



## COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DA FARINHA DE FOLHAS DE MANDIOCA

Fernanda Rossi Moretti Trombini<sup>1</sup> & Magali Leonel<sup>2</sup>

**RESUMO:** As folhas de mandioca podem ser consideradas fonte nutricional importante quando comparadas as outras hortaliças habitualmente consumidas. A composição química das folhas de mandioca mostra altos teores de proteínas, fibras e minerais. As folhas de mandioca ainda são pouco exploradas devido à falta de informações quanto ao aproveitamento como produto da planta de mandioca e matéria-prima industrial. O consumo das folhas de mandioca na forma fresca é inviável devido à presença de cianeto, necessitando, com isso, ser realizado tratamento prévio para a redução desse componente. Neste trabalho objetivou-se produzir e caracterizar a farinha de folhas de mandioca quanto a composição química, cor, índices de absorção e solubilidade em água e propriedades de pasta, visando a possível aplicação como ingrediente na indústria alimentícia. A farinha de folhas de mandioca apresentou baixa umidade (6,6 %) e consideráveis teores de fibras totais (30,68 %), proteína (23,00 %) e carboidratos totais (22,27 %). O processo de secagem e moagem propiciou a obtenção de uma farinha com baixo teor de cianeto total (0,3 mg.100g<sup>-1</sup>) e com 56,6 mg.100g<sup>-1</sup> de vitamina C e 38 mg.100g<sup>-1</sup> de β-caroteno. A análise de cor mostrou baixa luminosidade para a farinha de folhas de mandioca com predominância de pigmentos verdes e amarelos. A farinha de folhas mostrou bons índices de solubilidade em água (14,85 %) e absorção de água (6,87 g gel. g<sup>-1</sup>). A análise das propriedades de pasta evidenciou baixo pico de viscosidade, com maior viscosidade final e tendência a retrogradação, indicando baixa capacidade dessa farinha em formar gel. A farinha de folhas de mandioca pode ser uma boa fonte nutricional quando usada como ingrediente alimentício em sopas e massas alimentícias. Porém, em produtos que requerem alta formação de gel, a mesma não apresenta tal propriedade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Folhas de mandioca, farinha, proteína vegetal, fibras, cor.

### PHISICO-CHEMICAL COMPOSITION AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF CASSAVA LEAF FLOUR

**ABSTRACT:** Cassava leaves can be considered an important nutritional source when compared to other commonly consumed vegetables leaves. Cassava leaves have high levels of protein, fiber and minerals, and are still underexplored due to the lack of information regarding the use of them as a food product, as well as, their use as an industrial raw material. The consumption of cassava leaves in fresh form is impractical due to the presence of cyanide, thereby it is required a pretreatment to be performed to reduce this component. The objective of this study was to produce and characterize the flour made with cassava leaves as its chemical composition, color, indices of absorption and water solubility, and pasting properties, aiming to provide information of interest for possible application as an ingredient in the food industry. Cassava leaf flour showed low moisture content (6.6 %) and significant amounts of fiber (30.68 %), protein (23.00 %), and total carbohydrate (22.27%). Drying and milling processes allowed to obtain a flour with a low content of total cyanide (0.3 mg 100g<sup>-1</sup>), and the presence of vitamin C (56.6 mg 100g<sup>-1</sup>) and β-carotene (38 mg 100g<sup>-1</sup>). The color analysis of cassava leaf flour showed low lightness with, predominantly, green and yellow pigments. The cassava leaf flour presented good solubility (14.85 %) and water absorption (6.87 g gel. g<sup>-1</sup>). Pasting properties showed a low peak of viscosity and a higher final viscosity with a retrogradation tendency, indicating a low capacity of this flour to form gel. The flour of cassava leaves can be a good source of nutrition when used as a food ingredient in soups and pasta. However, it is not indicated to products that require high gel formation.

