

## CARACTERIZAÇÃO DE RAÍZES DE GENÓTIPOS DE MANDIOCA PRODUZIDOS NO SEMIÁRIDO DE MINAS GERAIS

**Ariane Castricini<sup>1</sup>; Maria Geralda Vilela Rodrigues<sup>1</sup>; Adriana Madeira de Jesus<sup>2</sup>;  
Miryan Francielle Pereira Serpa<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> EPAMIG - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Unidade Regional Epamig Norte de Minas/ Fazenda Experimental do Gortuba. Nova Porteirinha – MG, Brasil. Bolsista FAPEMIG. ariane@epamig.br; magevr@epamig.br

<sup>2</sup> EPAMIG - Unidade Regional Triângulo e Alto Paranaíba/ Fazenda Experimental Getúlio Vargas. Uberaba – MG, Brasil. adriana.madeira@epamig.br

<sup>3</sup> UNIMONTES – Universidade Estadual de Montes Claros, curso de Agronomia. Janaúba – MG, Brasil. Bolsista FAPEMIG. miryan\_serpa@hotmail.com

### 1 RESUMO

A região semiárida de Minas Gerais é caracterizada por longos períodos de seca, onde cultivos com menores exigências hídricas, como a mandioca, são alternativas aos produtores que não fazem uso de irrigação. Este trabalho teve como objetivo caracterizar raízes de genótipos de mandioca cultivados sem irrigação, por meio de avaliações químicas e morfológicas. Raízes de 23 genótipos foram colhidas e caracterizadas aos 15 meses após o plantio. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com três repetições de quatro raízes por parcela. A maioria das raízes apresentou cor externa marrom claro, córtex branco ou creme, polpa branca, epiderme de textura rugosa, pouca ou nenhuma constrição na raiz e forma cônica-cilíndrica. Os genótipos 356 e Paulistinha caracterizaram-se por apresentar polpa menos ácida. Os genótipos 12818, Olho Roxo, 347, BRS Dourada, IAC712, BRS Gema de Ovo, Olho Roxo Local, Mantiqueira, Amarelinha, Mico, 118, Prato Cheio e IAC127 apresentaram maiores teores de sólidos solúveis; IAC 127 e Aipim Abacate, maior teor de ácido ascórbico; e os genótipos Aipim Abacate e BRS Gema de Ovo, maiores teores de carotenóides na polpa. Alguns genótipos apresentaram raízes com características distintas e importantes sob o ponto de vista nutricional (ácido ascórbico e carotenóides) e morfológico.

**Palavras-chave:** *Manihot esculenta*; pós-colheita; morfologia da raiz.

### CHARACTERIZATION OF THE ROOTS OF CASSAVA GENOTYPES PRODUCED IN THE MINAS GERAIS SEMIARID

## 2 ABSTRACT

The semiarid region of Minas Gerais is characterized by long dry periods, where crops that do not require much water, such as cassava, are alternatives to producers who do not use irrigation. This study aimed to characterize the roots of cassava genotypes grown without irrigation through morphological and chemical evaluations. Roots of 23 genotypes were collected and characterized 15 months after planting. We used a completely randomized design with three replicates of four roots per plot. Most of the sample roots had dark brown external color, white or cream cortex, white pulp, roughened texture of epidermis, little or no constriction in the root and cylindrical-conical shape. Genotypes 356 and "Paulistinha" (in Portuguese) were characterized by having less acidic pulp. The genotypes 12818, "Olho Roxo", 347, "BRS Dourada", IAC712, "BRS Gema de Ovo", "Olho Roxo Local", "Mantiqueira", "Amarelinha", "Mico", 118, "Prato Cheio" and IAC127 showed higher levels of total soluble solids. IAC 127 and "Aipim Abacate" had higher ascorbic acid content. "Aipim Abacate" and "BRS Gema de Ovo" had higher values of total carotenoids in the pulp. Some genotypes developed roots with distinct characteristics that are important from the nutritional (ascorbic acid and carotenoids) and morphological point of views.

