

Teor de carotenoides totais e compostos  
cianogênicos em *snack* de mandioca



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Mandioca e Fruticultura  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
115**

Teor de carotenoides totais e compostos  
cianogênicos em *snack* de mandioca

*Luciana Alves de Oliveira  
Ronielli Cardoso Reis  
Hannah Miranda Santana  
Jaciene Lopes de Jesus  
Vanderlei da Silva Santos  
José Luiz Viana de Carvalho*

**Embrapa Mandioca e Fruticultura**  
Cruz das Almas, BA  
2020

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Mandioca e Fruticultura**  
Rua Embrapa, s/nº, Caixa Postal 07  
44380-000, Cruz das Almas, Bahia  
Fone: 75 3312-8048  
Fax: 75 3312-8097  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Mandioca e Fruticultura

Presidente  
*Francisco Ferraz Laranjeira*

Secretário-Executivo  
*Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro*

Membros  
*Aldo Vilar Trindade, Ana Lúcia Borges, Eliseth de Souza Viana, Fabiana Fumi Cerqueira Sasaki, Harllen Sandro Alves Silva, Leandro de Souza Rocha, Marcela Silva Nascimento*

Supervisão editorial  
*Francisco Ferraz Laranjeira*

Revisão de texto  
*Adriana Villar Tullio Marinho*

Normalização bibliográfica  
*Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Anapaula Rosário Lopes*

Foto da capa  
*Tâmara Maria de Souza Santos*

**1ª edição**  
On-line (2020).

**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 Mandioca e Fruticultura

---

Teor de carotenoides totais e compostos cianogênicos em snack de mandioca /  
Luciana Alves de Oliveira... [et. al.]. Cruz das Almas, BA : Embrapa Mandioca e  
Fruticultura, 2020.

15 p.: il. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Mandioca e  
Fruticultura, ISSN 1809-5003, 115)

1. Mandioca 2. Composto cianogênico I. Oliveira, Luciana Alves de II. Reis,  
Ronielli Cardoso III. Santana, Hannah Miranda IV. Jesus; Jaciene Lopes de V.  
Santos, Vanderlei da Silva VI. Carvalho, José Luiz Viana de VII. Título. VIII. Série.

---

CDD 633.682

© Embrapa, 2020

## Sumário

---

Resumo .....	5
Abstract .....	6
Introdução.....	7
Material e métodos .....	9
Genótipos avaliados.....	9
Elaboração do <i>snack</i> .....	9
Carotenoides totais e compostos cianogênicos .....	9
Análise estatística .....	10
Resultados e discussão.....	10
Conclusão.....	13
Agradecimentos.....	13
Referências .....	13



## Teor de carotenoides totais e compostos cianogênicos em *snack* de mandioca

Luciana Alves de Oliveira<sup>1\*</sup>

Ronielli Cardoso Reis<sup>2\*</sup>

Hannah Miranda Santana<sup>3</sup>

Jaciene Lopes de Jesus<sup>4</sup>

Vanderlei da Silva Santos<sup>5</sup>

José Luiz Viana de Carvalho<sup>6</sup>

**Resumo** – A mandioca é classificada em brava e mansa em função do teor dos compostos cianogênicos. A mandioca de mesa, mansa ou doce, é assim denominada em função do teor de compostos cianogênicos nas raízes abaixo de 100  $\mu\text{g g}^{-1}$ . As variedades comerciais de mandioca são deficientes em vitamina A e o consumo de mandioca biofortificada, que apresenta maior concentração de  $\beta$ -caroteno nas raízes, representa uma alternativa para prevenir a deficiência dessa vitamina. O objetivo desse estudo foi avaliar o teor de carotenoides totais e compostos cianogênicos no *snack* elaborado a partir de raízes de quatro genótipos de mandioca. O produto obtido com as quatro variedades apresentou baixa concentração de compostos cianogênicos, menor do que 3,5  $\mu\text{g}$  de HCN  $\text{g}^{-1}$ , sendo seguro para o consumo. Os *snacks* obtidos a partir da variedade BRS Jari e do híbrido 2003 14-11 apresentaram as maiores concentrações de carotenoides totais, sendo boas opções para o desenvolvimento desse produto.

