Estudos sobre o caroteno em algumas variedades amazônicas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)

H. A. Marinho (*)
D. B. Arkcoll (*)

Resumo

Foram conduzidos experimentos com raízes de mandioca nos quais foi verificado um efeito da variedade, idade e corte transversal, sobre o conteúdo de caroteno. Notaram-se grandes perdas ocorridas durante o processamento das raízes na farinha d'água consumida na região. Essas perdas podem ser reduzidas se as raízes forem bem fermentadas e a farinha armazenada em boas condições. Constatou-se que dos carotenóides 30% era Beta caroteno e o consumo de 100 g de farinha pode fornecer 20% das recomendações diárias de vitamina A.

Introdução

Vários estudos nutricionais da Amazônia têm apontado a hipovitaminose A como um dos problemas principais (Silva, 1959; Lowenstein, 1967; Shrimpton & Giugliano 1979 e Marinho *et al.*, 1980). No entanto, existem frutas com elevados teores de carotenóides na região (Guimarães & Pechnik, 1956; Pechnik & Guimarães, 1957; Aguiar *et al.*, 1980). O consumo destas frutas e hortaliças, infelizmente, é demasiadamente baixo nas classes menos favorecidas que também sofrem de doenças gastrointestinais que reduzem a absorção da vitamina A (Sivakumar & Reddy, 1975; Borges, 1978).

O principal alimento da dieta é a farinha de mandioca fermentada que varia em cor, do branco ao castanho ou amarelo. Guimarães & Pechnik (1956), Maravalhas (1964) e Guimarães & Barros (1971) anotaram que a farinha amarela comum na Região Amazônica tem essa cor face ao seu conteúdo de carotenóides. A farinha amarela é mais cara que a farinha branca e por esse motivo o consumidor de menor poder aquisitivo normalmente não a inclui em sua alimentação.

O programa de melhoramento da mandioca do INPA tem procurado as variedades mais ricas em carotenóides, visando futuramente à produção em abundância de variedades de mandioca amarela conseqüentemente baixando o custo das farinhas de mesma cor. O melhoramento proporcionará sobretudo efeito benéfico no estado nutricional relacionado à vitamina A das populações mais carentes deste nutriente.

O estudo do processo de fazer farinha e localizar onde estão sendo perdidos os carotenóides no processamento, e a maneira de impedir qualquer perda, é também um dos objetivos deste trabalho.

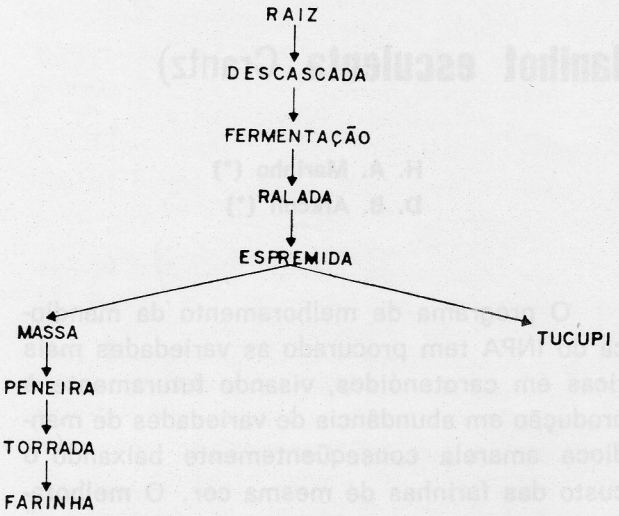
Material e métodos

Processamento da Farinha D'Água — As raízes frescas de mandioca depois de lavadas e descascadas, foram imersas em água de chuva, com inóculo de raízes fermentadas, por 5 dias. Durante a fermentação o pH baixou para 4, o ácido cianídrico foi liberado e as raízes amoleceram, facilitando o seu ralamento. Passado este período as raízes moles foram raladas, peneiradas e espremidas por processo manual. Obteve-se um líquido amarelo denominado tucupi e uma massa também amarela a qual foi peneirada e torrada dando origem à farinha d'água amarela (Cf. Fluxograma).

Processamento da Farinha Seca — O processo foi idêntico ao da farinha d'água com exceção da fermentação.

Extração e Dosagem de Carotenóides — Dez gramas de cortes transversais de raízes frescas ou de farinha de mandioca, foram maceradas num almofariz com 50 ml de mistura

(*) — Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.