**Keywords:** *Manihot esculenta*; postharvest; quality; root morphology.

## 3 INTRODUÇÃO

A mandioca é cultivada há mais de 500 anos, inicialmente pelos índios, na América Latina e, posteriormente, introduzida nos Continentes Africano e Asiático (FUKUDA et al., 2006). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de mandioca com produção de 23.044 mil toneladas (FAO, 2012). O Norte de Minas Gerais, nono produtor nacional, produz 208 mil t e responde por 25% da produção do estado (IBGE, 2012). Por ser extremamente tolerante às condições de restrição hídrica (EL-SHARKAWY; DE TAFUR, 2010) a cultura tem grande importância econômica e social para esta região, localizada no semi-árido mineiro.

A mandioca é consumida *in natura*, minimamente processada ou processada para fabricação de chips, farinhas e fécula (amido). Para os diferentes usos, faz-se necessária a caracterização das variedades, que, segundo Fukuda et al. (2006), representam um dos principais componentes tecnológicos do sistema de produção, pela capacidade da mandioca adaptar-se às mais diferentes condições de cultivo e ser pouco exigente em insumos e água.

A capacidade de usar água eficientemente permite a exploração da mandioca em regiões com estações secas prolongadas, sendo extremamente tolerante às condições de restrição de disponibilidade hídrica (EL-SHARKAWY; DE TAFUR, 2010). Entretanto, quando

a planta de mandioca é conduzida em ambientes com condições climáticas e edáficas favoráveis, a produção de raízes e de biomassa biológica é elevada (EL-SHARKAWY, 2012).

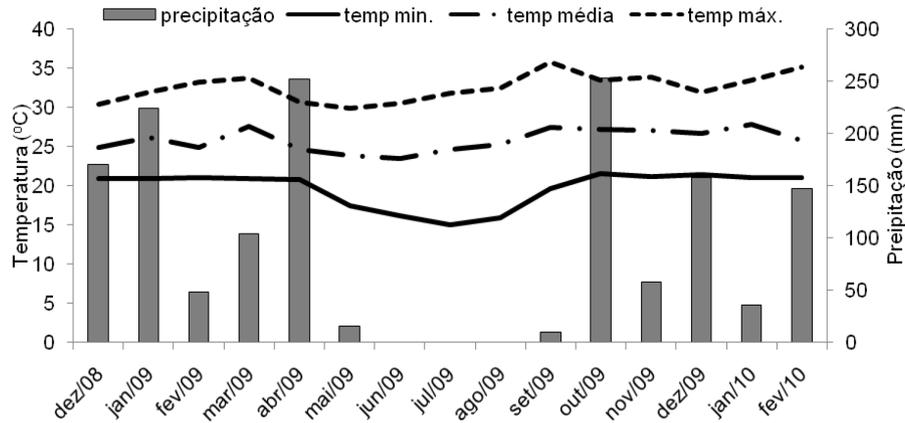
Há diferença entre genótipos de mandioca quanto às características morfológicas das raízes tuberosas (VIDIGAL FILHO *et al.*, 2000; VIEIRA *et al.*, 2008; SOARES, 2011), além das características químicas e de cocção (BORGES; FUKUDA E ROSSETI, 2002; SOARES, 2011; MENEZES, 2012; COUTO 2013).

Varietades de mandioca destinadas à comercialização das raízes, além de bom desempenho agrícola, como boa produtividade, resistência a pragas e doenças, uniformidade e padrão comercial das raízes e facilidade de práticas culturais, também devem atender às exigências sensoriais e tecnológicas do consumidor final, demonstrando sabor característico, textura macia e cozimento rápido (MEZETTE *et al.*, 2009). No Brasil, o provável centro de origem e de diversidade da mandioca (OLSEN, 2004), a variabilidade genética da espécie é elevada inclusive quanto à coloração da polpa das raízes (VIEIRA *et al.*, 2008). Segundo Couto (2013), há diferença entre variedades de mandioca cultivadas nas condições do sequeiro do Norte de Minas Gerais, quanto às características químicas e morfológicas das raízes tuberosas.

Neste trabalho objetivou-se caracterizar raízes de genótipos de mandioca cultivados em sequeiro, por meio de avaliações químicas e morfológicas.