**Termos para indexação:** *Manihot esculenta* Crantz, cianeto, secagem, mandioca de mesa.

---

<sup>1</sup> Engenheira Química, doutora em Engenharia Química, pesquisadora da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

<sup>2</sup> Engenheira de Alimentos, doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

<sup>3</sup> Estudante de Licenciatura em Biologia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA.

<sup>4</sup> Engenheira de Alimentos, mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, analista da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

<sup>5</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em genética e melhoramento de plantas, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

<sup>6</sup> Engenheiro-agrônomo, mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Guaratiba, RJ.

\* Os dois primeiros autores contribuíram igualmente na publicação.

## Total carotenoids and cyanogenic compounds contents in cassava snack

**Abstract** – Cassava is classified as bitter and sweet according to the content of cyanogenic compounds. Sweet cassava or sweet manioc is named because of the cyanogenic compounds content in its roots below  $100 \mu\text{g g}^{-1}$ . Cassava commercial varieties are deficient in vitamin A and the consumption of biofortified cassava, which has a higher concentration of  $\beta$ -carotene in the roots, represents an alternative to prevent deficiency this vitamin. The aim of this study was to evaluate the total carotenoid and cyanogenic compounds content in the snack made from roots of four cassava genotypes. The product obtained with the four varieties presented low concentration of cyanogenic compounds, less than  $3.5 \mu\text{g}$  of HCN  $\text{g}^{-1}$  being safe for consumption. The snacks obtained from the variety BRS Jari and the hybrid 2003 14-11 presented the highest concentrations of total carotenoids, being good options for the development of this product.

**Keywords:** *Manihot esculenta* Crantz, cyanide, drying, sweet cassava.

## Introdução

---

A raiz de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é amplamente cultivada e seu consumo faz parte da cultura de muitos países em desenvolvimento. A mandioca é um alimento básico para milhões de pessoas nas regiões tropicais da África, América Latina e Ásia (García-Segovia et al., 2016; Nambisan, 2011).

O consumo de variedades de mandioca com maiores teores de  $\beta$ -caroteno, precursor da vitamina A, pode ser uma forma de prevenir a deficiência dessa vitamina em populações em que a mandioca é o alimento básico (Ceballos et al., 2012). As variedades de mandioca, normalmente cultivadas, são deficientes em vitamina A, o que limita a sua utilização como principal alimento da dieta considerando a importância deste micronutriente (Oluranti et al., 2016).

As variedades BRS Dourada e BRS Gema de Ovo, foram recomendadas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura em 2005, e a BRS Jari lançada em 2009, como variedades de mesa, com maiores teores de pró-vitamina A que as variedades comerciais de polpa branca (Araujo; Almeida, 2013).

A presença de glicosídeos cianogênicos (linamarina e lotaustralina) na mandioca é um limitante para sua utilização devido à liberação do ácido cianídrico, que é um composto tóxico. Os glicosídeos cianogênicos liberam cianidrinas pela hidrólise enzimática (enzima endógena linamarase). As cianidrinas são convertidas em ácido cianídrico e cetonas, correspondentes pela ação da enzima hidroxinitrila liase ou em pH > 4 e temperatura > 30 °C (Montagnac et al., 2009; Oluranti et al., 2016; Nambisan, 2011).

A mandioca mansa, também conhecida por mandioca de mesa, doce, aipim ou macaxeira, é assim denominada em função do baixo teor de compostos cianogênicos na polpa da raiz. Enquanto que as variedades denominadas bravas, também denominadas de amargas ou venenosas, apresentam concentrações mais elevadas.

A mandioca de mesa é definida como a matéria-prima que apresenta teor de ácido cianídrico (HCN) menor que 50 mg por kg de raiz fresca (FAO; WHO, 2012). Em estudo realizado pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) em 1985, com 206 variedades do Estado de São Paulo, a grande maioria



das variedades utilizadas como mandioca de mesa (67%), continham até 100 mg de HCN por kg de raiz fresca (Lorenzi et al., 1993). A partir desse estudo, a concentração de 100 mg de HCN por kg de raiz fresca passou a ser considerado pelo IAC como o limite superior para a variedade de mandioca de mesa, sendo esse valor amplamente utilizado no Brasil.

Os compostos cianogênicos, presentes na mandioca brava, são em grande parte removidos durante o processamento da farinha nas etapas de trituração e prensagem e na extração do amido. Portanto, as raízes da mandioca brava podem ser consumidas desde que devidamente processadas.