Fluxograma do processo para produção de farinha d'água

de éter de petróleo (faixa de ebulição 60-70°C) com acetona gelada (2:1). A extração foi repetida três vezes com volume de 25 ml cada vez. A solução foi lavada com água destilada num funil de separação protegido com um papel de alumínio para evitar a luz que oxida os carotenos; agitou-se e deixou-se separar as fases, retirou-se a fase aquosa, que se abandonou. Repetiu-se a lavagem da fase etérica com água destilada mais duas vezes. Secou-se a camada de éter de petróleo passando-se a mesma por uma pequena coluna (1 x 5 cm) de Na_2SO_4 anidro. Coletou-se o extrato e diluiu-se com éter de petróleo com a mesma faixa de ebulição num balão volumétrico.

Dez ml de tucupi foi extraído de maneira semelhante através de separação inicial das soluções numa centrífuga a 2000 rpm durante 2 minutos. As operações seguintes como lavagem, secagem e diluição, realizou-se de modo idêntico ao acima citado.

As leituras dos extratos diluídos foram realizadas no espectrofotômetro Zeiss mod. P.M. Q_3 a 436 nm e as concentrações de caroteno foram calculadas pela fórmula da A.O.A.C., 1975.

A separação e identificação de carotenos foram realizadas através de cromatografia de camada fina de sílica, segundo o método descrito pela A.O.A.C., (1975) com padrões de La Roche.

Resultados e discussão

O estudo de 40 variedades de mandioca amarela indicou uma variação de 0 a 3,2 mg de caroteno/100 g de raiz e 0 a 2,1 mg para farinha. (Tabela 1). Revela ainda a grande perda que ocorre no processamento, pelo fato de a farinha representar um terço do peso original da raiz.

Observa-se na Tabela 2 que os conteúdos de caroteno variam segundo o corte transversal da raiz. Também foi verificado um aumento de carotenóides em função da idade confirmando as observações de Guimarães & Barros (1971).

Os cortes transversais apresentam uma distribuição não uniforme da cor amarela sendo no centro um amarelo concentrado e nas periferias um amarelo pálido. O tamanho e as partes da raiz têm pouco efeito (Tabela 2).

Encontram-se na Tabela 3 as perdas médias de caroteno em 20 amostras. Pode notar-se que, na farinha fermentada (d'água), a recuperação foi 35% e para farinha seca apenas 4,6%. As recuperações totais foram somente

TABELA 1 — O conteúdo de caroteno* de diversas variedades de mandioca

Variedade	Raiz	Farinha
IM 040	0	0
096	0	0
035	0.22	0.19
139	0.49	0.45
092	1.40	1.22
172	1.89	1.20
103	1.93	1.59
171	3.20	2.09

(*) — Caroteno expresso em mg/100 g da raiz ou farinha.

TABELA 2 — Outras fontes de variação no conteúdo de caroteno*

Variedade	Tamanho da Raiz			Parte da Raiz			Corte Transversal			Idade	
	Pequena	Média	Grande	Ápice	Centro	Base	Externa	Interme-diária	Interna	14 Meses	19 Meses
IM 175	0.15	0.28	0.28								
104	0.18	0.18	0.18								
139	0.42	0.44	0.45								
085				0.68	0.70	0.86					
103							0.96	1.99	2.15		
							0.42	0.73	1.19		
68A										0.33	0.77

(*) — Caroteno expresso em mg/100 g da raíz.

TABELA 3 — Caroteno da raiz original recuperado na farinha e no tucupi*

Tipo	Farinha	Tucupi	Total
Farinha D'água	35.2	33.2	68.4
Farinha Seca	4.6	37.3	43.9

(*) — Caroteno expresso em porcentagem de conteúdo da raíz.

68% a 44%, evidenciando perda de uma quantidade considerável dos carotenóides no processamento.

A fermentação oferece alguma proteção e a Tabela 4 aponta a importância de permitir-se que as raízes fermentem bem a um pH abaixo de 4 para que haja boa recuperação de caroteno. Cinqüenta amostras obtidas localmente apresentaram pH que variou de 3,8 a 4,7. O pH ácido parece diminuir as perdas provavelmente causada por oxidação enzimática.

Grande quantidade (35%) de caroteno é perdido no tucupi. Parece que o caroteno está ligado a proteína formando um complexo, pois, uma precipitação amarela pode ser obtida no tucupi a um pH 4 contendo 16% de proteína e a totalidade de pigmento. A considerável quantidade perdida no tucupi pode ser aproveitada consumida em pratos regionais como, pato no tucupi, tacacá, além de ser substituto do vinagre, já que contém ácido acético (em maior proporção), além dos ácidos propiônico, butírico, valérico, succínico, palmitico e oléico (Albuquerque *et al.*, 1978; Silva *et al.*, 1979).

Na Tabela 5, podem observar-se as perdas por armazenagem extremamente altas à temperatura ambiente (22-35°C). Isso sugere a necessidade de acrescentar-se antioxidantes, caso a farinha não seja consumida dentro de poucas semanas. As farinhas estudadas eram de textura fina por terem sido produzidas em laboratório. Alguma proteção adicional talvez possa ser obtida nas farinhas de textura grossa encontrada no mercado. A natureza ácida destas farinhas poderia também protegê-las do ataque de fungos e insetos nos trópicos quentes e úmidos. A textura arenosa e pegajosa

TABELA 4 — Efeito do tempo de fermentação sobre o pH e concentração de caroteno na farinha

Tempo/Horas	pH	Caroteno mg/100 g na Farinha
0	6.9	0.34
24	6.2	0.35
48	4.0	0.55
72	4.0	0.72
96	3.9	0.81
120	3.9	0.98
144	3.9	0.90

TABELA 5 — Concentração de caroteno* em farinha armazenada em diversas condições

Tempo Meses	Armazenamento		
	Congelador - 10°C	Ambiente Lata	Ambiente Saco Plástico
0	0.94	0.94	0.94
1	0.06	0.14	0.9
3	0.02	0.12	0.85
6	0.01	0.11	0.55

(*) — Caroteno expresso em mg/100 g de farinha.

resultante da degradação microbal do amido para dextrina, no entanto, gruda nos dentes e pode contribuir para a alta incidência de cárie dentária na região.

Todas as variedades que contém caroteno até agora encontradas são mandiocas bravas. Uma macaxeira que se tornou amarela após o cozimento não apresentou caroteno. O pigmento é solúvel em água e provavelmente uma leucoantocianina. É muito comum acrescentarem-se agentes corantes amarelos às farinhas para obtenção de maior preço. A açafroa *(Curcuma doméstica)* é comumente utilizada localmente à razão de 1 por 10.000. O pigmento é curcumina. Outro corante utilizado na Região Amazônica para avivar a cor amarela da farinha é o urucu *(Bixa orellana)* que tem como pigmento a bixina (Albuquerque, 1969). Em Ghana, emprega-se o óleo de dendê o qual contribui com alto teor de caroteno.

Um estudo mais antigo sugeriu que grande parte de caroteno está sob a forma de alfa caroteno (Maravalhas, 1964). Outros trabalhos mostram predominância absoluta de beta caroteno neste material (Guimarães & Barros, 1971; Figueiredo *et al.*, 1977). Os nossos estudos mostraram que aproximadamente 30% era beta caroteno e os restantes eram mono e dehidroxi-caroteno.

Os grupos de especialistas da FAO/OMS, 1965; FAO/OMS, 1975; OMS, 1976; OMS, 1978, adotaram um método de eficiência básica de conversão de carotenóides em alimentos para seres humanos, o qual diz que nos seres humanos o aproveitamento do beta caroteno presente nos vegetais é aproximadamente seis vezes inferior ao correspondente retinol e a atividade dos carotenóides totais (com atividade de vitamina A) são considerados a metade do beta caroteno. Por conseguinte, cem gramas de farinha de boa qualidade contendo 2 mg/100 g de carotenóides totais equivale a 167 mg de retinol os quais poderiam contribuir com aproximadamente 20% das ingestas recomendadas (750 mg de retinol) para um adulto.

Espera-se que estas variedades ricas em pró-vitamina A sejam utilizadas pelos fabricantes de farinha do Amazonas e em outras partes do Brasil e do mundo onde a mandioca branca constitui o alimento básico e a xeroftalmia é comumente encontrada (Oomen, 1961).

Agradecimentos

— Ao Dr. Roger Shrimpton, Chefe do Departamento de Microbiologia, Alimentação e Nutrição do INPA, pelas sugestões e idéias transmitidas durante a realização do trabalho.

— A Srta. Janete Seixas, Bolsista do INPA, pela colaboração nos trabalhos técnicos.

— A Produtos Roche Químicos e Farmacêuticos S.A. que gentilmente doou padrão de Beta caroteno.

Summary

The carotenoid content of cassava roots varies with variety, age and the cross section of the root. Large losses occur during the processing of roots into the fermented flour eaten in the region. These losses can be reduced if the roots are well fermented and the flours are stored in good conditions.

About 30% of the carotenoides is Beta carotene and the consumption of 100 g of flour could provide about 20% of the daily adult recommended intake for vitamin A.

Referências bibliográficas

Albuquerque, M.

1969 — A Mandioca na Amazônia. **IPEAN, Comunicado Técnico,** 142 — Belém.

ALBUQUERQUE, M.; RAMOS, E.M.C.; GONÇALVES, W.M.F.; BARRIGA, J.P.; BARBOSA, W.C.; ANDRADE E SILVA, D. DE
1978 — Utilização do Tucupi na Coagulação do Látex da Seringueira. **IPEAN, Comunicado Técnico,** 48. Belém.

AGUIAR, J.P.L.; MARINHO, H.A.; REBELO, Y.S.; SHRIMPTON, R.
1980 — Aspectos Nutritivos de Alguns Frutos da Amazônia. **Acta Amazonica,** 10 (4):

A.O.A.C.
1975 — **Handbook of Chemical Analysis.**

BORGES, E.L.
1978 — **Efeito do Consumo de Açúcar Fortificado com Vitamina A por Pré Escolar.** Tese de Mestrado em Ciências — UFMG. 46 p.

FIGUEIREDO, I.B ; VITTI, P.; PEREIRA, A S.
1977 — Comportamento de Substâncias Nitrogenadas e Caroteno em duas Variedades de mandioca. **Boletim do ITAL,** 51-145-150.

GUIMARÃES, L.R. & PECHNIK, E.
1956 — Contribuição ao Estado dos Alimentos da Região Amazônica. **Arq Bras. de Nutrição,** 15:1; 15:24 (Janeiro-Junho).

GUIMARÃES, M.L. & BARROS, M.S.C.
nico de Divisão de Tecnologia Agrícola e Alimentos, (4): 1-4.
1971 — Sobre a Ocorrência de Beta caroteno em variedades de mandioca amarela. **Boletim Téc-**

LOWENSTEIN, F.W.
1967 — Report on Nutrition Surveys in Brazilian. Amazon Communities between 1955-1957. **Atas do Simpósio sobre Biota Amazônica,** 6 (Patologia): 177 e 184.

MARAVALHAS, N.
1964 — Cinco Estudos sobre a Farinha de Mandioca. **Publ. do INPA,** (6): 39-40.

MARINHO, H.; SHRIMPTON, R.; FRANÇA, T.S.; REBÊLO, Y.S.
s/d — Níveis Sérios de Vitamina A em Operários de Manaus. **Acta Amazonica** (em preparação).

OOMEN, H.A.P.C.
1961 — A Global Survey on Xerophtalmia: Epidemiology and Public Health Aspects of Hypovitaminosis A. **Trop. Geog. Med.,** 16: 271-315.

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION
1965 — **Necessidades de Vitamina A, Tiamina, Riboflavina y Niacina** Roma p. 17-31.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD
1975 — **Manual sobre Necessidades Nutricionais del Hombre.** p. 30-32.
1976 — **Carência de Vitamina A y Xeroftalmia** p. 11.
1978 — **Guia Prático para la Deteccion, Prevención y Tratamento de la Xeroftalmia.** p. 9.

PECHNIK, E. & GUIMARÃES L.R.
1957 — Alguns representantes do Reino Vegetal Portadores do Elevado Potencial Pro-Vitamínico A. **Arq. Bras. de Nutrição,** 13 (1): 1-15, 15 p.

SHRIMPTON, R. & GIUGLIANO, R.
1979 — Consumo de Alimentos e Alguns Nutrientes em Manaus — 1973-1974. **Acta Amazonica,** 9 (1): 117-141.

SILVA, M.L.; MAIA, J.G.; WOLTER, W.; MOURÃO, A.P.
1979 — Determinação de Ácidos Orgânicos em Plantas e Alimentos da Amazônia I. Ácidos Orgânicos do Tucupi. **Acta Amazonica,** 6 (2): 235-236.

SILVA, W.
1959 — Inquérito sobre o Consumo de Alimentos e Nutrientes, Avaliação do Estado Nutricional e Situação Econômica da População Amazônica. **Bol. Com. Nas. Alim.,** 4 (2): Julho-Setembro R.J.

SIVAKUMAR, B. & REDDY, V.
1975 — Absorption of Vitamin A in Children with ascariasis. **J. Trop. Med. Hyg.,** 78: 114-115 (1975).

(Aceito para publicação em 24/09/80)