



AVALIAÇÃO DO TEOR DE CAROTENOIDES TOTAIS E COMPOSTOS CIANOGENICOS EM FARINHA DE RASPA **DE MANDIOCA** (*Manihot esculenta* Crantz)

Formatado: Largura: 21 cm, Altura: 29,7 cm

Formatado: Fonte: Negrito

Formatado: Fonte: Não Negrito

Formatado: Justificado, Espaço Depois de: 0 pt

Soraia Machado da Silveira¹, Luciana Alves de Oliveira², Vanderlei da Silva Santos²; Wilton de Jesus Santos³; Allana de Oliveira Santos⁴; José Luiz Viana de Carvalho⁵

¹Bacharel em Farmácia. E-mail: soraiafarmacêutica@hotmail.com

²Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Caixa Postal 007, 44380-000, Cruz das Almas, BA. E-mail: luciana.oliveira@embrapa.br; vanderlei.silva-santos@embrapa.br

³Estudante de Mestrado em Engenharia Química da Universidade Federal da Bahia. E-mail: wiltonsts@gmail.com

⁴Estudante de Bacharelado em Farmácia da Faculdade Maria Milza. E-mail: allana.sanntos@hotmail.com

⁵Pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos, 23020-470, Guaratiba, RJ. E-mail: jose.viana@embrapa.br

Formatado: Fonte: Não Itálico

Formatado: Fonte: Não Itálico

Formatado: Justificado, Espaçamento entre linhas: simples

Formatado: Espaço Antes: 6 pt

Formatado: Recuo: Primeira linha: 1,25 cm

Introdução

A mandioca de mesa, também conhecida como mandioca mansa, doce, aipim ou macaxeira, é um dos alimentos preferenciais na mesa do brasileiro, principalmente nas Regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste (BORGES et al., 2002). Porém, o teor de compostos cianogênicos é um fator limitante para consumo das raízes utilizadas no preparo doméstico.

Formatado: Fonte: (Padrão) Times New Roman

Algumas variedades apresentam em sua composição química carotenoides, que podem ser precursores da vitamina A. Esses compostos são responsáveis pela coloração amarela da raiz, além de possuírem propriedades nutricionais, tais como: aumento da resposta imune e redução do risco de doenças degenerativas (SENTANIN & RODRIGUES-AMAYA, 2007).

A farinha de raspa é constituída por pedaços ou fatias de mandioca desidratadas e posteriormente moídas, até atingirem a granulometria de farinha panificável (CEREDA, 2003).

Devido à importância da mandioca na dieta das populações, que muitas vezes apresentam problemas de saúde causados pela deficiência de vitamina A, o programa de melhoramento genético da Embrapa Mandioca e Fruticultura (CNPMPF) e o programa HarvestPlus têm investido em pesquisas visando a obtenção de variedades de mandioca com boa produtividade, alto teor de pró-vitamina A e apropriada para o consumo (OLIVEIRA et al., 2009). Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o teor de carotenoides totais e compostos cianogênicos em farinha de raspa de diferentes variedades (híbridos) de mandioca.

Formatado: Recuo: Primeira linha: 1,25 cm, Espaçamento entre linhas: 1,5 linhas

Formatado: Espaço Antes: 6 pt

Material e Métodos

Os cinco híbridos (01-46, 03-11, 03-15, 03-27 e Jari) avaliados foram colhidos nos campos experimentais do CNPMPF. Para a produção de farinha de raspa, as raízes colhidas foram lavadas, descascadas, fatiadas, secas em secador com circulação de ar a 60 °C. Posteriormente, as raspas foram moídas em moinho de faca até granulometria de 30 mesh. O processamento foi realizado em duplicata.