Porém, a etapa de cozimento da mandioca é menos eficiente na eliminação dos compostos cianogênicos e por isso a mandioca de mesa deve apresentar baixo teor desses compostos.

O consumo culinário das raízes de mandioca mansa é bastante diversificado e essas podem ser utilizadas na forma cozida, frita, na composição de pratos mais sofisticados e no desenvolvimento de novos produtos. A mandioca mansa pode ser comercializada como vegetal fresco, refrigerada, congelada, pré-cozida e congelada, *chips* e massa que podem ser utilizadas em salgados e purê (Moreto; Neubert, 2014; Oliveira; Moraes, 2009).

Os *snacks* (salgadinhos, aperitivos ou lanches) são produtos de elevada vida de prateleira, acessíveis, baratos e fáceis de comer, sem a necessidade de outra preparação (Omidiran et al., 2016). Entre os *snacks*, os *chips* de mandioca são obtidos pelo processo de fritura das raízes (Grizotto; Menezes, 2002), o que aumenta consideravelmente o teor de lipídios e o valor calórico do produto final.

A produção de *snack* pelo processo de desidratação utilizando variedades biofortificadas é uma alternativa para a obtenção de um produto com menor valor calórico e que atenda à demanda dos consumidores por alimentos mais saudáveis. Entretanto, deve-se considerar que durante o processo de desidratação ocorre a concentração dos compostos cianogênicos, podendo ultrapassar o limite estabelecido pela FAO; WHO (2012) que é de 10 mg por quilo de alimento processado. Com base no exposto, o objetivo desse estudo foi avaliar o teor de carotenoides totais e compostos cianogênicos em *snacks* de mandioca elaborados a partir de diferentes variedades.

## Material e métodos

---

### Genótipos avaliados

Foram selecionados quatro clones de mandioca para a elaboração dos *snacks*: BRS Dourada, BRS Gema de Ovo, BRS Jari e o híbrido 2003 14-11. As plantas desses genótipos foram cultivadas na Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, Bahia, Brasil. No mínimo 10 raízes sadias, de cada genótipo, foram colhidas com 12 meses, das quais cinco foram utilizadas para o processamento do *snack* e cinco para as análises de carotenoides totais e compostos cianogênicos. As raízes foram processadas e preparadas para a análise no mesmo dia da colheita.

### Elaboração do *snack*

Para a elaboração dos *snacks*, as raízes foram lavadas com água, sanitizadas com hipoclorito de sódio ( $50 \text{ mg L}^{-1}$ ), descascadas e fatiadas com 0,8 mm de espessura. As fatias das raízes (500 g) foram submetidas ao branqueamento em solução com 5 L de água, 50 mL de óleo vegetal e 85 g de cloreto de sódio, à temperatura de  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  por 2 minutos. Após o branqueamento, as fatias foram imersas em água gelada por 30 segundos, drenadas, dispostas em bandejas e desidratadas em secador com circulação forçada de ar à temperatura de  $65 \text{ }^\circ\text{C}$ , por aproximadamente 3h30.

### Carotenoides totais e compostos cianogênicos

A amostragem foi realizada conforme metodologia padronizada e descrita por Rodriguez-Amaya e Kimura (2004). As raízes in natura foram cortadas em cilindros, quarteadas, os lados opostos triturados em processador de alimentos e homogeneizados. Para a análise do produto, 80 g de cada repetição foi triturada e homogeneizada.

A quantificação dos carotenoides totais da matéria-prima e dos *snacks* foi realizada conforme metodologia descrita por Rodriguez-Amaya e Kimura (2004). Os carotenoides totais foram extraídos com acetona, particionados com éter de petróleo e quantificados por espectrofotometria, a 450 nm, utilizando o coeficiente de absorção de  $\beta$ -caroteno em éter de petróleo (2592).

A determinação dos compostos cianogênicos (cianeto livre,  $\alpha$ -hidroxinitrila e glicosídeos cianogênicos), foi realizada de acordo com Essers (1994). O método consiste na extração destes compostos, com posterior reação do cianeto com cloramina T e isonicotinato 1,3-dimetil barbiturato, e determinação espectrofotométrica a 605 nm. Para a liberação do cianeto glicosídico, utiliza-se a enzima linamarase, à qual foi extraída da folha da mandioca, segundo Cooke (1979). Aproximadamente 50 g de raiz fresca ou 20 g de *snack* foram utilizados para a extração dos compostos cianogênicos com 150 ml da solução  $\text{H}_3\text{PO}_4$  0,1 M em 25% de etanol.