#### **4 MATERIAL E MÉTODOS**

Os genótipos de mandioca foram cultivados em sequeiro, na Fazenda Experimental de Mocambinho (FEMO), pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig). A FEMO localiza-se no Perímetro Irrigado do Jaíba, em Mocambinho, município de Jaíba-MG. Segundo informações coletadas na estação 83389 do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), a FEMO encontra-se a 452 m de altitude, insolação de 2.774,2 horas anuais, e umidade relativa de 59,9%. As temperaturas médias e a precipitação mensal do período de condução das plantas no campo se encontram na Figura 1.



**Figura 1.** Temperaturas médias (mínima, média e máxima) e precipitação mensal do período de condução das plantas no campo. (Fonte: estação 83389 do INMET, em Jaíba, MG).

A área experimental está localizada a 48°05' de longitude oeste e 15°06' de latitude sul, em solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, com 220, 680 e 100 g kg<sup>-1</sup> de argila, areia e silte respectivamente, na profundidade de 0-20 cm. O experimento foi conduzido, portanto, em condições adequadas ao cultivo da mandioca segundo Souza e Fialho (2007).

Os tratamentos foram distribuídos na área em blocos casualizados, com 3 repetições, sendo cada parcela composta por duas linhas de 10 plantas. O plantio foi feito em 2008, no espaçamento 1,00 x 0,60 m. Cada parcela ocupou 12 m<sup>2</sup>. A colheita foi realizada 450 dias após o plantio. Para as caracterizações de pós-colheita, utilizaram-se três repetições, constituídas por quatro raízes por parcela.

Dos genótipos, 20 são integrantes de uma coleção antiga existente na Epamig (118, 141, 266, 347, 356, 361, 12818, Aipim Abacate, Amarelinha, Cidade rica, Engana ladrão, IAC 127, IAC 12829, IAC 1418, IAC 712, Mico, Olho roxo, Paulistinha, Prato cheio e Mantiqueira), dois foram desenvolvidos pela Embrapa (BRS Gema de Ovo e BRS Dourada) e a Olho roxo local que é um material tradicional da região de Mocaminho.

Foram caracterizadas as raízes dos genótipos de mandioca, por meio de avaliações morfológicas e químicas, um dia após a colheita. Para a caracterização morfológica foram utilizados 6 descritores morfológicos (mínimos, principais e secundários), conforme apresentados na Tabela 1, de acordo com Fukuda e Guevara (1998).

**Tabela 1.** Descritores morfológicos para mandioca (adaptado de Fukuda e Guevara, 1998).

Classificação dos descritores morfológicos	Descritores
Mínimos	<p>Cor externa da raiz – branco ou creme, amarelo, marrom claro, marrom escuro.</p> <p>Cor do córtex da raiz – branco ou creme, amarelo, rosado, roxo.</p> <p>Cor da polpa da raiz – branca, creme, amarela, rosada.</p> <p>Textura da epiderme da raiz – lisa, rugosa.</p>
Principais	<p>Constrições nas raízes – pouca ou nenhuma, média, muitas.</p> <p>Pouca ou nenhuma: ausência ou uma constrição; Média: presença de constrição em parte da raiz e Muitas: constrições ao longo de toda a raiz.</p>
Secundário	<p>Forma da raiz – cônica, cônica-cilíndrica, cilíndrica, irregular.</p>  <p>The image shows four cassava roots against a light blue background. From left to right: a small conical root labeled 'cônica', a root with a tapered top and wider base labeled 'cônica cilíndrica', a root with a relatively uniform thickness labeled 'cilíndrica', and a long, twisted root labeled 'irregular'.</p>

As características químicas avaliadas foram: sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e pH, teor de ácido ascórbico e de carotenóides da polpa.

Os sólidos solúveis foram determinados por leitura direta em refratômetro digital, conforme normas da AOAC (1990) e expresso em °Brix; para a acidez titulável e o pH utilizou-se pHâmetro digital com leitura direta do pH no extrato e para AT procedeu-se a titulação com NaOH 0,1 N até pH 8,3 de acordo com técnica descrita por Cecchi (2003) e expressa em mL de NaOH 0,1N 100g<sup>-1</sup> de polpa fresca. O teor de ácido ascórbico foi determinado pelo método de Tillmans modificado (CARVALHO et al., 1990), com valores expressos em mg de ácido ascórbico em 100g de polpa, utilizou-se o indicador DCFI (2,6-diclorofenol indofenol-sódio) que tem forte ação redutora pelo ácido ascórbico presente na amostra e para o teor de carotenóides da polpa, amostras de 1 g da polpa foram coletadas e colocadas em frascos escuros contendo 10 ml de etanol a 95% e acondicionadas em ambiente refrigerado por 24 h. Após este período, as amostras foram filtradas em algodão e o volume completado para 15 ml com etanol. Este extrato contendo os pigmentos foi levado ao espectrofotômetro. A absorvância (A) da clorofila “a” foi determinada a 664 nm, clorofila “b” a 648 nm e dos carotenóides totais a 470 nm. O cálculo da concentração da clorofila “a”

( $C_a$ ), da clorofila "b" ( $C_b$ ), das clorofilas totais "a" e "b" ( $C_{a+b}$ ) e dos carotenóides totais ( $C_{x+c}$ ) foi realizado de acordo com Lichtenthaler (1987), com leituras obtidas em espectrofotômetro e valores expressos em  $\mu\text{g}$  por ml de extrato. A concentração final foi expressa em  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  de polpa.

A análise de variância e o teste Scott Knott foram realizados por meio do software Saeg 9.1, assim como os testes de normalidade e homogeneidade das variâncias (Lilliefors e Cochran e Bartlett, respectivamente). Os dados do teor de carotenóides foram transformados para log, para que apresentassem distribuição normal pelo teste de Lilliefors ( $V_{\text{calculado}} = 0,10$ ;  $V_{\text{tabelado}} = 0,16$ ).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

É possível que ao longo dos anos parte da identificação de alguns dos genótipos da coleção antiga da Epamig tenha se perdido. Entretanto, optou-se por avaliar este material visando resgate, já que resistiu por vários ciclos de produção (mais de 10 anos) em condição de severo déficit hídrico, sem irrigação, em solo franco arenoso.

Na Tabela 2 são apresentados os grupos distintos de genótipos, onde a maioria apresentou cor externa marrom claro, córtex branco ou creme, polpa branca, epiderme de textura rugosa, pouca ou nenhuma constrição da raiz e forma cônica-cilíndrica.

Vieira et al. (2008) verificaram que existe preferência dos povos que domesticaram a cultura da mandioca por alguns caracteres como: raízes sem constrições, textura rugosa da casca e cor da polpa branca. Para esses autores, a forma da raiz é de menor interesse agrônomo. De acordo com Fernandes et al. (2009), tanto para a coloração externa da raiz, quanto para o córtex, a coloração clara tem melhor aceitação. Isso porque, durante o processamento da mandioca, a raspagem da casca é feita manualmente, e alguns resíduos permanecem, podendo comprometer a qualidade do produto final (RAMOS, 2007).

**Tabela 2.** Características morfológicas de genótipos de mandioca produzidos no semiárido mineiro.

Descritores Morfológicos da Raiz	Característica	Genótipos
Cor externa	Marrom escuro	Cidade Rica, BRS Dourada, IAC12829, IAC1418, IAC712, Olho Roxo, Olho Roxo Local, Mantiqueira, Prato Cheio e 118.
	Marrom claro	Amarelinha, 141, Engana Ladrão, 356, 347, IAC127, 361, 266, Paulistinha, BRS Gema de Ovo, Mico, Aipim Abacate e 12818.
Cor do córtex	Branco ou creme	Aipim Abacate, Mico, BRS Gema de Ovo, Amarelinha, Olho Roxo Local, 118, Cidade Rica, Paulistinha, Engana Ladrão, IAC127, Prato Cheio, 141, IAC712, 266, IAC1418, 347, IAC12829, 356, Mantiqueira e 361.
	Rosado	12818, BRS Dourada e Olho Roxo.
Cor da polpa	Branca	Olho Roxo, Amarelinha, Paulistinha, Prato Cheio, Engana Ladrão, 141, 266, IAC1418, 347, IAC712, 356, Mantiqueira, 361, Mico e 12818.
	Creme	BRS Dourada, Olho Roxo Local, IAC12829, Aipim Abacate, IAC127 e Cidade Rica.
	Amarela	BRS Gema de Ovo e 118.
Textura da epiderme	Lisa	Amarelinha, IAC712, IAC127, 356, Engana Ladrão, Paulistinha e Olho Roxo Local.
	Rugosa	Aipim Abacate, Mico, Cidade Rica, Olho Roxo, BRS Dourada, Prato cheio, BRS Gema de Ovo, 118, IAC12829, 347, IAC1418, 361, Mantiqueira, 12818, 141 e 266.
Constrições	Poucas ou nenhuma	Amarelinha, BRS Gema de Ovo, IAC127, IAC12829, IAC712, Mantiqueira, Mico, Olho Roxo, Prato Cheio, 141, 266, 347, 356, 12818
	Médias	Aipim Abacate, Cidade Rica, BRS Dourada, Engana Ladrão, IAC1418, Olho Roxo Local, Paulistinha, 118, 361
Forma	Cônica-cilíndrica	Aipim Abacate, Prato Cheio, Cidade Rica, 118, BRS Dourada, 141, Engana Ladrão, 266, BRS Gema de Ovo, 356, Mico, 361, Olho Roxo, Olho Roxo Local, Amarelinha, 347, IAC127 e IAC712.
	Cilíndrica	Mantiqueira, IAC1418, Paulistinha, 12818 e IAC12829.

