23 de agosto de 2013, Belém-PA

STITT, M.; LILLEY R. M. C.; GERHARD, R.; HELDT, H. W. Metabolite levels in specific cells and subcellular compartments of plant leaves. *Methods in Enzymology* v.174, p.518-552, 1989.

TRETHEWEY, R.N.; GEIGENBERGER, P.; RIEDEL, K.; HAJIREZAEI, M. R.; SONNEWALD, U.; STITT, M.; RIESMEIER, J. W.; WILLMITZER, L. Combined expression of glucokinase and invertase in potato tubers leads to a dramatic reduction in starch accumulation and a stimulation of glycolysis. **Plant Journal**, v.15, p. 109-118, 1998.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F. de.; FALEIRO, F. G.; BELLON, G.; FONCECA, K. G.; CARVALHO, L. J. C. B. Caracterização molecular de acessos de mandioca açucarados e não açucarados. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 455-461, 2011.