## Análise estatística

Os resultados foram submetidos ao teste F da análise de variância, e as médias dos genótipos foram agrupadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2010).

## Resultados e discussão

---

A concentração dos compostos cianogênicos, nas raízes frescas, foi baixa nos genótipos avaliados e o híbrido 14-11 apresentou a maior concentração, diferindo da variedade BRS Gema de Ovo, que apresentou 4,39  $\mu\text{g HCN g}^{-1}$  (Tabela 1).

Oliveira et al. (2007) e Oliveira et al. (2009) avaliaram a variedade BRS Dourada e observaram teores de compostos cianogênicos superiores ao desse estudo, 75,0  $\mu\text{g de HCN g}^{-1}$  e 44,0  $\mu\text{g de HCN g}^{-1}$  de mandioca fresca, respectivamente. Santos et al. (2011) e Santos et al. (2013) determinaram o teor desses compostos na variedade BRS Jari, à qual apresentou valores semelhantes ao do presente trabalho, 7,9  $\mu\text{g de HCN g}^{-1}$  e 5,4  $\mu\text{g de HCN g}^{-1}$  de raiz fresca, respectivamente. Santos et al. (2013) avaliaram o híbrido 14-11 em seis épocas de colheita (6 a 11 meses), apresentando aos 11 meses o teor de 3,6  $\mu\text{g de HCN g}^{-1}$  de mandioca fresca (híbrido 14-11), valores próximos ao do presente estudo. A variação no teor dos glicocianetos, na mesma variedade, pode ser explicada pela influência de vários fatores como adubação, clima, condições de estresse hídrico, idade de colheita, teor de nitrogênio no solo (Cereda, 2004; Hidayat et al., 2002; Nambisan, 2011; Montagnac et al., 2009).

**Tabela 1.** Teor de compostos cianogênicos e carotenoides totais na raiz fresca e nos *snacks* de mandioca elaborados a partir das variedades de mandioca.

Variedades	Compostos cianogênicos ( $\mu\text{g}$ de HCN $\text{g}^{-1}$ )		Carotenoides totais ( $\mu\text{g}$ $\text{g}^{-1}$ )	
	Raiz fresca	<i>Snack</i>	Raiz fresca	<i>Snack</i>
BRS Dourada	5,23ab	1,85a	4,69b	7,66b
BRS Gema de ovo	4,39b	2,52a	3,32b	4,95b
BRS Jari	5,04ab	3,23a	10,54a	27,92a
Híbrido 14-11	7,37a	2,38a	6,92ab	23,93a
Média	5,51A	2,50B	6,37B	16,12A
F	4,74*	0,70 <sup>ns</sup>	6,57*	70,40**
<b>CVe(%)</b>	<b>18,70</b>	<b>41,91</b>	<b>33,46</b>	<b>13,83</b>

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância;

\* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F;

<sup>ns</sup> não significativo pelo teste F;

CVe: coeficiente de variação experimental.

Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os *snacks* elaborados a partir das diferentes variedades e o valor médio foi de 2,50  $\mu\text{g}$  HCN  $\text{g}^{-1}$ .

O valor médio do teor de compostos cianogênicos nas raízes in natura (5,5  $\mu\text{g}$  HCN  $\text{g}^{-1}$ ) foi maior do que nos *snacks* de mandioca (2,5  $\mu\text{g}$  HCN  $\text{g}^{-1}$ ), provavelmente devido à hidrólise dos glicocianetos, que ocorre durante as etapas de descascamento e fatiamento, ou devido à lixiviação dos glicocianetos e cianidrinas durante o branqueamento das fatias de mandioca, uma vez que os glicosídeos cianogênicos (linamarina e lotaustralina), as cianidrinas correspondentes e o cianeto são solúveis em água (National, 2019).

