

**Caracterização Físico-Química de
Genótipos de Macaxeira Cultivados
no Estado do Pará**



ISSN 1983-0483

Agosto, 2017

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 120

Caracterização Físico-Química de Genótipos de Macaxeira Cultivados no Estado do Pará

*Ana Vânia Carvalho
Elisa Ferreira Moura Cunha
João Tomé de Faria Neto*

Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA
2017

Disponível no endereço eletrônico:

<https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes>

Embrapa Amazônia Oriental

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.

CEP 66095-903 – Belém, PA.

Fone: (91) 3204-1000

www.embrapa.br

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicação

Presidente: *Silvio Brienza Júnior*

Secretário-Executivo: *Moacyr B. Dias-Filho*

Membros: *Antônio Pedro da Silva Souza Filho*

Noemi Vianna Martins Leão

Heloisa Helena da R. Serrufo Moraes

Andrea Liliane Pereira da Silva

Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Supervisão editorial e revisão de texto: *Narjara de F. G. da Silva Pastana*

Normalização bibliográfica: *Luiza de Marillac P. Braga Gonçalves*

Tratamento de imagens: *Vitor Trindade Lôbo*

Editoração eletrônica: *Euclides Pereira dos Santos Filho*

Foto da capa: *Elisa Ferreira Moura Cunha*

1ª edição

Publicação digitalizada (2017)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Amazônia Oriental

Carvalho, Ana Vânia

Caracterização físico-química de genótipos de macaxeira cultivados no Estado do Pará / Ana Vânia Carvalho, Elisa Ferreira Moura Cunha e João Tomé de Faria Neto. — Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2017.

20 p. 15 cm x 21 cm. — (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN1983-0483 ; 120).

1. Macaxeira. 2. Manihot esculenta Crantz. 3. Melhoramento genético vegetal. 4. Composição química. I. Cunha, Elisa Ferreira Moura. II. Faria Neto, João Tomé de. III. Embrapa Amazônia Oriental. IV. Título. V. Série.

CDD 21. ed. 633.682

© Embrapa 2017

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	10
Conclusões	16
Referências	17

Caracterização Físico-Química de Genótipos de Macaxeira Cultivados no Estado do Pará

*Ana Vânia Carvalho*¹

*Elisa Ferreira Moura Cunha*²

*João Tomé de Faria Neto*³

Resumo

O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização físico-química de 22 genótipos de macaxeira, oriundos do banco ativo de germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental e do programa de melhoramento genético da Embrapa Mandioca e Fruticultura, a fim de selecionar materiais promissores para recomendação ou para novos cruzamentos no programa de melhoramento dessa espécie no Estado do Pará. As raízes dos diferentes materiais genéticos foram caracterizadas quanto à cor, pH, acidez titulável, umidade, cinzas, fibras, proteínas, lipídeos, amido e carotenoides totais. Observou-se variação significativa entre os genótipos, para todas as características avaliadas, o que possibilita o melhoramento a partir da seleção de genótipos com características físico-químicas desejadas. O clone 2003 14-11 destacou-se por apresentar os maiores teores de amido (38,24% b.u.) e carotenoides totais (1111,50 µg/100 g b.u.), representando um genótipo promissor para a seleção genética.

Termos para indexação: *Manihot esculenta* Crantz, melhoramento genético, composição química, carotenoides totais.

¹Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência e Tecnologia, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

²Bióloga, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

³Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

Physicochemical Characteristics of Cassava Genotypes in Pará State

Abstract

The objective of this work was to carry out the physicochemical characterization of 22 genotypes of cassava roots from the active germplasm bank of Embrapa Amazônia Oriental and from program of Embrapa Mandioca e Fruticultura, in order to select promising materials for recommendation or for new crosses of the breeding program of this species in the state of Pará. The roots of the different genetic materials were characterized by color, pH, titratable acidity, moisture, ashes, fibers, proteins, lipids, starch and total carotenoids. Significant variation among some genotypes was observed for all characteristics evaluated, which allows the genetic improvement from the selection of genotypes with desired physical-chemical characteristics. The clone 2003 14-11 was characterized by the highest content for starch (38.24% w.b.) and total carotenoids (1111.50 μg / 100g w.b.), representing a promising genotype for genetic selection.

Index terms: *Manihot esculenta* Crants, plant breeding, chemical composition, total carotenoids.

Introdução

Originária da América do Sul, a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) pertence à família Euphorbiaceae e constitui um dos principais alimentos energéticos para cerca de 500 milhões de pessoas, sobretudo nos países em desenvolvimento, onde é cultivada em pequenas áreas com baixo nível tecnológico (COUTO, 2013).