**KEYWORDS:** Cassava leaves, flour, vegetable protein, fiber, color.

<sup>1</sup> CERAT - Centro de Raízes e Amidos Tropicais/UNESP. E-mail: nandamoretti@yahoo.com.br

<sup>2</sup> CERAT - Centro de Raízes e Amidos Tropicais/UNESP. E-mail: mleonel@cerat.unesp.br

## 1 INTRODUÇÃO

As diferentes partes constituintes dos vegetais que não fazem parte do consumo habitual, na sua maioria, são desprezadas por falta de conhecimento da sua composição nutricional. O descarte de folhas e talos, entretanto, representa muitas vezes o desperdício de proteínas, fibras e vitaminas, que poderiam ser inseridas por meio de uma culinária sofisticada, ou como ingrediente de produtos caseiros e/ou industrializados.

No Brasil, em algumas regiões como o Norte e Nordeste podem ser encontrados pratos típicos como a maniçoba, os quais utilizam como ingrediente as folhas de mandioca trituradas e fervidas com água por vários dias (CÂMARA; MADRUGA, 2001).

Os componentes químicos mais expressivos e de interesse nutricional encontrados nas folhas de mandioca são as proteínas e as fibras. Os teores elevados de proteínas nas folhas de mandioca têm sido observados em vários trabalhos, entre 20,77 a 37,94 g/100g de matéria seca (ORTEGA-FLORES et al., 2003; WOBETO et al., 2006; CORRÊA et al., 2004; MELO, 2005). Esses teores de proteínas pode ser comparado ao de hortaliças convencionais, como a couve (30,84 g/100g massa seca) (FONSECA et al., 2002). Já, o teor de fibras pode variar de 26,50 a 35,40 g/100g massa seca (CORRÊA et al., 2004; MELO, 2005).

As folhas de mandioca são consideradas subprodutos que apresentam oscilação no teor de proteína de acordo com a idade da planta, porém, não são deficientes em nenhum dos aminoácidos essenciais, sendo possível sua aplicação como ingrediente alimentício para a melhoria do aspecto nutricional do produto (SAGRILO et al., 2003; ORTEGA-FLORES et al., 2003).

A toxicidade das folhas de mandioca, ocasionada pelo teor de cianeto, restringe o uso *in natura*. A melhor forma de manuseio visando a redução do teor de ácido cianídrico é a técnica de amassar e rasgar as folhas antes de secá-las. Foi observado que o processo de secagem das folhas de mandioca tem sido eficiente para promover a redução dos teores de ácido cianídrico entre 70 e 75% (CÂMARA; MADRUGA, 2001). Essa medida promove o contato da enzima linamarase com os glicosídeos cianogênicos, linamarina e lotaustalina, decompondo-os

até ácido cianídrico. Por se tratar de um gás, o ácido cianídrico facilmente se dissipa no ar ocorrendo, assim, uma expressiva redução dessa substância tóxica da folha de mandioca (CORRÊA et al., 2002).

Com base nesses aspectos abordados, o presente trabalho teve por objetivo produzir e caracterizar a farinha de folhas de mandioca quanto à composição química e propriedades tecnológicas, visando fornecer informações que permitam a valorização desta como matéria-prima na elaboração de produtos alimentícios.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

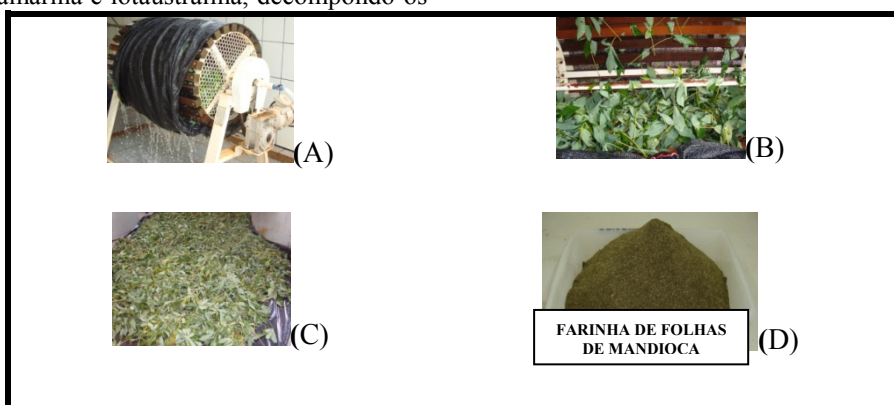
### 2.1 Preparo da farinha de folhas de mandioca