A enzima linamarase que atua na hidrólise dos glicocianetos, perde a sua atividade (desnatura) na etapa de branqueamento a 100 °C, não realizando a hidrólise dos glicocianetos a cianidrina. Corrêa et al. (2002), avaliando a atividade da linamarase, observaram que entre 15 °C e 30 °C a atividade enzimática manteve-se estável por duas horas, enquanto em temperaturas maiores que 30 °C a enzima perdeu progressivamente sua atividade. A 35 °C e 40 °C a enzima perdeu, respectivamente, 30% e 57% da sua atividade e a 50 °C, 60 °C e 70 °C a enzima perdeu totalmente a atividade após duas horas (Corrêa et al., 2002). Frois et al. (2014), observaram que

a linamarase mostrou-se termoestável a 40 °C, e que apresentou atividade insignificante a 60 °C, sendo inativada quando incubada a 70 °C e 80 °C.

O cozimento da mandioca remove em torno de 50% desses compostos pela solubilização na água; se for realizado o corte da raiz em pedaços pequenos antes do cozimento, a remoção pode chegar a 80%. A diminuição dos pedaços da raiz ou o aumento do volume da água de cozimento podem aumentar a eficiência na extração dos compostos cianogênicos (Montagnac et al., 2009; Nambisan, 2011).

Durante a desidratação a 65 °C, ocorre a concentração dos glicosídeos cianogênicos e cianidrininas ainda presentes na raiz, pois esses compostos possuem ponto de ebulição maior do que 65 °C. Embora o ácido cianídrico apresente ponto de ebulição de 25,6 °C (National, 2019), a linamarina e a lotaustralina possuem ponto de ebulição acima de 470 °C e as cianidrininas correspondentes acima de 90 °C (American Chemicals, 2012-2017; National, 2019;). Entretanto, mesmo com a concentração desses compostos durante a desidratação, os *snacks* apresentaram valores inferiores a 10 µg HCN g<sup>-1</sup>, limite máximo estabelecido pela FAO; WHO (2012) para alimentos processados.

O teor de carotenoides totais na matéria-prima variou de 3,32 µg g<sup>-1</sup> (BRS Gema de ovo) a 10,54 µg g<sup>-1</sup> (BRS Jari) (Tabela 1). Os resultados são semelhantes aos observados por Carvalho et al. (2012) para o híbrido 2003 14-11 e para a variedade BRS Dourada, 7,03 µg g<sup>-1</sup> e 3,19 µg de carotenoides totais g<sup>-1</sup>, respectivamente.

Os *snacks* obtidos a partir da variedade BRS Jari e do híbrido 2003 14-11 apresentaram as maiores concentrações de carotenoides totais (Tabela 1). Apesar da degradação de parte dos carotenoides durante o processamento, a concentração desses compostos nos *snacks* ocorre devido à remoção da água no processo de desidratação.

Os resultados do presente estudo são maiores do que os obtidos por Chávez et al. (2006), os quais avaliaram o teor de carotenoides totais em três genótipos submetidos a diferentes processos (mandioca cozida, farinha tipo gari, fatias secas à sombra, secas ao sol e secas em estufa) e observaram maior teor nas fatias secas na estufa a 60 °C por 24 horas (7,40 µg g<sup>-1</sup>), seguida pela mandioca cozida (6,14 µg g<sup>-1</sup>) e pelas fatias secas à sombra por 6 a 7 dias (5,98). Oliveira et al. (2010), observaram a degradação dos

carotenoides totais de 5 genótipos de mandioca processados na forma de farinha e observaram teores menores, entre  $1,05 \mu\text{g g}^{-1}$  e  $9,07 \mu\text{g g}^{-1}$  de carotenoides totais  $\text{g}^{-1}$ , do que para a BRS Jari e o híbrido 14-11. Oluranti et al. (2016), avaliaram o teor em *chips* de mandioca desidratado e em quatro produtos fermentados de mandioca (farinha tipo gari, farinha tipo pupuru, fufu e lafun) produzidos de diferentes formas, a partir de três genótipos, e obtiveram valores semelhante ao da BRS Jari, desse estudo, para o genótipo TMS 01/1371 fatiado e desidratado ( $27,11 \mu\text{g g}^{-1}$ ). Portanto, os teores de carotenoides totais nos *snacks* obtidos, neste estudo, com a variedade BRS Jari e o híbrido 2003 14-11, são semelhantes ou superiores aos observados na literatura, o que indica a possibilidade de uso da mandioca biofortificada para o desenvolvimento do *snack* como um meio para minimizar a deficiência de vitamina A.