A análise de umidade foi realizada segundo metodologia proposta por Oliveira (2010). Os procedimentos de amostragem, preparo da amostra e análise de carotenoides foram realizados conforme descrito por Rodriguez-Amaya & Kimura (2004). Para a determinação dos compostos cianogênicos foi utilizada a metodologia proposta por Essers (1994). A liberação do cianeto foi feita com a utilização da enzima linamarase, extraída da entrecasca da mandioca (COOKE, 1979). As análises foram realizadas tanto no material *in natura* quanto na farinha de raspa.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e comparação das médias, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

Resultados e Discussão

A umidade *in natura* dos cinco híbridos de mandioca amarela variou entre 62,8 ± 4,3% a 67,8 ± 2,9% (Tabela 01), portanto com matéria seca de 37,2 ± 4,3% e 32,2 ± 2,9%. Estes resultados corroboram com os descritos por Sánchez et al. (2009), os quais avaliaram 4000 genótipos de mandioca e observaram a faixa de 14,3 a 48,1% de matéria seca. Os híbridos 03-11 e 01-46 apresentaram significativamente maior umidade, portanto, menor matéria seca em relação aos demais. Na farinha de raspa, não houve diferença significativa entre os cinco híbridos avaliados com relação à umidade (Tabela 01).

Na análise do teor de compostos cianogênicos dos diferentes híbridos foi observada que na raiz *in natura* houve variação de 11,0 ± 0,9 a 15,0 ± 0,3 µg de HCN g⁻¹ de mandioca fresca. Porém, não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 02).

Os compostos cianogênicos variam substancialmente em razão da variedade, das condições de cultivo, da época de colheita e de condições ambientais. O grupo de variedades de mandioca mansa caracteriza-se por apresentar teores de cianeto abaixo de 100 µg g⁻¹ de polpa de raízes frescas. As variedades com concentrações de cianeto na raiz fresca acima de 100 mg kg⁻¹ de polpa são denominadas bravas ou venenosas (BORGES et al., 2002).

Tabela 01- Umidade em diferentes híbridos de mandioca *in natura* e processados como farinha de raspa.

Amostra	Umidade (%)	
	<i>In natura</i>	Farinha de raspa
01-46	67,1±3,4a	4,0±0,4a
03-11	67,8±2,9a	3,3±0,3a
03-15	62,8±4,3b	4,0±0,8a
03-27	62,9±0,2b	3,5±0,3a
Jari	64,5±0,6b	2,7±0,3a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott com 5% de probabilidade.

Na farinha de raspa, notou-se manutenção ou redução na concentração de compostos cianogênicos, exceto na amostra 03-11, na qual observou-se um aumento de 14,7±0,1 na raiz *in natura* para 17,4±6,2 na farinha de raspa (Tabela 02). Embora os teores de compostos cianogênicos tenham sido similares na raiz *in*

Formatado: Espaçamento entre linhas: 1,5 linhas

Formatado: Espaço Antes: 6 pt

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: Espaçamento entre linhas: 1,5 linhas

Formatado: Fonte: Negrito

Formatado: Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: simples

Tabela formatada

Formatado: Fonte: Negrito

Formatado: Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: simples

Formatado: Fonte: Negrito

Formatado: Cor da fonte: Texto 1

Formatado: Cor da fonte: Texto 1

Formatado: Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: simples

Formatado: Fonte: Negrito

Formatado: Cor da fonte: Texto 1

Formatado: Cor da fonte: Texto 1

Formatado: Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: simples

Formatado: Fonte: Negrito

Formatado: Cor da fonte: Texto 1

Formatado: Cor da fonte: Texto 1

Formatado: Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: simples

Formatado: Fonte: Negrito

Formatado: Cor da fonte: Texto 1

Formatado: Cor da fonte: Texto 1

Formatado: Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: simples

Formatado: Fonte: Negrito

Formatado: Cor da fonte: Texto 1

Formatado: Cor da fonte: Texto 1

Formatado: Fonte: 9 pt

Formatado: Espaçamento entre linhas: simples

Formatado: Fonte: 11 pt

natura e na farinha de raspa, é possível inferir que houve degradação destes compostos durante o processamento, pois o produto obtido apresenta umidade inferior ao da raiz *in natura* (Tabela 01).

Tabela 02- Compostos cianogênicos em raízes cinco híbridos de mandioca *in natura* e processados como farinha de raspa.

Amostra	Compostos Cianogênicos (μg de HCN g^{-1} de mandioca fresca)	
	<i>In natura</i>	Farinha de raspa
01-46	15,0 \pm 0,3a	15,7 \pm 1,6b
03-11	14,7 \pm 0,1a	17,4 \pm 6,2a
03-15	14,3 \pm 2,6a	12,6 \pm 4,6b
03-27	11,5 \pm 7,2a	12,6 \pm 8,8b
Jari	11,0 \pm 0,9a	10,6 \pm 5,4b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna pertencem ao mesmo grupo, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na análise de carotenoides totais dos diferentes híbridos *in natura* observou-se uma variação de 4,9 \pm 0,6 a 11,3 \pm 0,5 μg g^{-1} de mandioca fresca, onde é possível destacar o híbrido 03-27 que apresentou o maior valor de carotenoides totais (Tabela 03). Os teores de carotenoides observados nesse trabalho foram similares aos obtidos por Mezette et al. (2009), que avaliaram 12 clones elite, cujas concentrações de carotenoides totais foram de 3,3 a 11,1 μg g^{-1} de mandioca fresca; e por Chávez et al. (2005) que avaliaram 1789 acessos e híbridos de mandioca do banco de germoplasma do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), cujas concentrações de carotenoides totais variaram de 1,02 a 10,40 μg g^{-1} de mandioca fresca.

Considerando a farinha de raspa, o híbrido 03-27 apresentou o maior teor de carotenoides totais, seguido pelos híbridos 03-15, 03-11 e Jari. Por outro lado, o híbrido 01-46 apresentou a menor concentração (Tabela 03). A farinha de raspa apresentou maior valor de carotenoides totais em relação a raiz *in natura*, o que pode ser explicado pela diminuição da umidade da amostra, havendo maior concentração de carotenoides no produto. Resultado semelhante foi obtido por Santos et al. (2011), que observaram maior teor de carotenoides totais na farinha de raspa (24,1 \pm 2,2 μg g^{-1}) em relação à raízes *in natura* (6,9 \pm 0,5 μg g^{-1}). No entanto, de acordo com Nascimento (2006), durante a secagem de mandioca há degradação dos carotenoides devido à temperatura de secagem e à exposição ao oxigênio, fato não observado no presente trabalho.

Tabela 03- Carotenoides totais em diferentes híbridos de mandioca *in natura* a serem processados como farinha de raspa.

Amostra	Carotenoides totais (μg g^{-1} de mandioca fresca)	
	<i>In natura</i>	Farinha de raspa
01-46	4,9 \pm 0,6c	12,8 \pm 0,1c
03-11	6,6 \pm 0,2b	16,1 \pm 0,9b
03-15	7,7 \pm 0,9b	17,6 \pm 1,2b

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: Espaçamento entre linhas: 1,5 linhas

Formatado ... [1]

Formatado ... [2]

Tabela formatada ... [3]

Formatado ... [5]

Formatado ... [4]

Formatado ... [6]

Formatado ... [7]

Formatado ... [8]

Formatado ... [9]

Formatado ... [10]

Formatado ... [11]

Formatado ... [12]

Formatado ... [13]

Formatado ... [14]

Formatado ... [15]

Formatado ... [16]

Formatado ... [17]

Formatado ... [18]

Formatado ... [19]

Formatado ... [20]

Formatado ... [21]

Formatado ... [22]

Formatado ... [23]

Formatado ... [24]

Formatado ... [25]

Formatado ... [26]

Formatado ... [27]

Formatado ... [28]

Tabela formatada ... [30]

Formatado ... [32]

Formatado ... [29]

Formatado ... [31]

Formatado ... [33]

Formatado ... [34]

Formatado ... [35]

Formatado ... [36]

Formatado ... [37]

Formatado ... [38]

Formatado ... [39]

Formatado ... [40]

Formatado ... [41]

Formatado ... [42]

Formatado ... [43]

Formatado ... [44]

03-27	11,3±0,5a	23,7±1,9a
Jari	6,8±0,8b	15,5±2,2b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Conclusões

O processamento visando a obtenção de farinha de raspa propiciou a obtenção de um produto com maior concentração de carotenoides totais, nos cinco híbridos avaliados.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Referências

- BORGES, M. F.; FUKUDA, V. M. G.; ROSSETTI, A. G. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37: 1559-1565, 2002.
- CEREDA, M. P. (Coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americana**. Campinas: Fundação Cargill, 659p. (Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino- Americanas, v. 3), 2003.
- 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**, 143: 125-133, 2005.
- COOKE, R. D. **Enzymatic assay for determining the cyanide content of cassava and cassava products**. Centro Internacional de Agricultura Tropical 05EC-6, 1979, 14p.
- ESSERS, A. J. A. Further improving the enzymic assayfor cyanogens in cassava products. **Acta Horticultura**, 375: 97-104, 1994.
- FERREIRA, D. F. **Sistema de análises estatísticas SISVAR**. Lavras: UFLA, 2000.
- MEZETTE, T. F.; CARVALHO, C. R. L.; MORGANO, M. A.; SILVA, M. G.; PARRA, E. S. B.; GALERA, J. M. S. V.; VALLE, T. L. Seleção de clones-elite de mandioca de mesa visando a caracterização agronômica, tecnológicas e químicas. **Bragantia**, 68: 601-609, 2009.
- NASCIMENTO, P. **Avaliação da retenção de carotenoides de abóbora, mandioca e batata doce**. (Dissertação de mestrado). São José do Rio Preto: [s.n.], 2006.
- OLIVEIRA, L. A.; KIMURA, M.; PEREIRA, M. E. C.; FUKUDA, W. M. G.; SILVEIRA, P. B. Avaliação do conteúdo de carotenoides e compostos cianogênicos em híbridos de mandioca. **Revista Raízes e Tubérculos on line**. 805-809, 2009.
- OLIVEIRA, L. A. **Manual de Laboratório: análise físico-químicas de frutas e mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1.ed., p. 27-33, 2010.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **HarvestPlus handbook for carotenoid analysis**. Cali: IFPRI: CIAT, 2004, 58p.

Formatado: Fonte: Negrito

Formatado: Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: simples

Formatado: Cor da fonte: Texto 1

Formatado: Cor da fonte: Texto 1

Formatado: Cor da fonte: Texto 1

Formatado: Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: simples

Formatado: Fonte: Negrito

Formatado: Cor da fonte: Texto 1

Formatado: Fonte: 9 pt

Formatado: Espaçamento entre linhas: simples

Formatado: Espaço Antes: 6 pt

Formatado: Espaço Antes: 6 pt

Formatado: Espaço Antes: 0 pt, Depois de: 0 pt

Formatado: À esquerda, Espaço Depois de: 0 pt

Formatado: Inglês (Estados Unidos)

SÁNCHEZ, T.; SALCEDO, E.; CEBALLOS, H.; DUFOUR, D.; MAFLA, G.; MORANTE, N.; CALLE, F.; PÉREZ, J. C.; DEBOUCK, D.; JARAMILLO, G.; MORENO, I. X. Screening of starch quality traits in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Starch/Starke**, 6: 12-19, 2009.

SANTOS, W. J.; OLIVEIRA, L. A.; SILVEIRA, D. M. S.; SILVEIRA, S. M.; SANTOS, V. S.; FONSECA, M. D.; ANDRADE, M. V. S.; SANTOS, A. O.; SOUSA, M. R.; JESUS, J. L.; CARVALHO, J. L. V. **Avaliação do teor de carotenoides totais e compostos cianogênicos em farinha de raspa**. IV Reunião de Biofortificação, Teresina, Piauí, 2011.

SENTANIN, B.A.; RODRIGUES-AMAYA, D.B. Teores de carotenóides em mamão e pêssego por cromatografia líquida de alta eficiência. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, 27: 13-19, 2007.