Houve diferença significativa entre os genótipos para pH, teor de sólidos solúveis (ss), acidez titulável (at) e ácido e ascórbico (aa) (Tabela 3). O pH da polpa variou entre 5,95 e 6,25, sendo os valores médios apresentados na Tabela 3. Esses valores estão próximos à faixa de 5,0 a 6,5, considerada por Adams (1991), como o intervalo de pH adequado para a conservação de produtos de origem vegetal. Os maiores valores foram verificados na polpa dos genótipos 356 e Paulistinha. Os genótipos de menores pH foram Amarelinha, 347, 266 e BRS Gema de Ovo. Os materiais com maior pH da polpa, de acordo com Alves et al. (2005), podem ser mais perecíveis que os demais, visto que esses autores observaram que o decréscimo da acidez e, conseqüentemente, aumento de pH, possibilitou o crescimento de microorganismos e o aparecimento de deterioração fisiológica a partir de 24 dias de armazenamento de mandiocas embaladas a vácuo. O pH é um fator de grande importância na limitação da capacidade de desenvolvimento de microorganismos no alimento (SOUZA et al., 2008).

O teor de sólidos solúveis foi estatisticamente maior em 13 genótipos, com valor médio de 3,02°Brix. Os genótipos 141, Aipim Abacate e Engana Ladrão, apresentam menor teor deste componente. O teor de sólidos solúveis é importante parâmetro utilizado nas avaliações de pós-colheita, já que a partir dele pode-se inferir sobre o sabor do vegetal. Os valores de sólidos solúveis do presente trabalho estão abaixo daqueles encontrados por Oliveira, Pantaroto e Cereda (2003), para raízes do cultivar IAC 576-70 minimamente processadas, durante 28 dias de armazenamento.

Na Tabela 3 também são apresentados os valores da acidez titulável. A maior acidez da polpa foi verificada no genótipo Cidade Rica e estatisticamente menor nos genótipos 356, IAC 712, Paulistinha, IAC 127 e Aipim Abacate. Os valores de acidez dos genótipos do presente trabalho estão dentro da faixa encontrada por Bezerra et al. (2002), que trabalharam com raízes minimamente processadas.

**Tabela 3.** Médias dos valores de pH, sólidos solúveis, acidez titulável e ácido ascórbico de raízes de genótipos de mandioca.

Genótipos	pH	Sólidos Solúveis (°Brix)	Acidez titulável (mLNaOH 0,1N 100g polpa <sup>-1</sup> )	Ácido Ascórbico (mg 100g polpa <sup>-1</sup> )
118	6,06 E	2,83 A	1,16 C	49,01 I
141	6,00 G	2,43 C	1,00 D	68,13 E
266	5,94 J	2,7 B	1,26 B	66,67 F
347	5,94 J	3,1 A	1,06 D	52,45 H
356	6,24 A	2,63 B	0,9 E	57,84 G
361	6,00 G	2,53 B	1,03 D	74,01 D
12818	6,14 C	3,03 A	1,26 B	75,00 D
Aipim Abacate	5,99 G	2,36 C	0,66 E	88,23 A
Amarelinha	5,94 J	2,83 A	1,06 D	83,82 B
BRS Dourada	6,00 G	3,06 A	0,93 D	82,84 B
BRS Gema de Ovo	5,89 J	2,93 A	1,23 C	78,92 C
Cidade Rica	5,98 H	2,7 B	1,93 A	66,66 F
Engana Ladrão	6,06 E	2,23 C	1,03 D	73,52 D
IAC 127	6,05 F	2,76 A	0,8 E	87,25 A
IAC 12829	6,01 G	2,7 B	1,2 C	72,05 D
IAC 1418	6,04 F	2,7 B	1,16 C	68,62 E
IAC 712	5,97 I	2,93 A	0,86 E	71,56 D
Mantiqueira	6,09 D	2,86 A	1,33 B	69,11 E
Mico	5,97 I	2,83 A	1,00 D	73,52 D
Olho Roxo	6,2 B	3,16 A	1,1 D	75,00 D
Olho Roxo Local	6,09 D	2,93 A	1,00 D	65,68 F
Paulistinha	6,25 A	2,56 B	0,83 E	69,11 E
Prato Cheio	6,01 G	2,08 A	1,36 B	74,01 D

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferiram entre si teste Scott-Knott (5%).

A determinação da acidez total em alimentos é importante haja vista que através dela podem-se obter dados valiosos na apreciação do processamento e do estado de conservação dos alimentos. A acidez é resultante dos ácidos orgânicos existentes no alimento, dos adicionados propositadamente (quando processados) e também daqueles provenientes das alterações químicas dos mesmos.

O teor de ácido ascórbico na polpa dos diferentes genótipos pode ser observado na Tabela 3. Os genótipos Aipim Abacate e IAC 127 apresentaram maior teor de ácido

ascórbico na polpa (87,26 e 88,23 mg 100g<sup>-1</sup> de polpa fresca, respectivamente), o genótipo 118 apresentou o menor teor (49,01 mg 100g<sup>-1</sup> de polpa fresca).

Em razão do seu forte poder antioxidante (BARATA-SOARES et al., 2004), enquanto teores adequados da forma não oxidada do ácido ascórbico forem mantidos no tecido, o escurecimento é prevenido. Níveis de ácido ascórbico e deidroascórbico foram detectados em raízes de mandioca na faixa de 120-150 mg 100g<sup>-1</sup> (base seca) e 56-70 mg 100g<sup>-1</sup> (base seca), respectivamente, o que pode ser considerado uma vantagem para a sua conservação.

Quanto ao teor de carotenóides presente na polpa, dos 23 genótipos que compõem este trabalho, apenas 10 foram avaliados, pois os demais apresentaram valores negativos e, portanto, não houve possibilidade de avaliação estatística. Os dez genótipos da referida análise de variância são: Amarelinha, 347, IAC12829, IAC712, 12818, Aipim Abacate, BRS Gema de Ovo, BRS Dourada e Olho Roxo Local. Houve diferença significativa entre os mesmos (Tabela 4).

**Tabela 4.** Teor de carotenóides na polpa de diferentes genótipos de mandioca.

Genótipos	Carotenóides da polpa (µg g <sup>-1</sup> polpa)	
347	0,96	B
12818	0,63	C
Aipim Abacate	1,41	A
Amarelinha	0,81	C
BRS Dourada	1,03	B
BRS Gema de Ovo	1,24	A
IAC12829	0,82	C
IAC712	0,68	C
Olho Roxo Local	0,37	C
Paulistinha	0,72	C

Médias seguidas de mesma letra não diferiram entre si a 5% pelo teste Scott-Knott

Os genótipos Aipim Abacate e BRS Gema de Ovo apresentaram os maiores valores de carotenóides totais na polpa, com cor da polpa creme e amarela, respectivamente. Valores intermediários foram verificados em BRS Dourada e 347, e os menores valores em IAC12829, Amarelinha, Paulistinha, ICA712, 12818 e Olho Roxo Local.

O teor de carotenóides pode variar não somente em função do genótipo, mas em função da idade do tecido da raiz. Chávez et al. (2008) avaliaram estes teores em diferentes partes (proximal, central e distal) das raízes do clone CM 2772-3, que possui intermediários

níveis de carotenóides, e verificaram que os tecidos mais antigos (proximal) acumularam mais carotenóides que os mais jovens (porções central e distal).

A importância nutritiva dos carotenóides é atribuída à sua conversão em vitamina A, no caso do betacaroteno, e a sua capacidade de extinguir o oxigênio singlete (propriedade antioxidante), como no caso do licopeno (NASSAR *et al.*, 2009). O consumo de vitamina A procedente de fontes alimentares é caracteristicamente baixo nas classes sociais pobres da maioria dos países em desenvolvimento, inclusive o Brasil (SARNI, 2010). Por isto um alimento com teores mais elevados deste nutriente, e que faça parte de alimentação típica da população, é muito importante.

Chávez *et al.* (2005), ao avaliarem características de qualidade da raiz de mandioca, observaram que os teores de carotenóides variaram muito (1,02 a 10,40  $\mu\text{g g}^{-1}$  de tecido fresco) entre os mais de dois mil genótipos avaliados. Os autores verificaram que os teores de carotenóides correlacionaram com a cor das raízes ( $\rho = 0,860$ ) e com o potencial cianogênico ( $\rho = 0,305$ ). No decorrer do processamento pode ocorrer degradação dos carotenóides, conforme verificado por Oliveira *et al.* (2010), já que o calor, a luz e o oxigênio podem contribuir com a diminuição de seu teor. Os autores destacam a importância de se aperfeiçoar o processo de secagem, para minimizar essas perdas, pois, grande parte desse alimento é consumido pela população de baixa renda e que também tem menos acesso a outras fontes de precursores de vitamina A.

## 6 CONCLUSÕES

Os genótipos estudados apresentam raízes com características distintas e importantes sob o ponto de vista nutricional (químico) e morfológico.

## 7 AGRADECIMENTOS

Ao BNB pelo financiamento do projeto e à Fapemig, pelo financiamento do projeto e pela concessão das bolsas BIPDT e BIC.

## 8 REFERÊNCIAS

ADAMS, J. B. Review: Enzyme inactivation during heat processing of food-stuffs. *International Journal of Food Science & Technology*, v. 26, p. 1-20, 1991.

ALVES, A.; CANSIAN, R. L.; STUART, G.; VALDUGA, E. Alterações na qualidade de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) minimamente processadas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 330-337, 2005.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. v. 2, 15.ed. Arlington: Helrich, K.C., 1990. 1298p.

BARATA-SOARES, A. D.; GOMEZ, M. L. P. A.; MESQUITA, C. H.; LAJOLO, F. M. Ascorbic acid biosynthesis: a precursor study on plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 16, p. 147-154, 2004.

BEZERRA, V. S.; PEREIRA, R. G. F. A.; CARVALHO, V. D.; VILELA, E. R. Raízes de mandioca minimamente processadas: efeito do branqueamento na qualidade e na conservação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 3, p. 564-575, 2002.

BORGES, M. F.; FUKUDA, W. M. G.; ROSSETTI, A. G. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 1559-1565, 2002.

CARVALHO, C. R. L.; MANTOVANI, D. M. B.; CARVALHO, P. R. N.; MORAES, R. M. **Análises Químicas de Alimentos**. Campinas: ITAL, 1990. 121p.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2.ed.rev. Campinas: Editora Unicamp, 2003. 208p.

CHÁVEZ, A. L.; CEBALLOS, H.; RODRIGUES-AMAYA, D. B.; PEREZ, J. C.; SÁNCHEZ, T.; CALLE, F.; MORANTE, N. Sampling variation for carotenoids and dry matter contents in cassava roots. **Journal of Root Crops**, v. 34, p. 43-49, 2008.

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

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

EL-SHARKAWY, M. A. Stress-tolerant cassava: the role of integrative ecophysiology-breeding research in crop improvement. **Open Journal of Soil Science**, v. 2, p.162-186, 2012.

EL-SHARKAWY, M. A.; DE TAFUR, S. M. Comparative photosynthesis, growth, productivity, and nutrient use efficiency among tall- and short-stemmed rain-fed cassava cultivars. **Photosynthetica**, v. 48, p. 173-188, 2010.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura Y la Alimentación. **Estadísticas**, 2012. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostat>>. Acesso em: 24 nov. 2013.

FERNANDES, E. T.; VIANA, A. E. S.; CARDOSO, A. D.; CARDOSO JÚNIOR, N. S.; LOPES, S. C.; GUIMARÃES, D. G.; ANJOS, D. N.; MAGALHÃES, G. C.; FOGAÇA, J. J. N. L. Caracterização morfológica e produtiva de mandioca variedade periquita cultivada em Vitória da Conquista-BA. In: Congresso Brasileiro de Mandioca, 13., Botucatu, **Anais...** Botucatu 2009. p.301-305.

FUKUDA, W. M. G.; GUEVARA, C. L. **Descritores Morfológicos e agronômicos para a caracterização de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*)**. Cruz das Almas: Embrapa, 1998, 38p (Documentos 78).

FUKUDA, W. M. G. **Variedades**. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Ed.) Aspectos Socioeconômicos e Agronômicos da Mandioca. Cruz das Almas: EMBRAPA, 2006, p. 433-454.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mandioca**, 2012. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=p&o=20>. Acesso em: nov. 2013.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: Packer, L.; Douce, R. (Ed.) **Methods in enzymology**. New York: Academic Press, 1987. v. 148, p. 350-382.

MELO, Â. A. M.; VILAS BOAS, E. V. B. Inibição do escurecimento enzimático de banana maçã minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p. 110-115, 2006.

MENEZES, J. B. C. **Caracterização, avaliação e processamento mínimo de seis variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais**. 2012. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias, Agroecologia) - Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2012.

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 agrônômicas, tecnológicas e químicas. **Bragantia**, v. 68, p. 601-609, 2009.

NASSAR, N. M. A.; JUNIOR, O. P.; SOUZA, M. V.; ORTIZ, R. Improving carotenoids and amino-acids in cassava. **Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture**, v. 1, p. 32-38, 2009.

OLIVEIRA, A. R. G.; CARVALHO, L. M. J.; NUTTI, M. R.; CARVALHO, J. L. V.; FUKUDA, W. G. Assessment and degradation study of total carotenoid and  $\beta$ -carotene in bitter yellow cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties. **African Journal of Food Science**, v. 4, p. 148-155, 2010.

OLIVEIRA, M. A. de; PANTAROTO, S.; CEREDA, M. P. Efeito da sanitização e de agente antioxidante em raízes de mandioca minimamente processadas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, p. 339-344, 2003.

OLSEN, K. M. SNPs, SSRs and inferences on cassava's origin. **Plant Molecular Biology**, v. 56, p. 517-526, 2004.

RAMOS, P. A. S. **Caracterização morfológica e reprodutiva de nove variedades de mandioca cultivadas no Sudoeste da Bahia**. 2007. 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

SARNI, R. O. S.; SOUZA, F. I. S.; COCCO, R. R.; MALLOZI, M. C.; SOLÉ, D. Micronutrientes e sistema imunológico. **Revista Brasileira de Alergia e Imunopatologia**, v. 33, p. 8-13, 2010.

SOARES, M. R. S. **Características de variedade de mandioca em função de épocas de colheita**. 2011. 110f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2011.

SOUZA, J. M. L.; ÁLVARES, V. S., LEITE, F. M. N.; REIS, F. S., FELISBERTO, F. A. V. Caracterização físico-química de farinhas oriundas de variedades de mandioca utilizadas no Vale do Juruá, Acre. **Acta Amazônica**, v. 38, p. 761-766, 2008.

SOUZA, L. S.; FIALHO, J. F. **Cultivo da Mandioca para a Região do Cerrado**. Sistemas de Produção, 8, Versão eletrônica, Jan. 2003. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca\\_cerrados/irrigacao.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_cerrados/irrigacao.htm)> Acesso em: 25 jan. 2007

VIDIGAL FILHO, P. S.; PEQUENO, M. G.; SCAPIM, C. A.; VIDIGAL, M. C. G.; MAIA, R. R.; SAGRILO, E.; SIMON, G. A.; LIMA, R. S. Avaliação de cultivares de mandioca na região noroeste do Paraná. **Bragantia**, v. 59, p. 69-75, 2000.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; SILVA, M. S.; FUKUDA, W. M. G.; FALEIRO, F. G. Variabilidade genética do banco de germoplasma de mandioca da Embrapa Cerrados acessada por meio de descritores morfológicos. **Científica: Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, p. 56-67, 2008.