## Conclusão

---

Os *snacks* elaborados apresentaram teores de compostos cianogênicos abaixo de  $3,5 \mu\text{g}$  de HCN  $\text{g}^{-1}$  de produto.

Os *snacks* obtidos a partir da variedade BRS Jari e do híbrido 2003 14-11 apresentaram as maiores concentrações de carotenoides totais em relação as demais variedades estudadas, sendo boas opções para o desenvolvimento desse produto.

## Agradecimentos

---

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia - FAPESB pela bolsa de iniciação científica e ao programa HarvestPlus pelo apoio financeiro.

## Referências

---

AMERICAN CHEMICALS, 2012-2017. Disponível em: <http://www.american-chemicals.com/search/> Acesso em: 26 set. 2019.

ARAUJO, J. C.; ALMEIDA, C. O. **Inventário de variedades de mandioca lançadas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura no período de 1996 a 2009**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2013. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular técnica, 107).

- CARVALHO, L. M. J.; OLIVEIRA, A. R. G.; GODOY, R. L. O.; PACHECO, S.; NUTTI, M. R.; CARVALHO, J. L. V.; PEREIRA, E. J.; FUKUDA, W. M. G. Retention of total carotenoid and  $\beta$ -carotene in yellow sweet cassava (*Manihot esculenta* Crantz) after domestic cooking. **Food & Nutrition Research**, Bâsta, v. 56, n. 15788, p. 1-8, 2012.
- CEBALLOS, H.; LUNA, J.; ESCOBAR, A. F.; ORTIZ, D.; PÉREZ, J. C.; SÁNCHEZ, T.; PACHÓN, H.; DUFOUR, D. Spatial distribution of dry matter in yellow fleshed cassava roots and its influence on carotenoid retention upon boiling. **Food Research International**, Amsterdam, v. 45, n. 1, p. 52-59, 2012.
- CEREDA, M. P. Processamento da mandioca como mecanismo de detoxificação. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. (Coord.) **Tecnologia, uso e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2004. (Culturas de Tuberosas Amiláceas Latinoamericanas, 3).
- CHÁVEZ, A. L.; SÁNCHEZ, T.; CEBALLOS, H.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; NESTEL, P.; TOHME, J.; ISHITANI, M. Retention of carotenoids in cassava roots submitted to different processing methods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 87, n.3, p. 388-393, 2006.
- COOKE, R. D. **Enzymatic assay for determining the cyanide content of cassava and cassava products**. Cali: CIAT 05EC-6, 1979. 14p.
- CORRÊA, A. D.; SANTOS, C. D.; NATIVIDADE, M. A. E.; ABREU, C. M. P.; XISTOS, A. L. R. P.; CARVALHO, V. D. Farinha de folhas de mandioca I - Efeito da secagem das folhas sobre a atividade da linamarase. **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v. 26, n. 2, p. 268-374, 2002.
- ESSERS, A. J. A. Further improving the enzymic assay for cyanogens in cassava products. **Acta Horticultura**, The Netherlands, n. 375, p. 97-104, 1994.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR 5. 3**: Sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA. 2010.
- FAO; WHO. Cyanogenic glycosides (*addendum*). **Safety evaluation of certain food additives and contaminants**: prepared by the Seventy-fourth meeting of the Joint Expert Committee on Food Additives. Geneva: WHO food additives series 65, 2012, p. 171-323.
- FROIS, J. C.; OLIVEIRA, L. A.; OLIVEIRA, G. B. Estudo da estabilidade da linamarase de *Manihot esculenta* Crantz sob armazenamento. Reunião Anual de Ciência, Tecnologia, Inovação e Cultura no Recôncavo da Bahia - RECONCITEC, 3, Cruz das Almas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2014.
- GARCÍA-SEGOVIA, P.; URBANO-RAMOS, A. M.; FISZMAN, S.; MARTÍNEZ-MONZ, J. Effects of processing conditions on the quality of vacuum fried cassava chips (*Manihot esculenta* Crantz), **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 69, n. 1, p. 515-521, 2016.
- GRIZOTTO, R. K.; MENEZES, H. C. Effect of cooking on the crispness of cassava chips. **Journal of Food Science**, Hoboken, v. 67, n. 3, p. 1219-1223, 2002.
- HIDAYAT, A.; ZURAIIDA, N.; HANARIDA, I. The cyanogenic potential of roots and leaves of ninety nine cassava cultivars. **Indonesian Journal of Agricultural Science**, Cibinong, v. 3, n. 1, p. 25-32, 2002.
- LORENZI, J. O.; RAMOS, M. T. B.; MONTEIRO, D. A.; VALLE, T. L.; GODOY Jr, G. Teor de ácido cianídrico em variedades de mandioca cultivadas em quintais do estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 52, n.1, p. 1-5, 1993.