Página 3: [1] Formatado	conce	02/10/2013 15:06:00
Recuo: À esquerda: 0 cm, Deslocamento: 2 cm, Espaçamento entre linhas: 1,5 linhas		
Página 3: [2] Formatado	conce	02/10/2013 15:05:00
Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: simples		
Página 3: [3] Tabela formatada	conce	02/10/2013 15:06:00
Tabela formatada		
Página 3: [4] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
Fonte: Negrito		
Página 3: [5] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
Fonte: Negrito		
Página 3: [6] Formatado	conce	02/10/2013 15:05:00
Espaçamento entre linhas: simples		
Página 3: [7] Formatado	conce	02/10/2013 15:05:00
Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: simples		
Página 3: [8] Formatado	conce	02/10/2013 15:05:00
Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: simples		
Página 3: [9] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
Fonte: Negrito		
Página 3: [10] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
Cor da fonte: Texto 1		
Página 3: [11] Formatado	conce	02/10/2013 15:05:00
Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: simples		
Página 3: [12] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
Fonte: Negrito		
Página 3: [13] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
Cor da fonte: Texto 1		
Página 3: [14] Formatado	conce	02/10/2013 15:05:00
Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: simples		
Página 3: [15] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
Fonte: Negrito		

Página 3: [16] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
Cor da fonte: Texto 1		
Página 3: [17] Formatado	conce	02/10/2013 15:05:00
Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: simples		
Página 3: [18] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
Fonte: Negrito		
Página 3: [19] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
Cor da fonte: Texto 1		
Página 3: [20] Formatado	conce	02/10/2013 15:05:00
Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: simples		
Página 3: [21] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
Fonte: Negrito		
Página 3: [22] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
Cor da fonte: Texto 1		
Página 3: [23] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
Cor da fonte: Texto 1		
Página 3: [24] Formatado	conce	02/10/2013 15:06:00
Fonte: 9 pt		
Página 3: [25] Formatado	conce	02/10/2013 15:06:00
Espaçamento entre linhas: simples		
Página 3: [26] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
Fonte: 11 pt		
Página 3: [27] Formatado	conce	02/10/2013 15:06:00
Espaçamento entre linhas: 1,5 linhas		
Página 3: [28] Formatado	conce	02/10/2013 15:06:00
Recuo: À esquerda: 0 cm, Deslocamento: 2 cm, Espaçamento entre linhas: 1,5 linhas		
Página 3: [29] Formatado	conce	02/10/2013 15:06:00
Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: simples		
Página 3: [30] Tabela formatada	conce	02/10/2013 15:06:00
Tabela formatada		

Página 3: [31] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
---------------------------------	--------------	----------------------------

Fonte: Negrito

Página 3: [32] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
---------------------------------	--------------	----------------------------

Fonte: Negrito

Página 3: [33] Formatado	conce	02/10/2013 15:06:00
---------------------------------	--------------	----------------------------

Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: simples

Página 3: [34] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
---------------------------------	--------------	----------------------------

Fonte: Negrito

Página 3: [35] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
---------------------------------	--------------	----------------------------

Cor da fonte: Texto 1

Página 3: [36] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
---------------------------------	--------------	----------------------------

Cor da fonte: Texto 1

Página 3: [37] Formatado	conce	02/10/2013 15:06:00
---------------------------------	--------------	----------------------------

Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: simples

Página 3: [38] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
---------------------------------	--------------	----------------------------

Fonte: Negrito

Página 3: [39] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
---------------------------------	--------------	----------------------------

Cor da fonte: Texto 1

Página 3: [40] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
---------------------------------	--------------	----------------------------

Cor da fonte: Texto 1

Página 3: [41] Formatado	conce	02/10/2013 15:06:00
---------------------------------	--------------	----------------------------

Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: simples

Página 3: [42] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
---------------------------------	--------------	----------------------------

Fonte: Negrito

Página 3: [43] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
---------------------------------	--------------	----------------------------

Cor da fonte: Texto 1

Página 3: [44] Formatado	conce	02/10/2013 14:58:00
---------------------------------	--------------	----------------------------

Cor da fonte: Texto 1