

Contribuição à adaptação de uma técnica, para uso em campo, de determinação da amilose em raízes de mandioca - Parte I

Fernando Luiz Trindade Rego*

Ricardo Luís Cardoso**

Fernando César Akira Urbano Matsuura***

Gilênio Borges Fernandes****

Resumo

Este estudo teve como objetivo padronizar e adaptar um método de determinação da amilose baseado no princípio da colorimetria, em bancada laboratorial, e, posteriormente, elaborar escalas de cores que possibilitassem as determinações qualitativa/semiquantitativa no campo, para seleção, após a colheita, de raízes de mandioca por teores de amilose/amilopectina. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, utilizando como referencial o método preconizado pela INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Foi elaborada uma curva padrão de amilose/amilopectina com dezoito pontos e uma posterior Escala de Cor correspondente, baseada nos valores da escala Pantone®. Duas outras escalas de cores foram elaboradas a partir da Escala de Cor da curva padrão, sendo uma por faixa de teores baixos, médios e altos e uma outra pelos valores médios dessas faixas de concentração de amilose. As análises espectrofotométrica e sensorial foram realizadas em seis variedades de mandioca do Banco Ativo de Germoplasma da EMBRAPA Mandioca e Fruticultura.

Palavras-chave: Manihot esculenta. Amilose - Determinação - Escala de cor.

INTRODUÇÃO

A amilose é um polímero de cadeia linear formado por unidade de α -D-glucopiranosil ou moléculas de D-glicose unidas por ligações do tipo α 1,4 ou seja, carbono 1 (C1) de uma molécula e carbono 4 (C4) de uma outra molécula. A fração da amilopectina é formada de cadeias curtas de amilose unidas por ligações do tipo α 1,6, resultando uma cadeia ramificada (FRENCH, 1973; MOTAWIA et al., 2001). A

reação do amido com o iodo ocorre em presença do iodeto, produzindo uma coloração azul intensa mesmo em baixas concentrações de iodo, e a sensibilidade da reação de cor é tão marcante que torna-se visível quando essa concentração é de $2 \times 10^{-5}M$ a $20^{\circ}C$, sendo que a intensidade decresce com o aumento de temperatura (CIACCO; CRUZ, 1982; UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, 1999). A absorção com-

* Professor Adjunto. Faculdade de Farmácia.UFBA.
Laboratório de Controle de Qualidade. Departamento de Análises Bromatológicas
Faculdade de Farmácia. UFBA.
Rua Barão de Geremoabo, s/n Campus de Ondina
40.000-000 Salvador Bahia Brasil
E-mail: trindade@ufba.br

** Professor Titular. Escola de Agronomia. UFBA.

*** Pesquisador. Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos/EMBRAPA

**** Professor Adjunto. Instituto de Matemática. UFBA

plexo-iodo ocorre em aproximadamente 650nm, e a afinidade ao iodo varia de 19% a 20% avaliando uma "amilose aparente". A sua afinidade ao iodo é uma propriedade que possibilita a estimativa de sua concentração sem a necessidade do fracionamento do amido, que pode ser medida espectrofotometricamente (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1987; CIACCO; CRUZ, 1982; CABELLO, 1996). Este estudo tem como objetivo padronizar e adaptar, em banca laboratorial, um método de determinação da amilose baseado no princípio da colorimetria, utilizando como referencial o método preconizado pela International Organization for Standardization (1987) e, posteriormente, a elaboração de escalas de cores que possibilitem expressar qualitativa/semiquantitativamente, no campo, a amilose em raízes de mandioca recém-colhidas. No presente estudo, adotou-se o processo de impressão em quadricromia, onde a cor é criada sobre o suporte, usando-se quatro pigmentos transparentes, as tintas ciano, magenta, amarela e preta, que agem como filtro e são conhecidas como cores de escala ou tintas de escala, as quais, quando combinadas, podem formar milhares de cores. São identificadas pelas letras maiúsculas C, M, Y e K (CMYK). Os pigmentos das tintas absorvem apenas um terço da luz e transmitem os dois terços restantes do espectro visível, refletindo sobre os olhos do observador (SOUTHWORTH, M.; SOUTHWORTH, D., 1996; HORIE, 1999). Os computadores reproduzem, em seus monitores, as cores de maneira diferente da impressão no papel. Nos monitores, a cor é feita pela emissão de luz e, no papel impresso, a cor é feita pela reflexão da luz. Por outro lado, os

monitores trabalham com cores RGB (Vermelho-R, verde-G e azul-B) e os impressos em CMYK. Essa diferença de cor entre monitor e papel é possível de ser corrigida pelo uso do sistema de escala ou tabelas Pantone®, e a impressão pode ser em papel offset ou papel couché (HORIE, 1999; PAPADAKIS, et al., 2000).

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Reagentes: Iodeto de Potássio P. A.; Iodo P. A. (I_2 , PM = 253,81); Hidróxido de Sódio P. A.; Ácido Acético Glacial P. A.; Álcool Etilíco P. A.; Padrão de Amilopectina Sigma (A 8515); Padrão de Amilose Sigma Tipo III (A0512). Vidraria: frascos Erlenmeyer graduados de 50mL; tubos de ensaio 20x200mm; balões volumétricos de 100 e 200mL; pipetas volumétricas de 1, 2, 5 e 50mL; pipetas graduadas de 10 e 20mL; conta-gotas. Equipamentos: balança de precisão; espectrofotômetro marca Zeiss modelo PM2K; cronometro; bico de Bunsen; lamparina a álcool; pipeta de plástico de 500mL; frascos conta-gotas. Soluções: solução de iodo a 2,0%; solução de etanol a 95%; solução de hidróxido de sódio 0,09mol/L; solução de hidróxido de sódio a 1,0mol/L; solução de ácido acético 1,0mol/L.

Matéria-prima: as amostras de raízes das variedades de mandioca utilizadas neste estudo foram colhidas do Banco Ativo de Germoplasma de Mandioca da Embrapa Mandioca e Fruticultura, situada no município de Cruz das Almas, Bahia, Brasil. As variedades estudadas foram as BGM-0538; BGM-0576; BGM-0116;

Tabela 1 – Características das variedades estudadas

Código CNPMF	CÓDIGO Brasil	Nome vulgar	Umidade %	Amilose %
BGM-0116	BRA-000361	Cigana Preta	59,45	16,67
BGM-0538	BRA-011304	Macaxeira Preta	64,36	18,47
BGM-0576	BRA-008257	Passarinha I	58,30	19,98
BGM-1326	BRA-081132	Mandioca Engana Ladro	61,20	19,96
BGM-1380	BRA-081671	Macaxeira	60,44	17,40
BGM-1420	BRA-092074	Mandioca Moça Branca	62,86	21,10

Fonte: FUKUDA, 1996

BGM-1326; BGM-1380 e BGM-1420, codificadas segundo Fukuda (1996) e Fukuda, Silva e Porto (1997). A seleção desses cultivares, para atender ao estudo projetado, deveu-se aos seus teores de amilose.

Métodos

Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Mandioca e Fruticultura. O método adotado para o desenvolvimento deste estudo foi o preconizado pela International Organization for Standardization (1987), que tem como princípio a solubilização dos grânulos de amido em etanol, seguida de gelatinização por uso do hidróxido de sódio, como posterior acidificação com solução de ácido acético, que permita a formação do complexo de cor azul por agregação do iodo dentro da estrutura helicoidal da amilose. Esse complexo pode ser quantificado espectrofotometricamente, comparando-se o resultado com a curva padrão. Esse método foi escolhido por ser fotocolorimétrico e por considerarmos mais adequado a proposta de adaptação e substituição da leitura em absorbância da reação de cor, por comparação direta em uma escala de cor.

Desenvolvimento da técnica para obtenção da curva padrão

Os procedimentos adotados foram similares tanto para a elaboração da curva padrão quanto para a determinação do teor de amilose nas amostras das variedades de mandioca estudadas, exceto para a quantidade da massa dos padrões de amilose e amilopectina utilizados na elaboração da curva padrão que foram de 100mg cada um, em relação à massa da amostra das variedades de mandioca em estudo, que foi de 150mg de matéria úmida. A curva padrão foi elaborada para que cada um dos seus dezenove pontos representasse 2,5%, partindo do ponto de 0,0 até 45,0% de concentração da amilose padrão.

As amostras em forma de matéria úmida de cada variedade estudada foram obtidas através de um processo de ralação manual da raiz de

mandioca integral após eliminação, por lavagem em água corrente, das impurezas do solo, com posterior extração do “suco”, utilizando-se um espremedor de uso doméstico.

Desenvolvimento da técnica adaptada para determinação da amilose

O desenvolvimento deste estudo, que teve como objetivo adaptar a técnica padrão para uma outra técnica que foi denominada “técnica adaptada”, iniciou-se com a adequação dos seus valores de pesos e volumes reduzidos em 10 (dez) vezes e a uniformização das unidades métricas representativas. Dessa forma, foi transformada a massa da amostra em volume da amostra, tanto para o desenvolvimento da técnica padrão como da “técnica adaptada”, tendo como princípio os valores das medidas aproximadas, oficializados pela Farmacopéia Brasileira III (1997), onde se explicita que 20 (vinte) gotas de água destilada, contadas no conta-gotas normal à temperatura de 15°C, devem pesar 1,0g ($\pm 0,02g$); utilizando-se a relação densidade versus massa, obteve-se o volume equivalente de aproximadamente 1,0mL para as mesmas 20 (vinte) gotas de água. Para o cálculo dessa transformação de massa em volume, utilizou-se o valor da densidade para a água, em uma temperatura de 15°C e 760mmHg, que é igual a 0,99913, segundo Ohlweiler (1976). Dessa forma, obteve-se a massa e o volume de amostra e de reagentes. Visando a encontrar um modelo de protocolo simplificado para o desenvolvimento da técnica adaptada em escala de campo, foram idealizados e confeccionados tubos de ensaios especiais, que permitiram uma melhor adaptação nas medidas de volume, evitando-se o uso de aparelhos volumétricos calibrados, a exemplo de pipetas e balões. Esses tubos foram confeccionados em boro-silicato e tiveram uma calibração artesanal (FIGURA 1).

A técnica padrão de determinação da amilose em amostras de amido faz referência à amostra como matéria seca, expressando sua massa em miligramas. Utilizando-se os resultados dessa adaptação reduzida em dez vezes (QUADRO 1), o protocolo da técnica adaptada passou a ser:

- Tubo 1
1. Adicionar 2 gotas da solução de etanol a 95%.
 2. Colocar 3 gotas do suco de mandioca no tubo 01, utilizando o conta-gotas e tendo o cuidado de evitar escoamento pelas paredes internas do tubo. Homogeneizar.
 3. Adicionar 18 gotas da solução de NaOH 1,0mol/mol.
 4. Aquecer em chama direta de uma lamparina a álcool por 1 minuto, aquecendo uniformemente o tubo para evitar ebulição brusca.
 5. Resfriar e completar o volume, com água destilada, até a marca superior, equivalente a 10,0mL.
- Tubo 2
6. Homogeneizar, por inversão, três vezes seguidas.
 7. Transferir um volume dessa solução até a marca do tubo 2.
 8. Adicionar 4 gotas da solução de NaOH 0,09mol/L ao tubo 2.
 9. Homogeneizar, por inversão, três vezes seguidas.
- Tubo 3
10. Transferir um volume dessa solução até a primeira marca do tubo 03.
 11. Adicionar 2 gotas da solução de ácido acético 1,0mol/L.
 12. Adicionar 4 gotas da solução de iodo a 2%.
 13. Completar o volume, com água destilada, até a marca superior equivalente a 10,0mL.
 14. Comparar diretamente com a Escala de Cor.
 15. Expressar o resultado qualitativo da amilose, segundo Escala de Cor.

Reagente/Procedimentos	Técnica padrão	Técnica adaptada
Amostra	150mg do amido (massa seca)	3 gotas do suco da raiz
Etanol 95%	1,0mL	2 gotas
NaOH 1,0 mol/L	9,0mL	18 gotas
Aquecimento	Banho-Maria fervente por 10 min	Direto na chama de uma lamparina a álcool por 10 min, evitando-se brusca ebulição
Avolumar	Para 100,0mL em balo Volumétrico	Para 10,0mL no tubo de ensaio específico (marca superior)
Transferência de alíquota da fase anterior	18,0mL para tubo de ensaio e acrescentar 2,0mL de NaOH 0,09mol/L	Transferir 1,8mL (marca do tubo 02) e acrescentar 4 gotas de NaOH 0,09mol/L
Transferência de alíquota da fase anterior	5,0mL para balão volumétrico de 100,0mL	0,5mL (primeira marca do tubo 03)
Solução de ácido acético 1,0mol/L	1,0mL	2 gotas
Solução de iodo a 2%	2,0mL	4 gotas
AVolumar	Para 100,0mL com água destilada	Para 10,0mL (segunda marca do tubo03) com água destilada
Leitura	Espectrofotometria 620nm	Comparação com a escala de cor

Quadro 1 - Comparação entre os protocolos da Técnica Padrão e da Técnica Adaptada

Tabela 2 - Valores das cores dos pontos da curva padrão da Escala 01

TUBO	AMILOSE (%)	CYAN	MAGENTA	YELLOW	BLACK
1	0,0	5	15	0	20
2	2,5	9	15	0	20
3	5,0	13	15	0	20
4	7,5	17	16	0	20
5	10,0	21	16	0	21
6	12,5	25	16	0	21
7	15,0	29	16	0	21
8	17,5	33	16	0	21
9	20,0	37	16	0	21
10	22,5	41	17	0	22
11	25,0	45	17	0	22
12	27,5	49	17	0	22
13	30,0	53	17	0	22
14	32,5	57	17	0	22
15	35,0	61	17	0	22
16	37,5	65	20	0	24
17	40,0	69	20	0	24
18	42,5	73	20	0	24
19	45,0	85	35	0	35

Para uma melhor dissolução, é indispensável que a amostra seja adicionada ao etanol, com agitação.

Elaboração da escala de cor para a curva padrão - Escala 01

A Escala 01 - Escala de cor para a curva padrão foi elaborada utilizando-se as soluções coloridas resultantes do desenvolvimento da técnica da curva padrão com dezenove pontos de diferentes concentrações da amilose padrão, comparando-se o valor da cor obtida, em cada pon-

to, com a escala PANTONE® Color Fórmula Guide 1000, conforme Tabela 2. Foram realizadas três repetições e, depois de apresentadas a seis avaliadores, concluiu-se pela escala representada na Figura 2. Os valores resultantes das avaliações estão expressos na Tabela 2, que representam os percentuais das quatro cores básicas, que compõem cada um dos dezenove pontos e os códigos obtidos na escala segundo o PANTONE® Color Fórmula Guide 1000.

Utilizou-se o programa CorelDRAW, versão 11.0, para a definição dos pontos da escala de cor, correlacionando-se os valores da cor ob-

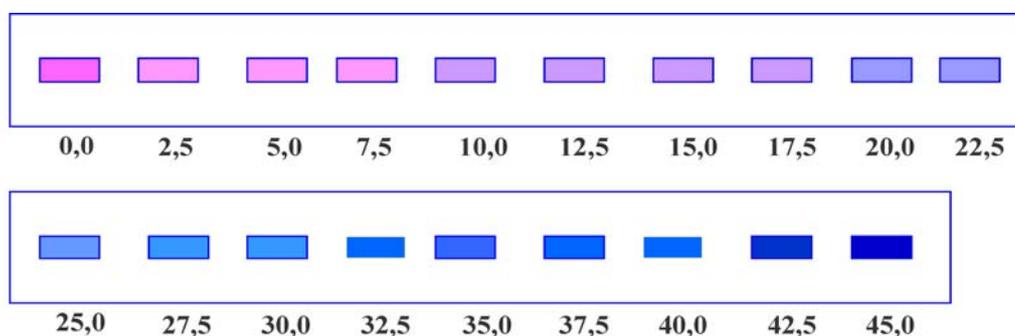


Figura 2 - Escala de cor para curva padrão dos teores de amilose/amilopectina em % ou Escala 01

tidos pelo Pantone® como os valores do próprio sistema. Usando-se uma impressora marca Hewlett Packard, modelo Deskjet 693C, imprimiu-se sobre papel tamanho A4 (210x297mm) de 90g/m².

Elaboração da escala de cor para faixa de teores de amilose

A partir dessa escala, Escala 01 – Escala de cor da curva padrão de amilose/amilopectina, foi possível elaborar uma outra escala de cor com três faixas de valores e cores que expressavam as concentrações de amilose consideradas de teores baixos, médios e altos. A faixa de concentração de amilose considerada de baixo teor foi representada pelos valores que variam de 0,0% a

12,5% de amilose e possui seis pontos; a faixa de concentração de amilose em teores considerados médios foi representada pelos valores entre 15,0% e 27,5% de amilose, também com seis pontos; a faixa de concentração de altos teores, com sete pontos distintos, foi representada pelos teores que variam entre 30,0% e 45,0% de amilose (FIGURA 3).

A Escala de Cor com valores medianos - Escala 03, foi elaborada para que representasse os três pontos medianos das três faixas de cores da Escala 02 que expressam as concentrações de amilose para os teores considerados como baixo, médio e alto em amido de mandioca (FIGURA 4).

Da faixa de concentração de amilose considerada baixa, que foi representada com seis

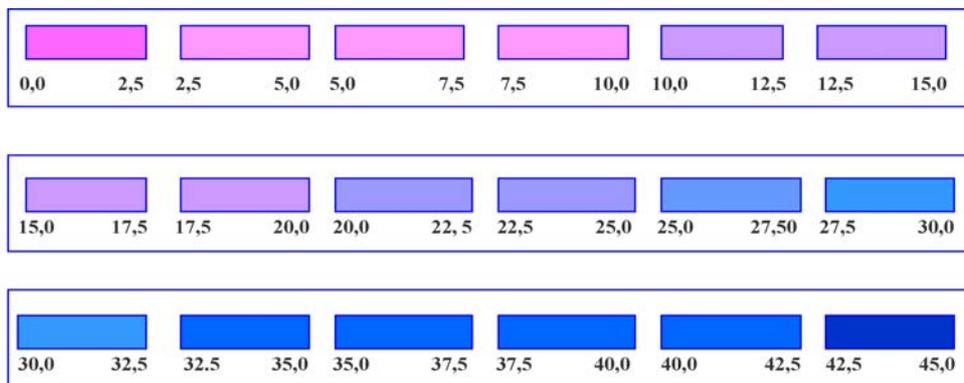


Figura 3 - Escala de cor das faixas de teores de amilose, baixos, médios e altos e expressos em percentagem ou Escala 02



Figura 4 - Escala de cor dos valores medianos das faixas de concentração de amilose ou Escala 03

pontos pelos percentuais entre 0,0% e 12,5% obteve-se o valor da cor que representa o seu ponto mediano pela média aritmética simples dos valores das cores dos pontos de 5,00% e 7,50% de concentração de amilose padrão expressos pela escala Pantone® (FIGURA 4; TABELA 3). Da faixa de concentração de amilose considerada média, que foi representada também com seis pontos pelos percentuais entre 15,0% e 27,5%, o valor da cor que representa o seu ponto mediano foi obtido pela mesma média aritmética simples anterior dos valores das cores dos pontos de 20,0% e 22,5% de concentração de amilose padrão e os seus códigos no Pantone® (FIGURA 4; TABELA 3). A faixa de concentração de amilose considerada alta foi representada pelos percentuais entre 30,0% e 45,0%, nesse caso com sete pontos, e o valor da cor que representa o seu ponto mediano foi a repetição dos valores da cor do ponto de 37,5% de concentração de amilose padrão e os seus códigos no Pantone® (FIGURA 4; TABELA 3).

CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos neste experimento e levando em consideração o uso da Escala

Tabela 3 - Valores das cores das faixas de teores medianos de amilose

Faixa	CYAN	MAGENTA	YELLOW	BLACK
01	15	16	0	21
02	39	17	0	22
03	65	20	0	24

Fonte: Pantone®

Pantone®, concluímos:

1. que é possível: produzir-se um protocolo para adaptação da técnica padrão de determinação fotocolorimétrica da amilose em raízes de mandioca; elaborarem-se Escalas de Cores para a curva padrão dos teores de amilose/ amilopectina em percentual; elaborar-se uma Escala de Cor de valores baixos, médios e altos expressos em percentagem das faixas de concentração de amilose; elaborar-se uma Escala de Cor com valores medianos de concentração de amilose;

2. que a definição da melhor escala de cor em substituição à leitura espectrofotométrica de amilose ainda carece de uma melhor investigação laboratorial para que possa ser utilizada na identificação de amilose pela técnica adaptada.

Contribution to an adaptation of a technique of amylose determination in cassava roots to be used in the field work - Part I

Abstract

The aim of this study was to standardize and to adapt a traditional laboratorial colorimetric method for amylose determination and, later, the elaboration of color scales that would make a qualitative and semi- quantitative determination of amylose- amylopectin concentrations in cassava roots possible, during the field work, for selection after the crop. The experiments have been carried out in the EMBRAPA'S Laboratory of Food Science and Technology (Cassava and Fruit Culture) by using as reference the International Organization for Standardization recommended method. An amylose- amylopectin curve pattern was plotted with nineteen points and, later, a corresponding SCALE OF COLOR based on the PANTONE scale values. Two other color scales were elaborated starting from the curve pattern scale color: one of them according to low, medium and high concentrations and another one related to the average values of the amylose concentration. The spectral- photometric and sensorial analyses were carried out with six varieties of cassava roots at the Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Mandioca e Fruticultura (Embrapa's Active Bank of Germ plasm - Cassava and Fruit Culture)

Key-words: Manihot esculenta, amylose, determination, color scale

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. **Fabricação de amido de mandioca**. Brasília, DF, 1995. (Série Perfis Agroindustriais).
- CABELLO, Cláudio. Hidrolisado de amido. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE RAÍZES TROPICAIS, 1., 1996, São Pedro, SP. **Anais...** Botucatu: CERAT/UNESP, 1996.
- CAMARGO, Rodolfo de et al. **Tecnologia dos produtos agropecuários**. alimentos. São Paulo: Nobel, 1984.
- CEREDA, Marney P. Alternativas de uso industrial para fécula de mandioca. **R. Bras. Mand.**, Cruz das Almas, v.8, n.1, p.63-71, jun. 1989.
- CIACCO, César F.; CRUZ, Renato. **Fabricação de amido e sua utilização**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982. (Série Tecnológica Agroindustrial).
- COLLETT, D. **Modelling binary data**. London: Chapman and Hall, 1991.
- COX, D. R.; SNELL, E. J. **The analysis of binary data**. 2th.ed. London: Chapman and Hall, 1989.
- FARMACOPÉIA Brasileira III. São Paulo: Organização Andrei Ed., 1997.
- FRENCH, Dexter. Chemical and physical properties of starch. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.37, n.4, p.1048-1061, Oct. 1973.
- FUKUDA, Wânia M. G. **Banco de germoplasma de mandioca** manejo, conservação e caracterização. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMP, 1996.
- FUKUDA, Wania M. G.; SILVA, Sebastião Oliveira e; PORTO, Marcio C. M. **Caracterização e avaliação de germoplasma de mandioca (Manihot esculenta Crantz)**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMP, 1997.
- HASSID, W. Z.; MCCREADY, R. M. The molecular constitution of amilose and amilopectrin of potato starch. **J. Am. Chem. Soc.**, Easton, v.65, p.1157-1161, 1943.
- HORIE, R. M. **Preparação e fechamento de arquivos para birôs**. Windows e Macintosh. São Paulo: Érica, 1999.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3.ed. São Paulo, 1985. v.1.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Riz**. détermination de la teneur en amylose: ISO 6647. Geneva, 1987.
- LIMA, U. A. de. **Industrialização da mandioca**. In: MANDIOCA: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1980. (Série Extensão Agroindustrial).
- MATSUURA, Fernando C. A. U. Mandioca como matéria-prima industrial. In.: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical. **Tecnologia para o processamento agroindustrial da mandioca**. Cruz das Almas, BA, 1997. p.31-55.
- MATSUURA, Fernando C. A. U.; FUKUDA, W. M. G.; SANTOS, E. S. P. Determinação do teor de amilose em genótipos promissores de mandioca (*Manihot esculenta* C.) em processo de seleção pela Embrapa Mandioca e Fruticultura. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 10., 1999, Manaus. **Anais...** Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMP, 1999. p.73.
- MOTAWIA, Mohammed S. et al. Synthesis of 4'- \ddot{I} -acetyl-maltose and α -D-galactopyranosyl-(1 \rightarrow 4)-D-glucopyranose for biochemical studies of amylose biosynthesis. **Carbohydr. Res.**, Copenhagen, v.330, p.309-318, 2001.
- OHLWEILER, Otto A. **Química analítica quantitativa** 2ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1976. v.1.
- PAPADAKIS, S. E. et al. A versatile and inexpensive technique for measuring color of foods. **Food Technol.**, Chicago, v.54, n.12, p.48-51, Dec. 2000.

- RIBEIRO, Dário Eloy. **Avaliação sensorial de frutos de cultivares e híbridos de bananeiras (*Musa ssp.*)**. 1998. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 1998.
- ROCHA, Nilmar V. P. da. **Determinação das frações do amido**. 1960. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1960.
- SILVEIRA, Silene B.; CEREDA, Marney P. A fécula da mandioca (povilho doce): padrões e qualidade para mercado interno e exportação. **R. Bras. Mand.**, Cruz das Almas, v.6, n.1, p.7-15, jun. 1987.
- SOUTHWOURT, M.; SOUTHWOURT, D. **Separação de cores em desktop**: como obter boas reproduções em cores. São Paulo: Repro, 1996.
- SUORTTI, T.; GORENSTEIN, M. V.; ROGER, P. Determination of the molecular mass of amylose. **J. Chromatogr.**, Amsterdam, v.828, p.515-521, 1998.
- TAKAHASHI, K.; ONO, S. Colorimetric study of amylose-iodine complex formation. **J. Biochem.**, Tokyo, v.72, n.4, p.1041-1043, Oct. 1972.
- TAKEDA, Yasuhito; HIZUKURI, Susumu; JULIANO, Bievenido O. Purification and structure of amylose from rice starch. **Carbohydr. Res.**, Amsterdam, v.148, n.2, p.299-308, May 1986.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. Departamento de Química. Curso de Química Analítica Quantitativa. **Deteção do ponto final**. 1999. Disponível em: < <http://www.ufpa.br/quimicaanalitica/detectapfinaliodo.html> > Acesso em: 13 jul. 1999.