MONTAGNAC, J. A.; DAVIS, C. R.; TANUMIHARDJO, S. A. Processing techniques to reduce toxicity and antinutrients of cassava for use as a staple food. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Oxford, v. 8, p. 17-27, 2009.

MORETO, A. L.; NEUBERT, E. O. Avaliação de produtividade e cozimento de cultivares de mandioca de mesa (aipim) em diferentes épocas de colheita. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 27, n. 1, p.59-65, 2014.

NAMBISAN, B. Strategies for elimination of cyanogens from cassava for reducing toxicity and improving food safety. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 49, n. 3, p. 690-693, 2011.

NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION (NCBI). **PubChem compound database; CID=768 (hydrogen cyanide), 6406 (acetone cyanohydrin), 97823 (butanone cyanohydrin), 11128 (linamarin) e 441467 (lotaustralin)**, 2019. Disponível em <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/CID>> Acesso em 26 setembro 2019.

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**, Lagos, v. 4, n. 4, p. 148-155, 2010.

OLIVEIRA, L. A.; AMORIM, T. S.; SANTOS, D. V.; SILVA, J. Composição físico-química de variedades de mandioca de mesa cultivadas no sistema orgânico. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 3, 2007. Disponível em: <http://energia.fca.unesp.br/index.php/rat/article/view/1310>. Acesso em: 24 set. 2019.

OLIVEIRA, L. A.; VIANA, E. S.; SILVA, J.; AMORIM, T. S. Qualidade físico-química, microbiológica e culinária de mandioca Dourada orgânica minimamente processada. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 5 (Volume Especial - XIII Congresso Brasileiro da Mandioca), p. 952-956, 2009.

OLIVEIRA, M. A.; MORAES, P. S. B. Características físico-químicas, cozimento e produtividade de mandioca cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 837-843, maio/jun., 2009.

OLURANTI, O. M.; BADEJO, A. A.; FAGBEMI, T. N. Processing effects on the total carotenoid content and acceptability of food products from cultivars of biofortified cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Applied Tropical Agriculture**, Akure, v. 20, n. 2, p. 104-109, 2016.

OMIDIRAN, A. T.; SOBUKOLA, O. P.; SANNA, A.; ADEBOWALE, A.-R. A.; OBADINA, O. A.; SANNA, L. O.; TOMLINS, K.; WOLFGANG, T. Optimization of some processing parameters and quality attributes of fried snacks from blends of wheat flour and brewers' spent cassava flour. **Food Science and Nutrition**, London, v. 4, n. 1, p. 80-88, 2016.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.; KIMURA, M. **HarvestPlus Handbook for Carotenoid Analysis**. Washington, DC and Cali: IFPRI and CIAT, 2004. 58 p. (HarvestPlus Technical Monograph, 2).

SANTOS, A. de O.; FIUZA, A. U. R.; OLIVEIRA, L. A. de; SANTANA, H. M.; SANTOS, V. da S.; OLIVEIRA, E. J. de. Avaliação de clones de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em seis épocas de colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 15., 2013, Salvador. **Inovação e sustentabilidade: da raiz ao amido: trabalhos apresentados**. Salvador: CBM: Embrapa, 2013. 1 CD-ROM.

SANTOS, W. de J.; OLIVEIRA, L. A. de; SILVEIRA, D. M. de S.; SILVEIRA, S. M. da; SANTOS, V. S.; FONSECA, M. D.; ANDRADE, M. V. S. de; SANTOS, A. de O.; SOUSA, M. R.; JESUS, J. L. de; AMORIM, T. S.; CARVALHO, J. L. V. de. Avaliação do teor de carotenóides totais e compostos cianogênicos em farinha de raspa. In: REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL, 4., 2011, Teresina. **Palestras e resumos...** Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 1 CD-ROM.





---

*Mandioca e Fruticultura*

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL