

ISOLAMENTO E DETERMINAÇÃO DE ALGUMAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DO AMIDO DE BARBASCO (*Dioscorea composita*)

LUIZ ISNARD BARROSO BASTOS*

Objetiva isolar e determinar algumas propriedades do amido de barbasco (*Dioscorea composita*), a fim de definir suas aplicações tecnológicas. Os parâmetros investigados foram, composição centesimal (umidade, proteína, gordura, fibra, cinza e carboidratos), capacidade de ligação com água (WBC), viscosidade intrínseca, propriedades viscoamilográficas, número de grupos de glicose por segmento de amilose e de amilopectina, efeito da alfa-amilase, micrografia do grânulo, estimativa do conteúdo de amilose e amilopectina e densidade absoluta do amido. Procurou-se ainda, observar a possibilidade do seu emprego industrial, levando-se em consideração suas características físicas, químicas e físico-químicas. Os resultados de extração de duas variedades indicaram que o barbasco contém 31,0% e 28,0% de amido e que seus grânulos são arredondados com tamanhos variando entre 7,5 e 8,0 micrões respectivamente e que os teores de amilosas foram de 26,0 e 26,30 respectivamente. Suas propriedades físico químicas demonstraram que os amidos possuem rápida gelatinização, provavelmente em razão de baixa e homogênea associação intra-estrutural, o que implica em pequeno tempo de cocção.

1 INTRODUÇÃO

As dioscoreáceas, constituem uma família de plantas pertencentes as monocotiledôneas e foram criadas por Robert Brown que por sua vez, tirara do gênero *Dioscorea* que Plumier (Francês de Marselha e botânico) havia dedicado ao naturalista grego Pedacio Dioscorides. As dioscoreáceas são plantas amiláceas providas de rizomas tuberosos, às vezes muito desenvolvidos, e haste flexível que chega a medir 4 a 6 metros de comprimento. São plantas próprias de climas quentes e úmidos e cujo ciclo vegetativo se completa entre 5 a 8 meses aproximadamente. Afirman os especialistas que existem de 15 a 20 espécies de dioscoreáceas comestíveis, mas sua

*MSc, Departamento de Química, Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba.

classificação sistemática deixa muito a desejar, pois incluem plantas de famílias diferentes, como inhames da família das Aráceas, como as dioscoreáceas que são verdadeiros inhames (5).

O barbasco mexicano, *Dioscorea composita* Hemsl, por mais de 35 anos tem sido usado como fonte de diosgenina para a preparação de hormônios de esteróides. Com esta finalidade os rizomas são fragmentados, fermentados e hidrolisados diretamente à diosgenina. Estudos neste sentido poderão ser encontrados em vasta literatura. Com relação a dados sobre sua composição centesimal, estes são pouco conhecidos e geralmente baseados na análise de uma simples espécie (20). A composição centesimal de dioscoreas mostra o amido como principal componente além da água (13,20,8,21).

O amido da *Dioscorea dumetorum* é pequeno e de difícil precipitação, com alta temperatura de gelatinização e baixa viscosidade (16). O conteúdo de amilose é aproximadamente 14%, um pouco acima da metade da maioria dos outros inhames. O amido da *D. hispida* é também pequeno, mas decanta rapidamente quando em solução. Os grânulos de amido da *D. nummularia* são grandes, acima de 110 micrômetros em tamanho e com média entre 30 e 40 micrômetros. Os amidos de *D. dumetorum* e *D. hispida* podem ser usados em indústrias onde grânulos pequenos e com baixo conteúdo de amilose é desejado. Segundo estudo de BUSSON (4) foi constatado que *D. dumetorum* contém 9,9% de proteína enquanto que OYENUGA (14) encontrou entre 12,58 e 11,73 de proteína.

O barbasco (*Dioscorea composita*) é pouco conhecido no Brasil e até o momento não existe interesse que o torne produto de importância agrícola. Quanto às características do seu amido, muito pouco se conhece. Desta forma, procurou-se no presente trabalho extrair quantitativamente o seu amido e avaliar suas propriedades físicas, químicas e físico-químicas, a fim de estabelecer seu potencial para que como fonte de hidrato de carbono venha a desempenhar no futuro, papel de maior importância no Brasil.

Os hidratos de carbono encontram-se presentes no dia a dia das pessoas e incluem açúcares, sendo um deles o amido. Este é constituído por cadeias lineares de unidades múltiplas de açúcares, ligadas umas a outras e formando moléculas gigantes que são deglutiidas no organismo de modo a ser facilmente assimiladas na forma de grânulos, cujo tamanho e forma são características da planta de origem, fato este de grande importância no processamento industrial. Intactos, os grânulos são insolúveis em água fria, mas se a continuidade da membrana do interior for destruída pela moagem, os grânulos incham em água e formam um gel. No tratamento do grânulo intacto com água quente, uma parte do amido se difunde através da parede do grânulo, sendo que em água muito quente os grânulos incham tanto que acabam por rebentar. Em geral o amido é constituído de duas partes, a primeira representando aproximadamente 20% do total é solúvel em água e denominada amilose. A amilose é um polissacarídeo composto de unidades de glicose ligadas entre si, via ligações alfa-1,4 de modo linear. A segunda representando 80% do total é insolúvel em água por ser um polissacarídeo de cadeia ramificada, denominada amilopectina. As ramificações partem de ligações alfa 1,6-dissacarídicas. No ponto de ramificação a glicose tem hidroxilos de C-1 e C-6 envolvidos nas ligações glicosídicas.

Quanto ao número de ramificações o mesmo poderá ser determinado através de metilação, seguida de hidrólise. Por tratamento com ácido ou ação de enzimas, os componentes do amido são hidrolisados progressivamente, dando dextrina (mistura de polissacáridos de baixa massa molecular), maltose (+) e finalmente glicose-D(+) que diferem uma da outra pelo tamanho e forma molecular (1).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Barbasco (*Dioscorea composita*), PA e PB, fornecidos pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e farinha de trigo fornecida pela Indústria Duratex, Campinas-SP, foram utilizadas neste trabalho.

2.2 Extração e isolamento

Os amidos foram obtidos através da seguinte técnica:

Os barbascos depois de rápida lavagem, foram descascados e fragmentados manualmente e triturados em liquidificador, usando-se a proporção 3:1 (água/barbasco). A polpa obtida foi colocada em peneira com abertura de 250 µm, em seguida centrifugada a 2000 x g por 5 minutos e o líquido sobrenadante descartado. O material sólido foi seguidamente suspenso em água e centrifugado do mesmo modo várias vezes até obter-se amido puro. O método de WALDEM e McCONNELL (23) com modificações foi usado para obtenção do amido de trigo, ou seja, misturou-se a farinha com água destilada na proporção 2:1 (água/farinha) em liquidificador a baixa velocidade. Em seguida, a porção sobrenadante foi usada para o isolamento do amido, usando-se nova porção de água destilada e centrifugada a 2000 x g. A camada localizada no topo do primeiro amido foi removida com espátula e este seguidamente suspenso em água e centrifugado a 2000 x g várias vezes até que se obtivesse o amido completamente puro. O amido obtido foi seco a 40°C reduzindo sua umidade para 13,0% e finalmente passado em peneira com furos de 210 µm de diâmetro.

2.3 Composição centesimal

As amostras dos diferentes amidos, foram analisadas segundo métodos da American Association of Cereal Chemists (AACC) nº 46(2), usando-se o fator 6,25 para cálculo da proteína; cinzas de acordo com AACC nº 08-33(2); gordura segundo AACC nº 30-26(2); fibras segundo VAN DER KRAMER e VAN GINKEL (22); umidade de acordo com "Brabender Fast Moisture Analyzer" a 130°C por uma hora, utilizando 10 gramas de amostra para cada teste, e carboidratos por diferença.

2.4 Capacidade de ligação com água (WBC)

Foi determinada pelo método modificado de MEDCALF e GILLES (10). Nesta determinação utilizou-se 5,0 gramas de amostra, dissolvida em 75 ml de água destilada e centrifugada a 2500 rpm, obtendo-se o peso de água ligada na amostra por diferença de peso.

2.5 Viscosidade intrínseca | n |

A viscosidade intrínseca foi determinada com NaOH 1 N a 37,7°C em viscosímetro de Cannon-Fensk 50 de acordo com LEACH (7).

2.6 Propriedades visco-amilográficas

As propriedades da pasta de amido foi investigada no amilografo Brabender, regulado para sensibilidade de 700 cmg, utilizando - se concentração de 5,5% de amido. Com o objetivo de observar o comportamento das pastas de amido em presença de carboxi-metilcelulose (CMC) o método de MEDCALF e GILLES (10) foi usado, empregando-se 4,0 g de CMC em 450 ml de água destilada.

2.7 Efeito da alfa-amilase

O efeito da alfa-amilase também foi testado, utilizando-se 20 mg de Tenase (atividade 340.000 MWU/gm), onde cada unidade de "Wohlgemuth" modificada (MWU) corresponde a quantidade de enzima que transforma 100 mg de amido solúvel em dextrina de tamanho definido, em 30 minutos nas condições de ensaio proposto pelo Laboratório Miles do Brasil (6). O método usado foi o de SANDSTEDT (17), o que constou da dispersão em tampão de fosfato 0,05 M e pH 6,0. Adicionou-se 20 mg de Tenase e 3 mg de penicilina, cujo objetivo é evitar contaminação na dispersão de amido. Em seguida a suspensão foi mantida a 30°C com agitação de 115 rpm e a intervalos regulares de 10 horas, 5,0 ml de amostra foram retirados e logo filtrados, sendo os açúcares redutores produzidos determinados de acordo com SOMOGY e NELSON (19,12).

2.8 Fracionamento do amido

O amido foi fracionado em amilose e amilopectina usando-se o método de sedimentação proposto por MONTGOMERY e SENTI (11). Este método tem como fundamento o fato de que água quente dissolve a amilose mas não amilopectina, o que permite separá-las.

2.9 Determinação do conteúdo de amilose

A proporção de amilose foi determinada segundo o método colorimétrico de McCREADY & HASSID (9), com algumas modificações.

2.10 Determinação do número de unidades de glicose por segmentos de amilose e amilopectina por oxidação com metaperiodato de sódio

O número de unidades de glicose por segmentos, foi determinado de acordo com o método proposto por POTTER & HASSID (15). Este é baseado na determinação quantitativa do ácido fórmico produzido quando as frações do amido (amilose e amilopectina) são sujeitas a oxidação com metaperiodato de sódio a 2°C. Neste procedimento, as amostras foram mantidas a 4,0°C e o ácido fórmico produzido foi determinado potenciometricamente através da titulação com NaOH 0,1 N até pH 6,25. Mediante cálculos, determinou-se o número de grupos finais existentes no tempo em que a produção de ácido fórmico foi mantida constante. Os tamanhos das cadeias de amilose, em termos de unidades de anidroglicose é obtido calculando-se os gramas de amilose por três moles de ácido

fórmico formado e dividindo-se o resultado por 162 que corresponde ao peso molecular de anidroglicose de amilose.

2.11 Microscopia de grânulos de amido

A técnica utilizada constou da colocação de uma gota de suspensão de amido em água a 1% entre duas lâminas de microscópio, tendo-se cuidado para não formar bolhas de ar entre as mesmas, seguido de exame ao microscópio NIKON modelo L-KE com iluminador KOEHLER. As microfotografias dos grânulos de amido suspensos em água foram obtidas com auxílio de câmara NIKON automática equipada com unidade Microflex modelo AFM, com ampliação de 600 a 1000 vezes.

2.12 Densidade absoluta

A densidade absoluta dos diferentes amidos foi determinada pelo método de deslocamento do xileno a 30°C (18). Os amidos foram previamente secos por 4 horas em estufa a 120°C antes da determinação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comparação da composição centesimal da *Dioscorea esculenta* e farinha de trigo está indicada na Tabela 1.

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA *Dioscorea esculenta* E FARINHA DE TRIGO

COMPONENTES	<i>D. esculenta*</i> base seca	Farinha de trigo** base úmida
Carboidratos	-	71,24
Amido	68,48	-
Açúcar-redutor	2,61	-
Açúcar-não redutor	11,61	-
Umidade	79,49	14,32
Gordura	1,42	1,28
Proteína	7,10	12,38
Fibra	3,17	0,23
Cinza	3,27	0,55

* CLEMENT, 1918 (4)

** Pesquisa direta do autor

A composição centesimal dos amidos está demonstrada na Tabela 2. Nota-se alto teor de gordura, o qual não foi passível de eliminação durante o processo de purificação. Em relação aos teores de proteína e fibras observa-se que houve eliminação quase que to-

TABELA 2 - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE AMIDOS DE *Dioscorea composita* E TRIGO

COMPONENTES*	PA	PB	TRIGO
Umidade	13,90	12,60	13,15
Proteína	-	-	-
Gordura	0,40	0,40	0,28
Fibra	-	-	-
Cinza	0,14	0,11	0,13
Carboidratos**	85,56	86,89	86,44

* base úmida

** por diferença

- = traços

tal como pode-se constatar pela presença apenas de traços destes dois constituintes. Como mostra a Tabela 3, os amidos apresentam baixos níveis de amilose e amilopectina, o que indica uma possível tendência retrogradativa intermediária nas pastas derivadas.

TABELA 3 - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS AMIDOS DE *D. composita* E TRIGO

COMPONENTES	<i>D. composita</i>		TRIGO
	PA	PB	
Capacidade de ligação (%)	96,5	96,8	90,0
Densidade (g/ml)	1,4870	1,5054	1,5054
Amilose (%)	26,0	26,3	25,0
Amilopectina (%)	74,0	73,7	75,0
Viscosidade intrínseca n	2,5	2,5	2,0

Apesar dos esforços dispendidos durante a purificação, o amido ainda apresentou cinzas da ordem de 0,14; 0,11 e 0,13 respectivamente, para *D. composita* e trigo.

Segundo os resultados de microscopia, os amidos de *D. composita* apresentaram formas arredondadas (Figuras 1 e 2), com tamanhos variados enquanto que a Figura 3 mostra microscopia de grânulos de amido de trigo. No aumento de 1000 vezes pode-se observar o hilum

com uma pontuação e estrias ao centro. Eles variaram em espessura e tamanho de 4,8 a 6,1; 7,0 e 7,5 microns, para as variedades de dioscoreas.

FIGURA 1 - GRÂNULOS DE AMIDO DE *D. composita*, PA (1000 x)

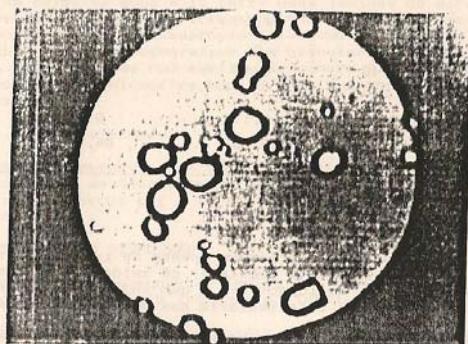


FIGURA 2 - GRÂNULOS DE AMIDO DE *D. composita*, PB (1000 x)

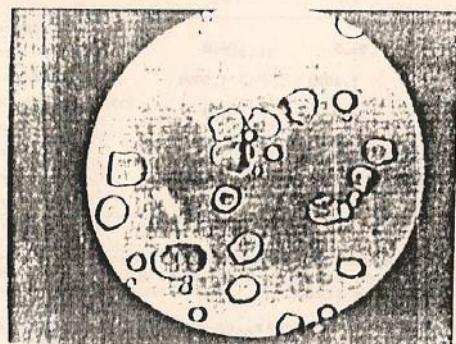
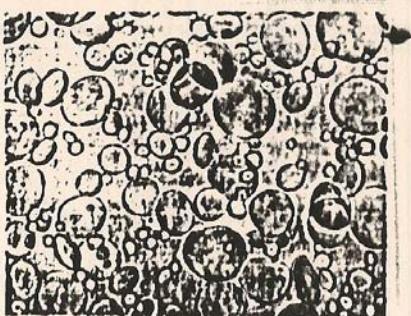


FIGURA 3 - GRÂULOS DE AMIDO DE TRIGO



Os amidos de *D. composita* apresentaram densidades absolutas de 1,4870 e 1,5054 respectivamente, que se situam bem próximas da densidade do amido de trigo. A viscosidade intrínseca sendo 2,52 foi consideravelmente mais alta que a apresentada normalmente pela mandioca e trigo (7). Isto poderia implicar em um possível desvio na textura de produtos finais, se for empregado na panificação.

As características físico-químicas apresentadas demonstram ainda que a absorção de água foi menor nas duas variedades de *D. composita* que no trigo, e que entre as duas variedades, as diferenças não foram significativas. O número de grupos finais na amilopectina para o trigo e entre as duas variedades de dioscoreas se mostraram sem grandes diferenças.

Os amilogramas demonstrando as propriedades visco-amilográficas do amido de *D. composita* e trigo na concentração de 5,5% estão apresentados na Figura 4, sendo que o amido de trigo apresentou temperatura de gelatinização mais alta que os amidos das dioscoreas e que estes praticamente não apresentaram nenhuma diferença. A viscosidade máxima do trigo foi inferior a de ambas as dioscoreáceas, as quais se mantiveram bem próximas. A viscosidade mínima no período de temperatura constante foi semelhante para todos os amidos, o mesmo acontecendo quando a temperatura atingiu 50°C. Com adição de CMC (Figura 5) os resultados demonstram que houve modificação na temperatura de gelatinização do amido de trigo, podendo-se observar significativa redução da temperatura, o que não ocorreu com as duas variedades de dioscoreas. A viscosidade máxima do amido de trigo foi praticamente duplicada, enquanto que a das dioscoreas foram praticamente quadruplicadas. A viscosidade mínima foi aumentada para os três amidos de modo semelhante, ocorrendo o mesmo no final do resfriamento. Observa-se

ainda que o amido de trigo apresenta dois pontos de inflexão, enquanto que os amidos dioscoreaceos apresentam apenas um desses pontos.

FIGURA 4 - PROPRIEDADES VISCO-AMilográficas DOS AMIDOS DE D. composita, PA, PB E TRIGO

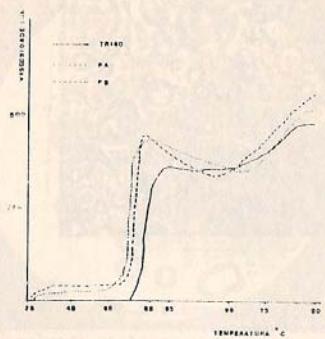


FIGURA 5 - EFEITO DE CARBOXI-METILCELULOSE (CMC) SOBRE AS PROPRIEDADES VISCO-AMilográficas DOS AMIDOS DE D. composita , PA, PB E TRIGO

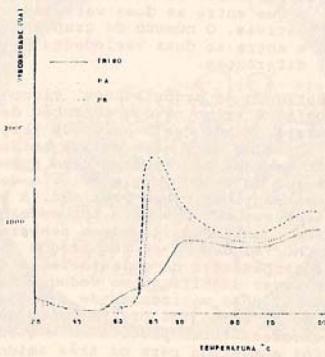


TABELA 4 - PROPRIEDADES VISCO-AMILOGRÁFICAS DO AMIDO DE D. COMPOSITA E TRIGO

CARACTERÍSTICAS	PA		PB		TRIGO	
	I	II	I	II	I	II
Temperatura inicial de gelatinização (°C)	71,5	74,0	715,0	75,0	58,0	77,5
Viscosidade mínima (U.A.)	1740,0	430,0	1700,0	440,0	785,0	360,0
Viscosidade máxima (U.A.)	780,0	350,0	860,0	350,0	750,0	360,0
Viscosidade a 50°C	1020,0	530,0	1100,0	580,0	950,0	510,0

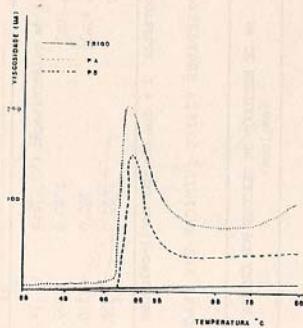
U.A. = unidade amilográfica I = com carboxi-metil-cellulose II = sem carboxi-metil-cellulose

TABELA 5 - PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DAS FRAÇÕES DE AMIDOS DE D. COMPOSITA E TRIGO

AMOSTRAS	Nº DE RESÍDUOS DE GLICOSE POR CADETA (amilose)	Nº DE RESÍDUOS DE GLICOSE POR GRUPO TERMINAL (amilopectina)	
		PA	TRIGO
PA	926	23	
PB	955		22
TRIGO	514		23

Em relação à suscepitibilidade enzimática (Figura 6), observa-se o efeito da enzima tanto no amido granular quanto na pasta de amido durante a gelatinização.

FIGURA 6 - EFEITO DE ALFA-AMILASE SOBRE AS PROPRIEDADES VISCO-AMilográficas DOS AMIDOS DE D. COMPOSITA, PA, PB E TRIGO



A Tabela 6 indica o efeito da alfa-amilase nas propriedades visco-amilográficas da pasta. Observa-se que o amido de trigo foi totalmente hidrolisado, enquanto que os de *D. composita* apresentaram ainda alguma viscosidade durante todos os estágios, o que indica menor susceptibilidade enzimática.

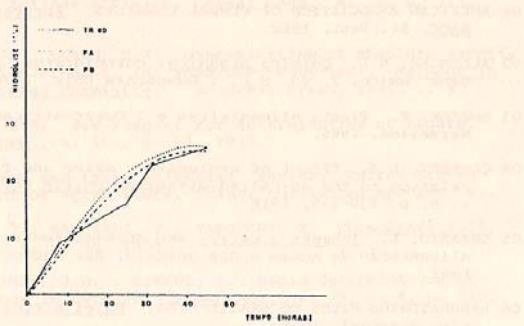
TABELA 6 - EFEITO DA ALFA-AMILASE SOBRE OS AMIDOS DE *D. composita* E TRIGO

CARACTERÍSTICAS	PA	PB	TRIGO
Temperatura inicial de gelatinização (°C)	74,0	75,0	73,0
Viscosidade mínima (UA)	70,0	38,0	5,0
Viscosidade máxima (UA)	204,0	150,0	10,0
Viscosidade a 50°C (UA)	10	-	5,0

UA = Unidade amilográfica

A Figura 7 demonstra o efeito da alfa-amilase sobre o amido granular. Neste caso o amido de *D. composita* teve hidrólise máxima de 26,0 e 27,0%, respectivamente, enquanto que o trigo teve hidrólise máxima de 26,0%.

FIGURA 7 - EFEITO DA ALFA AMILASE SOBRE OS GRÂNULOS DE AMIDO DE *D. composita*, PA, PB E TRIGO



Apesar do processo de gelatinização ser aplicado em pequeno espaço de tempo, pode-se dizer que o amido de *D. composita* poderia não suportar as condições de processamento desfavoráveis e que este amido poderá ser aplicado na indústria de alimentos onde um gel rígido não seja necessário para a qualidade do produto.

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstram que os amidos de *D. composita*, não apresentam diferenças relevantes entre si.

Embora a comparação tenha sido realizada entre dois amidos de dioscoreáceas e um de trigo, pode-se observar que as características de ambos são semelhantes as do amido de mandioca, inclusive na forma, podendo-se aconselhar seu uso juntamente com aquele ou em seu lugar.

Abstract

The objective of the present work was to isolate and determine some of the properties of the barbasco starch (*Dioscorea composita*), on purpose to define his technological applications. The investigated parameters were: centesimal composition (humidity, protein, fat, fiber, ash and carbohydrates), water binding capacity (WBC), intrinsic viscosity, viscoamylographical properties, number of glucose groups per segment of amylase, microscopy of the granule, estimation of amylose and amylopectin content and absolute density of the

starch. The results of the extraction showed that the barbasco contains 31,00% and 28,00% of starch for two varieties studied and that his granules are round with sizes between 7,5 and 8,0 microns. The amylose for those varieties were 26,00 and 26,30%. Their physical-chemical properties showed that the starches have a quick gelatinization probably because of the law homogeneous intra-structural association, implying a short cooking time.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01 AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Aproved methods of AACC. St. Paul, 1962.
- 02 ALLINGER, N.L. Química orgânica: carboidratos, polissacarídeos, amido. 2. ed. S.L. : Guanabara Dois, 1976. 639 p.
- 03 BUSSON, F. Plants alimentaires e l'Ouest-African Lecont. Nerseilme, 1965.
- 04 CLEMENT, L.S. Effect of exclusively maize and rice diet in relation to the so-called vitamins. Philip.Agric.Forest, v. 6, p. 230-235, 1918.
- 05 GRANATO, L. Inhames e carás: seu aproveitamento econômico na alimentação do homem e dos animais. São Paulo: Tipografia Levi.
- 06 LABORATÓRIOS MILES DO BRASIL LTDA. Boletim técnico informativo Marschal, 1976.
- 07 LEACH, H.W. Determination of intrinsic viscosity of starches. Cereal Chem., v. 40, n. 6, p. 563, 1963.
- 08 MARTIN, F.W. , HERMINIO, Delpin. The influence of some soil and climatic factors on sapogenin yields of *Dioscorea*. J.Agric.Univ. Puerto Rico, v. 51, p. 260-265, 1967.
- 09 MCCREADY, R.M. , HASSID, W.Z. The separation and quantitative estimation of amylose and amylopectin in potato starch. Cereal Chem., v. 65, p. 154, 1943.
- 10 MEDCALF, D.G. , GILLES, K.A. Wheat starches. I Comparison of physicochemical properties. Cereal Chem., v. 42, p.558, 1965.
- 11 MONTGOMERY, E.M. , SENTI, F.R. Separation of amylose from amylopectin by a extraction-sedimentation procedure. J.Polimer Sci., v. 28, p. 8, 1958.
- 12 NELSON, N.A. Photometric adaptation of Somogyi method for determination of glucose. J.Biol.Chem., v. 153, p. 375, 1944.
- 13 OPELIA, E.J.C., LAVOT, H.J., GIRAL, F. Spirostanic diosgenin precursors from Dioscorea composita tubers. Phytochemistry, v. 21, n. 22, p. 413-416, 1982.
- 14 OYENUGA, V.A. Nigerias feeding estuffs. Ibadan : Ibadan University Press, 1955.

- 15 POTTER, A.L. , HASSID, W.Z. Starch I. Endgroup determination of amylose and amylopectin by periodate oxidation. J.Am.Chem.Soc., v. 70, p. 3488, 1948.
- 16 RASPER, V. , COURSEY, D.G. Properties of starches of some West African Yams. J.Sci.Food Agric., v. 18, p. 240-244, 1967.
- 17 SANDSTEDT, R.M. et al. A standarized Wohlgemuth procedure for alfa-amilase activity. Cereal Chem., v. 16, p. 712, 1939.
- 18 SCHOCH, T.J. , LEACH, H.W. Determination of absolute density liquid displacement. In: WHISTLER, R.L. (ed). Methods in carbohydrates chemistry. Academic Press, 1964. v. 4.
- 19 SOMOGYI, M.A.A. New reagent for determination of sugars. J.Biol.Chem., v. 160, p. 61, 1975.
- 20 TROPICAL yams and their potential, series. United States Department of Agriculture. (Minor cultivated species, 6).
- 21 TSUKAMOTO, T., KAWASAKI, T., YAMOUCHI, T. Chem.Pharm.Bull. Tokyo, v. 4, p. 35, 1956.
- 22 VAN DER KRAMES, J.H. , GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. Cereal Chem., v. 29, n. 4, p. 239, 1952.
- 23 WALDEN, C.C. , McCONNELL, W.B. Studies on technics for reconstructing flours. Cereal Chem., v. 32, p. 227, 1975.