As folhas de mandioca *Manihot esculent* Crantz IAC-13 produzidas na região de Santa Maria da Serra – SP, com 12 meses de cultivo foram coletadas pela manhã, higienizadas com hipoclorito a 4 %, lavadas e distribuídas sobre lona em galpão coberto, armazenadas durante 7 dias, sendo revolvidas duas vezes ao dia para evitar degradação. Decorrido este período, as folhas com os pecíolos foram colocadas em estufa com circulação de ar à 40 °C durante 24 horas para completa secagem e moídas em moinho de facas (Marconi – modelo Ma 680) para obtenção da farinha de folhas. Após 30 minutos à temperatura ambiente, a farinha foi resfriada e acondicionada em embalagens plásticas (Figura 1).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na região de Guaíra/SP, a produção de milho transgênico predomina durante o período de inverno, no chamado milho de segunda safra ou safrinha. Na safra de 2012, aproximadamente 95% dos produtores adotaram a semente transgênica, segundo informações obtidas das revendas de insumos. A utilização dessa tecnologia no município iniciou-se a partir do ano de 2009.

Na Tabela 2 encontram-se as informações agregadas sobre o custo de produção do milho safrinha, utilizando-se semente convencional e transgênica, tendo por base os preços dos insumos de janeiro de 2013.



**Figura: 1** - Etapas de processamento das folhas de mandioca até a obtenção da farinha. (A) e (B)-Lavagem das folhas; (C)-Distribuição das folhas de mandioca lavadas sobre lona para secagem; (E)-Farinha de folhas de mandioca.

### 3.1 Análises da farinha de folhas de mandioca

#### 3.1.1 Composição físico-química

A farinha de folhas de mandioca foi caracterizada em triplicata quanto a composição química para os teores de umidade método 44-15A (AACC, 2003), cinzas método 08-17 (AACC, 2003), fibras totais método 32-10 (AACC, 2003), proteína bruta método de Kjeldahl 46-10 (AACC, 2003), matéria graxa método 32.1.14 (AOAC, 2007), carboidratos totais (calculados por diferença), cianeto total (ESSERS, 1993), vitamina C (SÃO PAULO, 2005),  $\beta$ -caroteno (NAGATA e YAMASHITA, 1992), acidez titulável e pH (SÃO PAULO, 2005).

#### 3.2 Propriedades tecnológicas

##### 3.2.1 Cor

Quanto às propriedades tecnológicas, a cor da farinha de folhas de mandioca foi avaliada em colorímetro *Minolta CR-400*. Os resultados foram expressos em valores  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , onde os valores de  $L^*$  (luminosidade ou brilho) variam do preto (0) ao branco (100), os valores do croma  $a^*$  variam do verde (-60) ao vermelho (+60) e os valores do croma  $b^*$  variam do azul ao amarelo, ou seja, de -60 a +60, respectivamente.

### 3.3 Índice de absorção e solubilidade em água

A farinha de folhas de mandioca foi analisada quanto ao índice de solubilidade em água (ISA) e índice de absorção de água (IAA) seguindo a metodologia proposta por Anderson et al. (1969).

#### 3.4 Propriedades de pasta

As propriedades de pasta da farinha de folhas de mandioca avaliadas no Analisador de Viscosidade Rápida (RVA) com programação do Software Termocline for Windows do RVA (*Extrusion I*), segundo o método da Newport Scientific (1988).

## 5 RESULTADO E DISCUSSÃO

A umidade da farinha de folhas de mandioca foi de 6,60 g.100g<sup>-1</sup> massa seca. Modesti (2006) encontrou valores elevados de 9,46 g.100g<sup>-1</sup> de massa seca, para o mesmo parâmetro avaliado.

As cinzas representam o conteúdo mineral total presente na farinha de folhas de mandioca, com valor de 10,23 g.100g<sup>-1</sup> massa seca obtido no presente trabalho. Valor inferior (6,52 g.100g<sup>-1</sup>) foi relatado por Modesti (2006).

**Tabela 1 - Resultados médios e desvio padrão da caracterização da farinha de folhas de mandioca.**

Análises	Média e desvio padrão
g.100g <sup>-1</sup>	
Umidade	6,60 ± 0,69
Cinzas	10,23 ± 0,97
Fibras totais	30,68 ± 0,16
Proteína bruta	23,00 ± 0,22
Matéria graxa	7,22 ± 0,08
Carboidratos totais	22,27 ± 0,71
mg.100g <sup>-1</sup>	
Cianeto total	0,30 ± 0,37
Vitamina C	56,6 ± 0,29
$\beta$ -caroteno	38,0 ± 0,00
Acidez titulável (mL de NaOH.100g <sup>-1</sup> )	9,2 ± 0,31
pH	6,9 ± 0,11

O teor de fibras totais encontrado na farinha deste trabalho foi de 30,68 g.100g<sup>-1</sup> e, entre 26,50 a 35,40 g.100g<sup>-1</sup> descritas na literatura (CORRÊA et al. 2004; MELO, 2005). O teor de fibras tem uma correlação inversa com o teor de proteínas. Carvalho et al. (1985) observaram que no período em que a planta de mandioca apresenta maiores concentrações de proteína, o teor de fibra se apresenta na faixa de 21,86 a 26,66 g.100g<sup>-1</sup> (massa seca) nas folhas.

O teor de proteínas (23,00 g.100g<sup>-1</sup>) está dentro da faixa relatada pela literatura (20,77 a 37,94 g.100g<sup>-1</sup> massa seca) para folhas de diferentes cultivares de mandioca

(WOBETO et al., 2006; MELO, 2005; ORTEGA-FLORES et al., 2003) (Tabela 1). A variação relatada na literatura para o conteúdo químico das folhas de mandioca tem sido justificada pela influência do genótipo e idade da planta. Sagrilo et al. (2003) trabalhando com folhas de cinco cultivares de mandioca, secas a 45 °C, observaram um decréscimo do teor de proteínas com a idade das plantas, ao determinar esse teor entre 12 e 21 meses.

Os teores de matéria graxa obtidos neste trabalho (7,22 g.100<sup>-1</sup>) ficaram entre aqueles citados por alguns autores (3,30 e 16,00 g.100<sup>-1</sup>g) (ALETOR e ADEOGUN, 1995;

MADRUGA e CÂMARA, 2000; MELO, 2005; MOLINA, 1989; ORTEGA-FLORES et al., 2003; RAVINDRAN e RAVINDRAN, 1988). O teor de carboidratos totais ( $22,27 \text{ g} \cdot 100^{-1}$ ) superou os teores encontrados por Pentead e Ortega-Flores (2001), para folhas de mandioca desidratadas ( $10,06 \text{ g} \cdot 100^{-1}$ ) e liofilizadas ( $18,81 \text{ g} \cdot 100^{-1}$ ) respectivamente.

O teor de cianeto encontrado na farinha de folhas de mandioca ( $0,30 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) foi inferior aos observados por Wobeto, et al. (2004), que verificaram teores de cianeto de  $62,41$  a  $152,41 \text{ mg} \cdot 100^{-1}$  (base seca) em cinco cultivares de folhas de mandioca de  $12,38$  a  $35,02 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  na farinha de folhas de mandioca. Câmara e Madruga (2001) relatam variação do teor de cianeto de  $8,1$  a  $780 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  massa seca para as folhas frescas de mandioca e Padmaja (1989) e Awoyinka et al. (1995) citaram teores variando de  $5,3$  a  $80 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  para as farinhas de folhas de mandioca. A ampla variação pode ser devida às diferenças genéticas, ao estágio de desenvolvimento da planta, às condições de cultivo, índice pluviométrico, e também, às metodologias de preparo das farinhas de folhas. Segundo Ikediobi et al. (1980) são necessários de  $5$  a  $10 \text{ mg HCN} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  no produto para este ser considerado tóxico. Sendo assim, o teor de cianeto obtido neste trabalho apresentou baixo valor de toxicidade.

O teor de vitamina C na farinha de folhas de mandioca ( $56,6 \text{ mg} \cdot 100^{-1}$ ) pode ser considerado elevado para farinha e se encontra dentro da faixa de  $43,64$  a  $257,64 \text{ mg} \cdot 100^{-1}$  encontrada nos trabalhos de Corrêa et al. (2004); Melo (2005) e Wobedo et al. (2006).

O teor de  $\beta$ -caroteno na farinha de folhas de mandioca ( $38,0 \text{ mg} \cdot 100^{-1}$ ) ficou muito próximo ao obtido por

Vargas (2007) ao estudar a farinha de folhas de mandioca ( $37,0 \text{ mg} \cdot 100^{-1}$ ). Entretanto, Adewusi e Bradbury (1993) utilizando a farinha de folhas de mandioca obtida a partir de diferentes cultivares de mandioca e, em vários estádios de desenvolvimento da planta, encontraram valores de  $\beta$ -caroteno entre  $3,0$  e  $7,8 \text{ mg} \cdot 100^{-1}$ . Na literatura observa-se variação grande para este componente, com teores de  $14,09$  a  $137,38 \text{ mg} \cdot 100^{-1}$  na massa seca CORRÊA, et al. (2004); MELO (2005); WOBETO et al. (2006). Estas variações, além da interferência da cultivar, época de colheita, podem ser devidas também as diferentes metodologias utilizadas para a determinação desse componente.

O pH e a acidez titulável da farinha das folhas mandioca obtidas neste trabalho foram respectivamente  $6,9$  e  $9,2 \text{ mL de NaOH} \cdot 100\text{g}^{-1}$ . A acidez titulável está relacionada com o conteúdo de ácidos orgânicos presentes na farinha de folhas de mandioca, não sendo observados na literatura, outros valores obtidos para esse mesmo parâmetro.

Na avaliação das propriedades tecnológicas, a análise de cor da farinha de folhas de mandioca, parâmetro de grande importância em produtos alimentícios, mostrou presença do croma  $b^*$  positivo ( $15,97$ ) indicando a presença de pigmento amarelo, e do croma  $a^*$  negativo ( $-0,66$ ) que representa pigmento verde com baixa luminosidade ( $47,52$ ) Tabela 2.

O padrão de cor é interessante para tornar os produtos mais atrativos para o consumo. Espera-se em produtos alimentícios que utilizam folhas de vegetais como ingredientes a presença de pigmento verde, principalmente.

**Tabela 2** - Resultados médios e desvio padrão das propriedades tecnológicas da farinha de folhas de mandioca

Parâmetros	Média e desvio padrão	
Cor	Luminosidade (L*)	$47,52 \pm 0,13$
	Componente de cromaticidade $a^*$	$-0,66 \pm 0,02$
	Componente de cromaticidade $b^*$	$15,97 \pm 0,03$
Índices	Solubilidade em água (%)	$14,85 \pm 0,12$
	Absorção em água ( $\text{g gel} \cdot \text{g}^{-1}$ )	$6,87 \pm 0,27$
Propriedades de pasta (RVU)	Viscosidade Inicial	$0,00$
	Pico de Viscosidade	$29,83 \pm 0,39$
	Quebra de Viscosidade	$5,92 \pm 0,31$
	Viscosidade Final	$73,83 \pm 0,45$
	Tendência Retrogradação	$49,92 \pm 0,34$

As médias obtidas para o índice de absorção de água (IAA) foi de  $6,87 \text{ g gel} \cdot \text{g}^{-1}$  e índice de solubilidade (ISA)  $14,85 \%$ . Estes índices podem ser usados para estimar a conveniência de se usarem ou não produtos farináceos em suspensões ou soluções. A interferência dos componentes da farinha sobre estes importantes índices de qualidade tecnológica de farinhas foi observada por Santana e Valença (2008) que ao avaliarem farinhas obtidas a partir de diferentes resíduos das indústrias de

sucos de frutas verificaram a interferência das fibras sobre estes parâmetros. Eles encontraram em farinhas elaboradas da borra do açaí, do mesocarpo de bacuri, do pseudofruto de caju, do albedo de laranja e da casca de maracujá valores de IAA entre  $2,42$  e  $12,29 \text{ g gel} \cdot \text{g}^{-1}$ .

Segundo Colonna et al. (1984) o IAA está relacionado à disponibilidade de grupos hidrofílicos ( $-\text{OH}$ ) em se ligar às moléculas de água. O processo de elaboração da



farinha de folhas deste trabalho pode ter interferido nas estruturas das proteínas levando aos maiores índices de absorção e solubilidade em água.

A análise das propriedades de pasta da farinha de folhas de mandioca evidenciou ausência de viscosidade inicial a frio próxima de zero, baixo pico de viscosidade e baixa resistência ao calor e agitação (quebra da viscosidade), com viscosidade final e tendência a retrogradação de 73,83 e 49,92 RVU, respectivamente (Tabela 2). Estas características indicam que a farinha de folhas de mandioca tem capacidade de formar uma pasta relativamente viscosa após o cozimento e resfriamento (Figura 2).

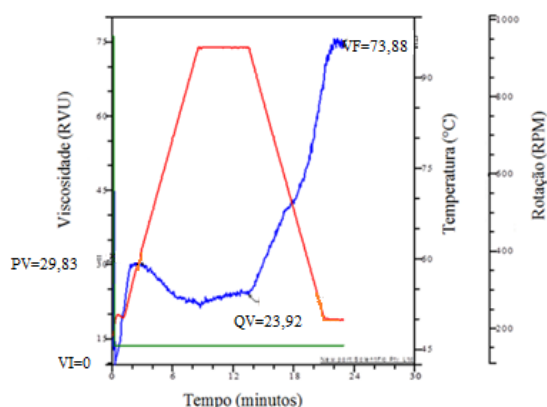


Figura 2 - Perfil viscoamilográfico da farinha de folhas de mandioca analisado em RVA.

## 5 CONCLUSÃO

A farinha de folhas de mandioca é boa fonte de proteína, fibras, vitamina C e  $\beta$ -caroteno podendo ser considerada uma boa fonte desses componentes. O processamento permite a obtenção de farinha de mandioca dentro da faixa não tóxica. A farinha de folhas apresenta cor predominantemente verde, com bons índices de solubilidade e absorção de água, baixa viscosidade a frio e capacidade de formar pasta, características desejáveis para diversas aplicações em alimentos.

## 5 REFERÊNCIAS

ADEWUSI, S. R. A.; BRADBURY, J. H. Carotenoids in cassava; comparison of open column and HPLC methods of analysis. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chichester, v. 62, p. 375-383, 1993.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTRY. **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists**. 10<sup>th</sup> ed. Minnesota: USA, 2003.

ANDERSON R. A.; CONWAY, V. F.P.; GRIFFIN, E. L. Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion-

cooking. **Cereal Science Today**, Minneapolis, v.14, n.1, p.4-7,1969.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTRY. **Official Methods of Analysis**. 18<sup>th</sup> ed. Gaithersburg: USA, 2007.

AWOYINKA, A. F.; ABEGUNDE, V. O.; ADEWUSI, S. R. A. Nutrient content of young cassava leaves and assessment of their acceptance as a green vegetable in Nigeria. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 47, n. 1, p. 21-8, 1995.

CÂMARA, F. S.; MADRUGA, M. S. Cyanic acid, phytic acid, total tannin and aflatoxin contents of a Brazilian multimistura preparation. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 33-36, 2001.

CORRÊA, A. D. et al. Farinha de folhas de mandioca I: Efeito da secagem sobre a atividade da linamarase. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 2, p. 368-374, 2002.

CORRÊA, A. D. et al. Remoção de polifenóis da farinha de folhas de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 159-164, abr./jun. 2004.

COLONNA, P. et al. Extrusion cooking and drum drying of wheat starch. I. Physical and macromolecular modifications. **Cereal Chemistry**, Nantes, v. 61, n. 6, p. 538-543, 1984.

ESSERS, S. **Assay for the cyanogen content in cassava products**. Preliminary Version, Wageningen, December, 9 p., 1993.

FONSECA, S. V. et al. Folhas verdes de feijão na alimentação humana: avaliação sensorial, adubação nitrogenada e desfolhamento. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 2, p. 161-167, maio/ago. 2002.

IKEDIOBE, C. O. et al. A rapid and inexpensive enzymatic assay for total cyanide in cassava *Manihot esculenta* Crantz and cassava products. **Agricultural and Biological Chemistry**, Tokyo, v. 44, n. 12, p. 2803-2809, 1980.

MADRUGA, M. S.; CÂMARA, F. S. The chemical composition of multimistura as a food supplement. **Food Chemistry**, Oxford, v. 68, n. 1, p. 41-44, 2000.

MELO, D. S. **Farinha de folhas de mandioca: efeitos sobre a peroxidação e o perfil lipídico plasmático e hepático de ratos**. 2005. 74 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica e Agrobioquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

MODESTI, C. F. **Obtenção e caracterização de concentrado protéico de folhas de mandioca**

- submetido à diferentes tratamentos. 2006. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica e Agrobiológica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- MOLINA, C. R. **Caracterização bioquímica e nutricional de concentrado protéico de folhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) obtido por ultrafiltração**. 1989. 199 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989.
- NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomatoes fruit. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**, Tokyo, v. 39, n. 10, p. 925-928, 1992.
- NEVES, G. A. R.; SANTANA, M. F. S.; VALENCA, R. S. F. Propriedades higroscópicas de farinha de frutas. In: FÓRUM DE PESQUISA, ENSINO, EXTENSÃO E PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ, 6.; 2008, Belém. **Anais: Seminário de Iniciação Científica da UFRA e seminário de iniciação científica da EMBRAPA Amazônia Oriental**. Universidade do Estado do Pará, 2008. 7 p.
- NEWPORT SCIENTIFIC. **Operation manual for series 4: instructions manual**. Warriewood, 1998.
- PADMAJA, G. Evaluation of techniques to reduce assayable tannin and cyanide in cassava leaves. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, London, v. 37, p. 712-716, 1989.
- PENTEADO, M. D. V. C.; ORTEGA FLORES, C. I. Folhas de mandioca como fonte de nutrientes. In: CEREDA et al. (coord.) **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação Cargill, v.4, p.48-66, 2001.
- RAVINDRAN, G.; RAVINDRAN, V. Changes in the nutritional composition of cassava *Manihot esculenta* Crantz leaves during maturity. **Food Chemistry**, Oxford, v. 27, p. 299-309, 1988.
- SÃO PAULO. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo, 2005. 1010 p.
- SAGRILO, E. et al. Effect of harvest period on the quality of storage roots and protein content on the leaves in five cassava cultivars *Manihot esculenta* Crantz. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 46, n. 2, p. 295-305, 2003.
- ORTEGA-FLORES, C. I. et al. Avaliação da qualidade protéica da folha desidratada de mandioca *Manihot esculenta* Crantz. **Sociedade Brasileira de Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 47-59, 2003.
- VARGAS, R. M. **Biodisponibilidade do  $\beta$ -caroteno do pó da folha de mandioca *Manihot esculenta* Crantz em ratos**. Brasília. 2007. 96 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana/Nutrição) - Faculdade de Ciência da Saúde, Universidade de Brasília, 2007.
- WOBETO, C. et al. Cianeto na farinha e folhas de mandioca *Manihot esculenta* Crantz. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1115-1118, 2004.
- WOBETO, C. et al. Nutrients in the cassava *Manihot esculenta* Crantz leaf meal at three ages of the plant. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 865-869, dez. 2006.