As cultivares de mandioca são classificadas em doces ou de “mesa”, também conhecidas como aipim, macaxeira ou mandioca-mansa, normalmente utilizada para consumo humano nas formas cozida, frita ou como ingredientes para bolos e outras modalidades (CARVALHO et al., 1995; SOUZA; FIALHO, 2003). As mandiocas amargas ou mandiocas-bravas possuem maior teor de ácido cianídrico (HCN), o que inviabiliza o seu consumo in natura e, geralmente, são empregadas na indústria para a produção de farinha e fécula (SOUZA; FIALHO, 2003).

Segundo Cardoso et al. (2001), a maioria dos genótipos de mandioca utilizados pelos agricultores não têm origem conhecida, o que, em muitos casos, leva ao emprego de materiais com baixo potencial produtivo, ocasionando menor rendimento de raízes. Em razão dessa realidade, faz-se necessário a realização de estudos para avaliação e identificação dos genótipos mais indicados para o cultivo, os quais contribuirão para maior produtividade e retorno econômico na exploração da cultura (COUTO, 2013). Além disso, apesar de se adaptarem às mais diferentes condições edafoclimáticas, os genótipos de mandioca apresentam elevada interação com o ambiente, indicando que dificilmente apresentam comportamento semelhante em ambientes diferenciados (FUKUDA, 1986).

De acordo com Araújo et al. (2012), a mandioca é uma planta de origem brasileira que apresenta ampla variabilidade genética. Sabe-se que a caracterização físico-química dos recursos genéticos tem papel fundamental na recomendação de uma nova cultivar para trabalhos de melhoramento genético, assim como para a boa aceitação do produto pelo consumidor.

As raízes de mandioca apresentam uma composição média de 68,2% de umidade, 30% de amido, 2% de cinzas, 1,3% de proteínas, 0,2% de lipídeos e 0,3% de fibras (ALBUQUERQUE et al., 1993). São, portanto, essencialmente energéticas, apresentando elevados teores de carboidratos, principalmente polissacarídeos (FENIMAN, 2004).

A cor da polpa das raízes pode variar de branca a amarela, característica importante e que interfere na aceitação pelos consumidores locais, variando de acordo com a região do País. Normalmente, o consumidor prefere raízes macias, com menor quantidade de fibras, de modo que o maior teor de amido confere melhor sabor às raízes cozidas e às farinhas (COUTO, 2013).

A Embrapa Amazônia Oriental possui um Banco Ativo de Germoplasma (BAG) desde 1940 e mantém acessos de diferentes locais da região Norte do Brasil. Dessa coleção são selecionados genótipos para os ensaios de competição e recomendados para plantio nos diferentes locais do Estado do Pará, sendo fundamental a caracterização agrônômica e físico-química desses materiais.

O presente estudo teve como objetivo realizar a caracterização físico-química de raízes de macaxeira oriundas de acessos do BAG da Embrapa Amazônia Oriental e de material do programa de melhoramento genético da Embrapa Mandioca e Fruticultura, a fim de selecionar materiais promissores para recomendação ou para novos cruzamentos.

Material e Métodos

Foram analisados 22 genótipos de macaxeira, incluindo acessos provenientes do Banco de Germoplasma pertencente à Embrapa Amazônia Oriental, codificados como: CPATU 019, CPATU 034, CPATU 070, CPATU 115, CPATU 136, CPATU 183, CPATU 214, CPATU 232, CPATU 241, CPATU 271, CPATU 280, CPATU 283, CPATU 309 e CPATU 506; variedades plantadas em Igarapé-Açu: M.Escola e M.Seringal; material proveniente do programa de melhoramento genético da Embrapa Mandioca e Fruticultura: BRS Caipora, BGM 1722, BGM 115, BRS Dourada, Clone 2003 14-11

e Clone 2003 03-15. O experimento foi conduzido no Município de Igarapé-Açu, Pará (01°15'14" e 047°35'11"). O clima da região é classificado como do tipo Am, de acordo com Köppen (BASTOS; PACHECO, 1999). A pluviometria média anual é 2.495 mm e a temperatura média anual é 26,4 °C (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2009). O experimento foi conduzido entre agosto de 2013 e abril de 2014, em condições de terra firme, em solo pertencente à classe dos Latossolos, textura média. Foram realizadas a roçagem e a gradagem da área e o plantio foi efetuado de forma manual por meio de manivas cortadas com cerca de 20 cm e dispostas em covas com 10 cm de profundidade. Aos 30 dias após o plantio, foi realizada uma capina manual para o controle das ervas daninhas. As adubações de cobertura com N-P₂O₅-K₂O foram realizadas aos 40 dias após cada plantio, na formulação 10-28-20. Foram distribuídas 30 g em faixas ao lado (entorno de 15 cm) por planta.

Cerca de 2 kg de raízes de três plantas de cada genótipo foram colhidas aos 10 meses após o plantio e encaminhadas para o Laboratório de Agroindústria da Embrapa Amazônia Oriental. A época de colheita coincidiu com o período chuvoso na região. As raízes de cada genótipo foram descascadas e trituradas em multiprocessador doméstico, sendo a seguir caracterizadas quanto ao pH, acidez titulável, umidade, cinzas e proteínas, segundo a Cunniff (1997); fibras (GOERING; VAN SOEST, 1970); lipídeos (BLIGH; DYER, 1959); amido (CEREDA et al., 2004) e carotenoides totais (GODOY; RODRIGUEZ-AMAYA, 1994). Para o cálculo de carotenoides totais empregou-se os valores de absorvância no comprimento de onda do β-caroteno a 453 nm, sendo utilizado o coeficiente de absorção do β-caroteno em éter de petróleo ($A_{1\text{cm}}^{\%} = 2592$). Os resultados de carotenoides totais foram expressos em µg/100 g.

A cor instrumental foi determinada em colorímetro Color Quest XE (Hunter Lab, Reston, EUA). A leitura foi realizada com o aparelho ajustado em refletância, com especular incluída, utilizando-se o padrão de calibração branco (nº C6299 de 03/96) e cinza (nº C6299 de 03/96). A configuração incluiu iluminante D65 e ângulo de 10°. As leituras foram realizadas em sistema CIELAB (L*, a* e b*) à temperatura

de 22 °C, com uma área de visão de 1 pol., sendo utilizada cubeta de vidro de 20 mm de caminho óptico. A coordenada L^* representa a luminosidade das amostras e pode variar de 0 a 100, em que valores mais altos de L^* caracterizam amostras mais claras e valores menores de L^* (menores que 50) caracterizam amostras mais escuras (HUNTERLAB, 1996). A coordenada cromática a^* está associada à dimensão verde-vermelho, de modo que valores positivos de a^* indicam amostras mais avermelhadas e valores negativos indicam amostras mais esverdeadas. A coordenada cromática b^* está associada à dimensão azul-amarelo, em que valores positivos de b^* indicam amostras mais amareladas e valores negativos indicam amostras mais azuladas. Os resultados obtidos foram a média aritmética de 10 repetições, ou seja, leituras realizadas em 10 pedaços distintos de raízes para cada genótipo.

Os resultados das características avaliadas foram submetidos à análise de variância e as médias, quando significativas, comparadas pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o software Assistat versão 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2016).

Resultados e Discussão

De maneira geral, os genótipos apresentaram grande variabilidade genética com relação às características físico-químicas avaliadas (Tabelas 1 e 2).

Para a acidez titulável observou-se variação de 0,03% a 0,07% em ácido cítrico. Para o pH, os valores variaram de 6,33 a 7,50 para os genótipos Clone 2003 14-11 e CPATU 241, respectivamente. Essas análises são importantes no controle de qualidade de alimentos e para as raízes de mandioca indicam possível ocorrência de início de fermentação e conseqüentemente deterioração das raízes in natura. Couto (2013), em estudo sobre a caracterização de 21 cultivares de mandioca do semiárido mineiro em quatro épocas de colheita, observou variação para o pH de 5,70 a 6,65 e para a acidez titulável de 0,01% a 0,03% em ácido cítrico. Já Henrique et al. (2010) encontraram valores de pH entre 6,58 e 6,57, dentro da faixa observada no presente estudo.

Tabela 1. Acidez titulável (AT), pH e cor instrumental de raízes dos 22 genótipos de macaxeira cultivados em Igarapé-Açu e colhidos aos 10 meses após o plantio⁽¹⁾.

Genótipo	AT (% ácido cítrico)	pH	Cor		
			L*	a* b*	
CPATU 019	0,03 ± 0,00 g	7,35 ± 0,01 c	71,86 ± 0,65 c	0,18 ± 0,29 e	19,27 ± 0,94 e
CPATU 034	0,04 ± 0,01 f	7,46 ± 0,05 b	72,98 ± 0,45 a	0,85 ± 0,08 c	11,71 ± 0,47 h
CPATU 070	0,04 ± 0,00 e	7,20 ± 0,01 e	72,60 ± 0,19 b	0,99 ± 0,09 c	14,19 ± 0,76 g
CPATU 115	0,07 ± 0,00 a	6,38 ± 0,01 m	72,46 ± 0,29 b	0,50 ± 0,02 d	19,42 ± 0,48 e
CPATU 136	0,06 ± 0,01 b	6,47 ± 0,05 l	71,74 ± 0,46 c	0,69 ± 0,21 d	19,07 ± 0,91 e
CPATU 183	0,03 ± 0,00 g	7,35 ± 0,01 c	72,05 ± 0,35 c	0,36 ± 0,17 e	18,95 ± 0,51 e
CPATU 214	0,05 ± 0,00 c	6,64 ± 0,01 h	72,43 ± 0,27 b	0,20 ± 0,09 e	17,88 ± 0,25 f
CPATU 232	0,07 ± 0,00 a	6,56 ± 0,01 i	73,28 ± 0,32 a	0,03 ± 0,18 e	18,75 ± 0,54 e
CPATU 241	0,03 ± 0,01 h	7,50 ± 0,06 a	72,79 ± 0,46 b	0,33 ± 0,08 e	19,26 ± 0,39 e
CPATU 271	0,06 ± 0,01 b	6,58 ± 0,01 i	71,81 ± 0,47 c	0,51 ± 0,21 d	20,47 ± 0,59 d
CPATU 280	0,03 ± 0,00 g	7,36 ± 0,01 c	73,90 ± 0,31 a	0,05 ± 0,03 e	16,80 ± 0,76 f
CPATU 283	0,03 ± 0,00 g	7,25 ± 0,01 d	72,93 ± 0,52 b	0,02 ± 0,14 e	20,63 ± 0,63 d
CPATU 309	0,07 ± 0,00 a	6,57 ± 0,01 i	71,34 ± 0,46 c	0,27 ± 0,08 e	19,80 ± 0,14 e
CPATU 506	0,05 ± 0,01 c	6,78 ± 0,01 g	72,31 ± 0,32 b	0,01 ± 0,06 e	17,49 ± 0,50 f
M.Escola	0,07 ± 0,01 a	6,39 ± 0,01 m	71,32 ± 0,33 c	0,95 ± 0,18 c	19,67 ± 0,58 e
M.Seringal	0,04 ± 0,01 f	7,09 ± 0,01 f	70,59 ± 0,49 d	0,13 ± 0,13 e	17,59 ± 0,52 f
BRS Caipora	0,03 ± 0,01 h	7,42 ± 0,01 b	73,19 ± 0,74 a	0,52 ± 0,09 d	19,04 ± 1,44 e
BGM 1722	0,07 ± 0,01 a	6,50 ± 0,00 j	71,60 ± 0,66 c	0,80 ± 0,20 c	21,75 ± 1,34 c
BGM 115	0,03 ± 0,00 h	7,38 ± 0,01 c	71,49 ± 0,50 c	0,17 ± 0,16 e	20,17 ± 0,84 d
BRS Dourada	0,06 ± 0,00 c	6,46 ± 0,01 l	70,03 ± 0,31 e	0,23 ± 0,04 e	18,28 ± 0,44 e
Clone 2003 14-11	0,06 ± 0,01 b	6,33 ± 0,01 n	67,14 ± 0,46 f	1,88 ± 0,27 b	25,74 ± 0,80 a
Clone 2003 03-15	0,05 ± 0,01 d	6,36 ± 0,01 m	69,52 ± 0,72 e	3,75 ± 0,40 a	24,53 ± 0,49 b

⁽¹⁾ Resultados são média ± desvio-padrão. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Tabela 2. Caracterização físico-química de raízes de 22 genótipos de macaxeira cultivados em Igarapé-Açu, colhidos aos 10 meses após o plantio⁽²⁾.

Genótipo	Umidade (%)	Cinzas ⁽²⁾ (%)	Lípidos ⁽²⁾ (%)	Proteínas ⁽²⁾ (%)	Fibras ⁽²⁾ (%)	Amido ⁽²⁾ (%)	Carotenoides totais (mg/100 g)
CPATU 019	61,89 ± 0,25 f	2,58 ± 0,10 b	0,25 ± 0,01 g	1,50 ± 0,03 f	2,71 ± 0,22 f	79,06 ± 1,10 e	457,78 ± 35,99 e
CPATU 034	57,56 ± 0,80 j	2,28 ± 0,06 d	0,39 ± 0,01 b	1,68 ± 0,19 e	3,06 ± 0,08 e	70,62 ± 0,36 h	61,79 ± 2,68 g
CPATU 070	60,37 ± 0,46 g	2,18 ± 0,01 e	0,34 ± 0,02 d	2,29 ± 0,06 b	4,65 ± 0,15 b	69,45 ± 0,27 h	277,67 ± 17,85 f
CPATU 115	64,32 ± 0,20 d	2,54 ± 0,04 b	0,40 ± 0,01 b	1,45 ± 0,04 f	3,35 ± 0,34 d	84,56 ± 0,39 c	541,27 ± 17,24 d
CPATU 136	62,46 ± 0,54 f	1,91 ± 0,02 g	0,31 ± 0,01 e	1,23 ± 0,06 g	2,67 ± 0,02 f	84,39 ± 1,32 d	492,12 ± 65,56 d
CPATU 183	56,90 ± 0,40 j	2,07 ± 0,03 e	0,33 ± 0,01 d	1,77 ± 0,03 e	3,06 ± 0,14 e	73,75 ± 1,05 g	316,30 ± 20,53 f
CPATU 214	59,28 ± 0,06 h	2,11 ± 0,02 e	0,43 ± 0,02 a	1,20 ± 0,01 g	4,71 ± 0,28 b	76,07 ± 0,84 f	435,15 ± 24,12 e
CPATU 232	58,81 ± 0,52 i	2,01 ± 0,04 f	0,31 ± 0,01 e	1,86 ± 0,05 d	3,87 ± 0,16 c	92,83 ± 1,19 a	513,91 ± 31,98 d
CPATU 241	58,55 ± 0,15 i	2,01 ± 0,04 e	0,28 ± 0,01 f	1,53 ± 0,05 f	2,70 ± 0,17 f	73,31 ± 0,38 g	437,13 ± 25,17 e
CPATU 271	59,65 ± 0,60 h	2,29 ± 0,05 d	0,46 ± 0,02 a	1,44 ± 0,02 f	3,85 ± 0,21 c	85,98 ± 0,43 c	606,83 ± 52,47 c
CPATU 280	59,22 ± 0,39 h	2,31 ± 0,05 d	0,35 ± 0,01 c	1,27 ± 0,06 g	2,35 ± 0,01 f	76,24 ± 2,63 f	248,12 ± 31,41 f
CPATU 283	58,30 ± 0,32 i	2,13 ± 0,03 e	0,37 ± 0,01 c	1,45 ± 0,03 f	2,92 ± 0,02 e	74,33 ± 0,45 g	523,22 ± 22,19 d
CPATU 309	60,05 ± 0,59 g	2,44 ± 0,05 c	0,39 ± 0,02 b	1,46 ± 0,02 f	4,11 ± 0,20 c	84,09 ± 1,32 c	494,62 ± 17,16 d
CPATU 506	63,37 ± 0,73 e	2,27 ± 0,01 d	0,39 ± 0,02 b	1,49 ± 0,02 f	3,62 ± 0,08 d	78,42 ± 1,43 e	62,29 ± 5,43 g
M. Escola	61,40 ± 0,42 f	2,59 ± 0,07 b	0,38 ± 0,01 b	1,89 ± 0,01 d	4,03 ± 0,17 c	73,46 ± 0,82 g	743,12 ± 8,19 b
M. Seringal	63,18 ± 0,99 e	1,92 ± 0,06 g	0,24 ± 0,01 g	2,21 ± 0,05 b	3,03 ± 0,08 e	83,91 ± 0,90 d	525,80 ± 38,73 d
BRS Caiçora	59,25 ± 0,62 h	2,11 ± 0,03 e	0,31 ± 0,01 e	1,22 ± 0,05 g	3,21 ± 0,02 e	82,52 ± 0,40 d	403,45 ± 22,42 e
BGM 1722	65,54 ± 0,24 c	2,46 ± 0,04 c	0,34 ± 0,01 d	1,66 ± 0,01 e	4,93 ± 0,21 b	75,68 ± 1,55 f	758,90 ± 20,28 b
BGM 115	59,05 ± 0,11 h	1,52 ± 0,05 h	0,37 ± 0,01 c	2,13 ± 0,09 c	2,62 ± 0,06 f	70,62 ± 0,31 h	658,36 ± 29,42 c
BRS Dourada	66,86 ± 0,24 b	2,44 ± 0,06 c	0,44 ± 0,02 a	1,73 ± 0,01 e	3,82 ± 0,31 c	92,34 ± 0,98 a	615,14 ± 57,56 c
Clone 2003 14-11	73,45 ± 0,43 a	3,09 ± 0,01 a	0,44 ± 0,02 a	2,93 ± 0,07 a	6,26 ± 0,37 a	88,65 ± 1,25 b	1111,50 ± 39,48 a
Clone 2003 03-15	64,70 ± 0,50 d	2,30 ± 0,03 d	0,37 ± 0,01 c	2,21 ± 0,07 b	4,00 ± 0,12 c	76,25 ± 1,18 f	724,44 ± 115,16 b

⁽¹⁾ Valores são média ± desvio-padrão. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

⁽²⁾ Resultados em base seca.

Com relação à análise de cor instrumental, observaram-se para o parâmetro L^* valores superiores a 50, para a coordenada cromática a^* valores próximos ao zero e valores positivos para b^* , o que caracteriza as amostras analisadas como claras e de coloração levemente amarelada, destacando-se o Clone 2003 14-11 e o Clone 2003 03-15 como os genótipos mais amarelos, o que pode representar um atrativo para aqueles consumidores que preferem raízes mais amareladas.

Observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) para a umidade das raízes, com valores entre 56,90% (CPATU 183) e 73,45% (Clone 2003 14-11) (Tabela 2). Tais valores são próximos aos resultados obtidos por Couto (2013) de 58,45% a 83,81%, Fenimam (2004) de 66,86% e Padonou et al. (2005) de 60,3% a 80,9%. De acordo com Couto (2013), as diferenças na umidade das raízes de mandioca podem ser oriundas da variação da quantidade de água disponível no solo e da fase vegetativa da planta, além de características intrínsecas ao material genético. Normalmente, raízes com menor umidade e maior quantidade de matéria seca apresentam teores de amido mais elevados e são consideradas de melhor qualidade culinária, uma vez que o amido confere melhor sabor às raízes cozidas e às farinhas (COUTO, 2013).

Segundo Ceni et al. (2009), o elevado teor de água das raízes de mandioca, em torno de 65%, é um fator que limita o armazenamento das raízes, principalmente em condições de temperatura ambiente e umidade relativa elevadas, promovendo uma deterioração mais rápida do que o observado para outras raízes, como a batata-doce e a cenoura. Ainda, segundo os autores, as deteriorações de ordem fisiológica e microbiológica rapidamente se instalam após a colheita das raízes de mandioca, tornando-as impróprias para o consumo. Assim, nas raízes com menor umidade, a deterioração fisiológica ocorrerá mais lentamente e, portanto, são mais indicadas para a comercialização in natura, destacando-se aqui os genótipos CPATU 183, CPATU 232, CPATU 241, CPATU 283 e CPATU 034.

Para o teor de cinzas, verificou-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre os genótipos, com teores de 1,52% a 3,09%, para as amostras BGM 115 e Clone 2003 14-11, respectivamente. Feniman (2004), em estudo sobre a caracterização de raízes de mandioca da cultivar IAC 576-70, observou teor de 2,4% de cinzas e Ceni et al. (2009), avaliando os componentes nutricionais de cinco cultivares de mandioca, observaram valores variando de 2,53% a 3,50% em base seca, próximos aos observados para alguns genótipos do presente estudo. Esses valores médios podem ser considerados elevados e são um indicativo de concentração significativa de minerais nas raízes de macaxeira, destacando-se o Clone 2003 14-11, o M.Escola, o CPATU 115 e o CPATU 019, a serem selecionados no programa de melhoramento genético como genótipos nutricionalmente superiores em termos de teores de minerais.

Sabe-se que as raízes de mandioca possuem baixos teores de lipídeos e, para os genótipos avaliados, a variação foi de 0,24% (M.Seringal) a 0,46% (CPATU 271), estando próximo ao valor de 0,40% relatado por Feniman (2004). Para o programa de melhoramento genético, essa característica é pouco importante, visto que raízes de mandioca apresentam sempre valores muito baixos de lipídeos e, portanto, não é um atributo considerado na seleção de materiais genéticos superiores.

Para a análise de proteínas, observou-se variação de 1,20% (CPATU 214) a 2,93% (Clone 2003 14-11), estando coerentes com outros valores relatados na literatura, de 1,9 e 2,1% (FENIMAN, 2004) e 1,47% a 2,81% (BARBOSA et al., 2007). Genótipos de mandioca com maiores teores proteicos são desejáveis do ponto de vista nutricional e, portanto, o teor de proteína é uma característica importante a ser considerada no programa de melhoramento genético. Entre os genótipos analisados, destacaram-se Clone 2003 14-11, Clone 2003 03-15, CPATU 070 e M.Seringal com os maiores teores proteicos.

O teor de fibras diferiu significativamente entre os genótipos e variou de 2,35% (CPATU 280) a 6,26% (Clone 2003 14-11). Segundo Ceni et al. (2009), o teor de fibras nas raízes de mandioca poderá aumentar

com a idade da planta e/ou estar vinculado à característica intrínseca da cultivar. De acordo com Grizotto e Menezes (2003), a mandioca pode ser considerada excelente fonte de fibras dietéticas: celulose e lignina. Destas, a celulose é o componente principal, correspondendo a aproximadamente 90% a 98% do total, e a lignina é o componente de menor concentração. As evidências dos benefícios ocasionados pelo consumo de alimentos ricos em fibras são bastante conhecidas. Rivera et al. (1993) constataram que o nível de colesterol das populações indígenas nativas de áreas rurais da Venezuela eram inferiores aos da área urbana, e, segundo os autores, uma das razões poderia ser o consumo de mandioca com elevado teor de fibra dietética.

Entre os materiais genéticos avaliados destacaram-se, com os maiores teores, o Clone 2003 14-11, o BGM 1722, o CPATU 070 e o CPATU 214. Vale salientar que, embora o teor de fibras seja uma importante característica funcional, no caso do consumo de raízes de mandioca na forma cozida, elevados teores de fibras podem acarretar em rejeição por parte dos consumidores, uma vez que interferem diretamente na maciez das raízes. Assim, recomenda-se que a avaliação sensorial de materiais genéticos selecionados faça parte do programa de melhoramento genético de raízes de mandioca para consumo in natura.

Verificou-se variação significativa para o teor de amido entre os genótipos avaliados, com o menor valor para o genótipo CPATU 070 (69,45%) e o maior valor para o CPATU 232 (92,83%). De acordo com Couto (2013), raízes com maiores teores de amido são melhores, pois têm maior rendimento de produção e maior valor econômico, de modo que as raízes de mandioca economicamente viáveis devem apresentar teor de amido acima de 20% em base úmida. Sendo assim, todos os genótipos avaliados apresentaram teores de amido superiores a 20%, variando de 27,52 (CPATU 070) a 38,24% (CPATU 232) (base úmida).

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, observou-se diferença significativa na concentração de carotenoides totais de alguns genótipos de macaxeira estudados, com teores variando de

61,79 mg/100 g a 1111,50 mg/100 g. Os menores valores foram observados para os genótipos CPATU 034 (61,79 mg/100 g) e CPATU 506 (62,29 mg/100 g). Já o clone 2003 14-11 destacou-se com o maior teor de carotenoides totais, 1111,50 mg/100 g, valor significativamente superior às médias observadas para os demais genótipos avaliados. Esse clone 2003 14-11 é proveniente do programa de melhoramento de mandioca da Embrapa Mandioca e Fruticultura, que visa obter genótipos de macaxeira biofortificados, com foco no aumento de carotenoides (FUKUDA, 2009). Mezette et al. (2009), em estudo sobre a seleção de 12 clones-elite de mandioca de mesa, observaram valor médio geral de 641,85 mg/100 g de raízes frescas (base úmida) e intervalo de variação de 329,5 mg/100 g a 1108,1 mg/100 g, próximos aos observados no presente estudo, à exceção dos genótipos CPATU 034 e CPATU 506, que apresentaram valores inferiores. Já Chávez et al. (2005) avaliaram mais de 2 mil acessos de raízes de mandioca do banco de germoplasma do Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat) da Colômbia e relataram teores variando de 102 mg/100 g a 1040 mg/100 g (base úmida), estando de acordo com os valores observados no presente estudo.

Conclusões

O clone 2003 14-11 é um genótipo promissor para a seleção genética, pois apresentou elevado teor de amido e carotenoides totais. Entretanto, há necessidade de avaliar suas características agronômicas.

Referências

- ALBUQUERQUE, T. T. de O.; MIRANDA, L. C. G. de; SALIM, J.; TELES, F. F. F.; QUIRINO, J. das G. Composição centesimal da raiz de 10 variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cultivadas em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 12, n. 1/2, p. 7-12, 1993.
- ARAÚJO, F. das C. B. de; CUNHA, R. L.; MOURA, E. F.; FARIAS NETO, J. T. de. Caracterização e variabilidade físico-química de raízes de mandioca (*Manihot esculenta*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém, PA. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012. 1 CD-ROM.
- BARBOSA, C. Z. dos R.; ALVES, J. M. A.; SCHWENGBER, D. R.; SOUSA, R. de C. P. de; SILVA, S. M.; UCHÔA, S. C. P.; SMIDERLE, O. J.; ALBUQUERQUE, J. de A. A. de. Caracterização de dez clones de mandioca cultivados no estado de Roraima. **Agro@mbiente**, v. 1, n. 1, p. 24-27, 2007.
- BASTOS, T. X.; PACHECO, N. A. **Características agroclimáticas de Igarapé Açu, PA e suas implicações para as culturas anuais:** feijão caupi, milho, arroz e mandioca. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 30 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa, 25).
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

CARDOSO, E. M. R.; MÜLLER, A. A.; SANTOS, A. I. M. dos; HOMMA, A. K. O.; ALVES, R. N. B. **Processamento e comercialização de produtos derivados de mandioca no nordeste paraense**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 28p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 102).

CARVALHO, P. C. L. de; FUKUDA, W. M. G.; CRUZ, P. J.; COSTA, J. A. Avaliação agrônômica e tecnológica de cultivares de mandioca para consumo "in natura". **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 14, n. 1/2, p. 7-15, 1995.

CENI, G. C.; COLET, R.; PERUZZOLO, M.; WITSCHINSKI, F.; TOMICKI, L.; BARRIQUELLO, A. L.; VALDUGA, E. Avaliação de componentes nutricionais de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 1, p. 107-111, 2009.

CEREDA, M. P.; DAIUTO, E. R; VILPOUX, O. Metodologia de determinação de amido por digestão ácida em micro-ondas. **Revista da Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca**, v. 2, p. 29, 2004.

CHÁVEZ, A. L.; SÁNCHEZ, T.; JARAMILLO, G.; BEDOYA, J. M.; ECHEVERRY, J.; BOLAÑOS, E. A.; CEBALLOS, H.; IGLESIAS, C. A. Variation of quality traits in cassava roots evaluated in landraces and improved clones. **Euphytica**, v. 143, n. ½, p. 125-133, 2005.

COUTO, E. M. **Caracterização de cultivares de mandioca do Semi-Árido mineiro em quatro épocas de colheita**. 2013. 117 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CUNNIFF, P. (Ed.). **Official methods of analysis of AOAC international**. 16.ed. Gaithersburg: AOAC International, 1997. v. 2.

FENIMAN, C. M. **Caracterização de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) do cultivar IAC 576-70 quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita**. 2004. 83 f.. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

FUKUDA, W. M. G. **Melhoramento genético de mandioca para adaptação em diferentes Ecossistemas**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1986. 9 p. VI Curso Intensivo Nacional de Mandioca realizado em Cruz das Almas, BA. 1986.

FUKUDA, W. M. G. 2009. Use of Brazilian genetic diversity in cassava breeding program. p. 116-129. In: MARIANTE, A. da S.; SAMPAIO, M. J. A.; INGLIS, M. C. V. (Ed.). **The State of Brazil's plant genetic resources: second national report : conservation and sustainable utilization for food and agriculture**. Brasília, DF : Embrapa Technological Information, 2009. p.116-119.

GODOY, H. T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Occurrence of cis-isomers of provitamin A in Brazilian fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 42, n. 6, p.1306-1313, 1994.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington, DC: Agricultural Research Service, , 1970. 379 p.

GRIZOTTO, R. K.; MENEZES, H. C. de. Avaliação da aceitação de "chips" de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 79-86, 2003. Suplemento.

HENRIQUE, C. M.; PRATI, P.; SARMENTO, S. B. S. Alterações fisiológicas em raízes de mandioca minimamente processadas. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 7, n. 1, 2010. Disponível em <www.aptaregional.sp.gov.br/artigos> . Acesso em: 12 dez. 2016.

HUNTERLAB. CIE L*a*b* color scale. **Applications Note**, v. 8, n. 7, 1996. Disponível em: <<https://www.hunterlab.com/application-notes.html>>. Acesso em: 30 mar. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normas climatológicas do Brasil 1961-1990. Brasília, DF, 2009. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 13 out. 2014.

MEZETTE, T. F.; CARVALHO, C. R. L.; MORGANO, M. A.; SILVA, M. G. da; PARRA, E. S. B.; GALERA, J. M. S. V.; VALLE, T. L. Seleção de clones-elite de mandioca de mesa visando a características agronômicas, tecnológicas e químicas. **Bragantia**, v. 68, n. 3, p. 601-609, 2009.

PADONOU, W.; MESTRES, C.; NAGO, M. C. The quality of boiled cassava roots: instrumental and relationship with physicochemical properties and sensorial properties. **Food Chemistry**, London, v. 89, n. 2, p. 261-270, 2005.

RIVERA, C. J.; GERARDI, A. G.; INFANTE, R. B.; CARRASCO, H. J.; RODRÍGUEZ, O. Dietary fiber analysis of cassava using gravimetric methods. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 43, n. 1, p. 78-80, 1993.

SILVA, F. de A. S.e .; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SOUZA, L. da S.; FIALHO, J. de F. **Cultivo da mandioca para a região do cerrado: irrigação**. [Cruz das Almas]: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_cerrados/irrigacao.htm>. Acesso em: 11 nov. 2016.

Embrapa

Amazônia Oriental

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**



CGPE 13815