

ISOLAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DO AMIDO DE MANDIOQUINHA-SALSA (*Arracacia xanthorrhiza*)Isolation and characterization of Peruvian carrot (*Arracacia xanthorrhiza*) starchMagali LEONEL¹Silene Bruder Silveira SARMENTO²**RESUMO**

Neste trabalho processou-se raízes de mandioquinha salsa objetivando uma possível introdução dessa raiz como matéria prima para as indústrias produtoras de amido. Os resultados obtidos mostraram que as raízes de mandioquinha apresentaram elevado teor de umidade, ou seja, baixo teor de matéria seca 20,3% e considerável teor de amido (74,71% base seca). O rendimento do processamento foi 9,45% em relação à matéria prima inicial. A fécula apresentou composição dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira. Os grânulos de amido apresentaram formas circulares e poligonais, com tamanho predominante de 15 a 25µm, avaliado como diâmetro maior. A produção de açúcares redutores após ação conjunta da alfa-amilase bacteriana e amiloglucosidase fúngica sobre o amido granular de mandioquinha (8,5 horas de digestão a 37°C) foi de 8,5 mg/100mg de fécula. O poder de expansão do amido de mandioquinha-salsa foi de 18,4, 22,8, 27,0 e 45,8% a 60, 70, 80 e 90°C, respectivamente. A curva de viscosidade apresentou formato e valores próximos aos obtidos para amido mandioca, e ambos, bem inferiores aos de batata, na mesma concentração. Este amido apresentou baixa temperatura de pasta e baixa estabilidade em temperaturas elevadas, sob agitação. Sua retrogradação foi mais elevada do que para os amidos de batata e mandioca, indicando maior tendência a recristalização. A avaliação da transparência da pasta de amido de mandioquinha-salsa, medida pela transmitância, foi de 54,7%, valor mais próximo aos encontrados na literatura para amido de cereais. A composição do resíduo fibroso final mostrou que este apresenta potencial de uso devido ao considerável teor de amido e fibras.

Palavras-chave: amido, viscosidade, microscopia

SUMMARY

In this work the processing of Peruvian carrot roots was conducted with the objective of a possible introduction of this root as a raw material for the starch industries. The results showed that the roots of Peruvian carrot showed a high moisture content, low dry matter (20.3%), and considerable starch content (74.71% dry basis). The efficiency of processing was 9.45% compared to the initial raw material. The starch showed composition in accordance with the limits established by Brazilian legislation. The starch granules showed polygonal and circular shapes, with the predominant size of 15-25 micrometers in diameter. The production of reducing sugars by action of alpha-amylase and fungal amyloglucosidase on starch granules (8.5 hours digestion at 37 ° C) was 8.5 mg/100 mg of starch. The expansion of the starch was 18.4, 22.8, 27.0 and 45.8% at 60, 70, 80 and 90 ° C, respectively. The viscosity curve showed shape and values similar to those obtained for cassava starch, and both well below the potato in the same concentration. This starch showed low paste temperature and low stability at high temperature under stirring. The retrogradation was higher than for starch potato and cassava, indicating a greater tendency to recrystallization. The evaluation of the transparency of starch pastes, measured by transmittance, was 54.7%, which is closer to values found

¹ CERAT/UNESP. Botucatu-SP, CEP:18610-307, CP 237. E-mail: mleonel@fca.unesp.br

² Depto. Agroindústria, Alimentos e Nutrição - ESALQ/USP, CP 09, Piracicaba-SP, e-mail:sbssame@esalq.usp.br

in the literature for cereal starch. The composition of the final fibrous residue showed that this presents a potential for use due to the considerable starch and fiber content.

Keywords: starch, viscosity, microscopy

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das agroindústrias de amido depende cada vez mais do conhecimento das características e propriedades de amidos diferenciados, o que possibilita formas corretas de utilização, aprimoramento tecnológico e busca de novos mercados.

As indústrias são as maiores consumidoras de amido nos países desenvolvidos. As indústrias alimentícias empregam o amido como espessante em caldas e molhos, anti-aderente em carnes processadas, edulcorantes em balas e doces; já as indústrias têxteis, utilizam como goma em tecidos, garantindo fios mais resistentes para tecelagem; e as indústrias papeleiras utilizam o amido como adesivo para as fibras de celulose.

A busca de novos amidos que atendam as exigências do mercado consumidor faz com as pesquisas por amidos naturais se intensifiquem. Nesta linha, algumas tuberosas como araruta, batata doce, jacatupé e biri vêm sendo avaliadas como potenciais matérias primas para as indústrias produtoras de amido (LEONEL et al., 2001 a, b, c).

Originária dos Andes, a mandioquinha salsa é cultivada no Brasil na região Centro-Sul, principalmente em áreas de elevada altitude e clima ameno de Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina, Espírito Santo e São Paulo, onde

ocorrem condições climáticas similares às de seu local de origem (CÂMARA, 1993; SANTOS, 1993). A mandioquinha salsa ou batata baroa, cenoura amarela, é uma raiz de uso culinário no Brasil, sendo que em 1998 o Estado de São Paulo cultivou 972 hectares, com produção de 11.000 toneladas (CAMARGO FILHO et al., 2001). A colheita é realizada, normalmente, aos 11-12 meses de ciclo.

No Brasil, a produção de mandioquinha-salsa é quase que exclusivamente destinada ao consumo direto, com exceção de pequena produção de purê desidratados usados na fabricação de sopas instantâneas (PEREIRA & SANTOS, 1997).

Diante do interesse de alguns produtores e também das indústrias processadoras de amido, neste trabalho processou-se mandioquinha salsa para obtenção da fécula e caracterizou-se o produto final quanto à composição centesimal, características microscópicas e propriedades funcionais, objetivando fornecer informações essenciais para uma possível introdução dessa tuberosa como matéria prima para extração de fécula comercial. O balanço de massa do processo e a composição do resíduo fibroso final foram analisados frente à necessidade cada vez maior de processos otimizados, onde os resíduos são co-produtos e geram receita para as empresas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização das raízes

As raízes de mandioquinha salsa amarela foram adquiridas no CEAGESP-SP e foram

processadas em laboratório seguindo as etapas descritas na Figura 01.

As raízes foram caracterizadas quanto à umidade, cinzas, proteína, matéria graxa, fibras,

açúcares solúveis totais, açúcares redutores (AOAC, 1980; SOMOGY, 1945;) e amido (RICKARD & BEHN,1987), com três repetições por amostra.

O balanço de massa do processo foi calculado pela relação entre o peso das raízes, da fécula produzida e do resíduo fibroso final, nos estados úmido e seco.

O amido foi caracterizado quanto ao pH, acidez titulável, umidade, cinzas, açúcares totais, fibras, matéria graxa e proteína (AOAC, 1980). O teor de amido foi determinado pela metodologia de hidrólise enzimática de RICKARD & BEHN (1987). O teor de amilose foi determinado segundo a metodologia de WILLIAMS et al. (1970).

Caracterização do amido

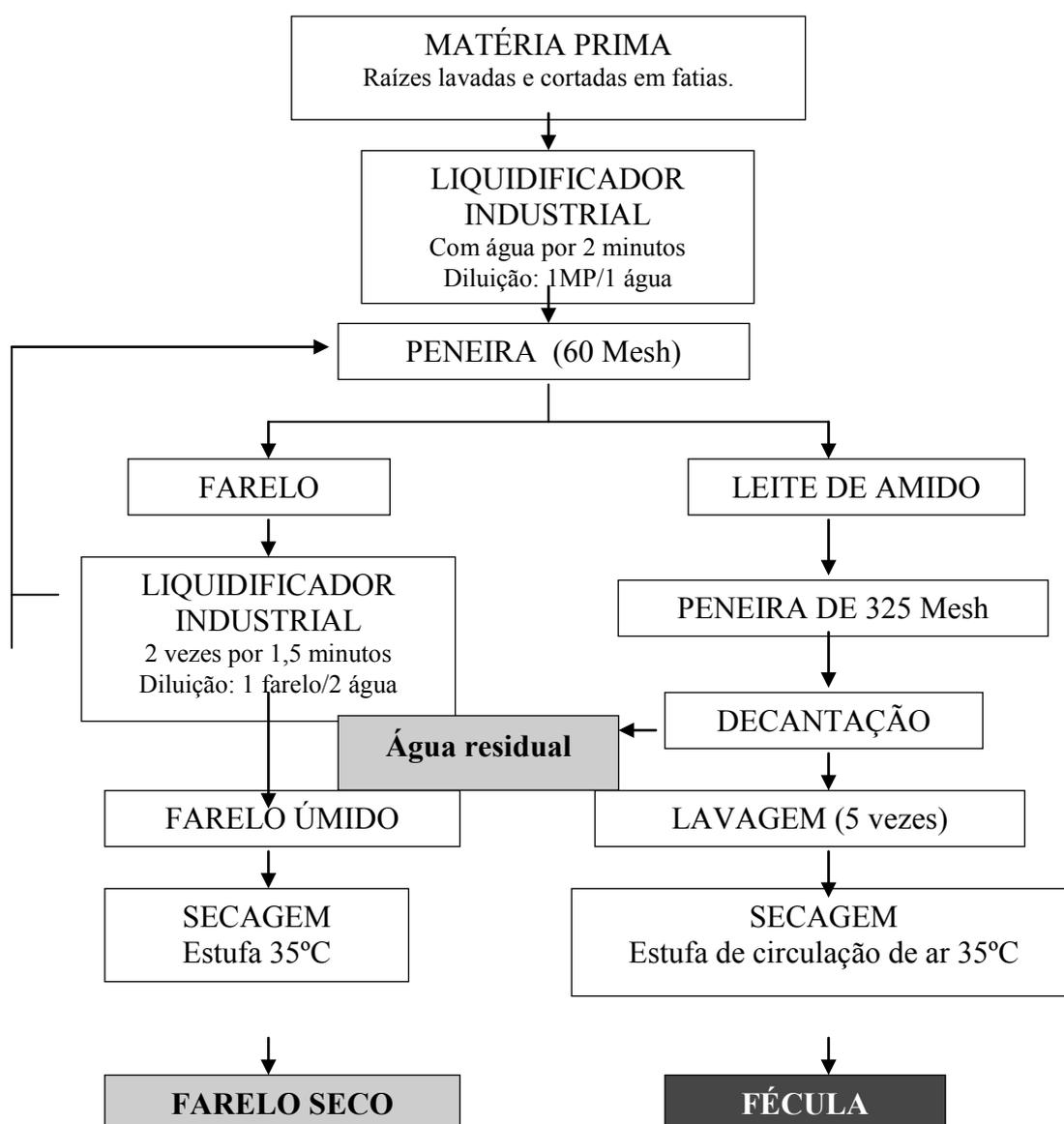


Figura 1. Fluxograma da extração da fécula de mandioca-salsa em laboratório.

Para análise microscópica as amostras foram diluídas em etanol absoluto (1/10 p/v) e colocadas em “stubs”. Após recobrimento com 10nm de ouro metalizador (MED-010 da Balzers) as amostras foram analisadas em Microscópio Eletrônico de Varredura (SEM 515 Philips), sob tensão de 20KV, realizando a observação da forma dos grânulos.

Para a determinação do tamanho (diâmetro maior e menor) dos grânulos foi utilizado o sistema de análise de imagem KS 300. As amostras diluídas em água foram observadas em microscópio ótico (AXIOCOP II - ZEISS) e nas imagens selecionadas foram feitas as medidas.

A cristalinidade do amido por difração de raios-X foi avaliada em difratômetro Philips (modelo PW3710), operando com filtro monocromático e radiação cobre, em 40mA e 40 Kv. O comprimento de onda utilizado foi o de 1,5406Å. As medidas foram tomadas em amostras fixadas em suporte de vidro. Previamente à fixação, as amostras de amido pernoitaram em atmosfera com 90 – 100% de umidade relativa.

A suscetibilidade enzimática do amido granular foi avaliada de acordo com Franco (1993). Uma suspensão (4% p/v) do amido em tampão fosfato (0,05M), pH 6,0, foi adicionada de 21 unidades SKB de alfa-amilase de *Bacillus* spp. (Sigma A-6380)/ g de amido e 10 unidades de amiloglicosidase de *Rhizopus mold* (Sigma A-7255)/ g de amido e incubada a 37°C por tempos de digestão de 1,5, 3,0, 6,0, 8,5 e 24 horas. Tolueno foi adicionado para evitar crescimento microbiano. A extensão da hidrólise foi avaliada

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na caracterização das raízes de mandioquinha salsa (Tabela 1) mostram um teor elevado de umidade inicial, ou

pela dosagem de açúcares redutores (SOMOGY, 1945).

O poder de expansão dos grânulos de amido foi determinado nas temperaturas de 60, 70, 80 e 90°C, pelo método de SCHOCH (1964).

A transparência/ opacidade da pasta obtida pelo aquecimento de uma suspensão (1% p/v) de amido e água em temperatura de ebulição por 30 minutos foi avaliada indiretamente por transmitância a 650 nm em espectrofotômetro de feixe único (marca Celm, mod. E215 D), de acordo com CRAIG et al. (1989). Água foi utilizada como branco.

As propriedades da pasta de amido de mandioquinha-salsa foram avaliadas em Rapid Visco Analyser (Newport Scientific, Australia). Suspensões de amido (2,0, 2,5 e 3,0g amido em 25mL de água), corrigidas para a base de 14% de umidade, foram submetidas à programação de 50°C por 1 minuto, aquecimento de 50 a 95°C a uma taxa de 6°C/min, manutenção da pasta a 95°C por 5 minutos e resfriamento de 95 a 50°C a uma taxa de 6°C/minuto. A viscosidade foi expressa em RVU. Do gráfico obtido foram extraídos os parâmetros temperatura de pasta, viscosidade máxima (pico), queda de viscosidade (diferença entre a viscosidade máxima e da pasta mantida a 95°C por 5 min.), viscosidade final e tendência a retrogradação (diferença entre a viscosidade final e da pasta a 95°C por 5 min.). Amidos de batata e de mandioca comerciais foram utilizados para comparação.

seja, um baixo teor de matéria seca, significando no processamento para a obtenção de amido um rendimento prático (relação matéria prima fresca e produto final) baixo quando comparado às matérias-primas amiláceas, como a mandioca por

exemplo (30-35% matéria seca) (VILPOUX & CEREDA, 1995).

Quanto à composição centesimal, os resultados obtidos na caracterização das raízes encontram-se dentro da composição química média de raízes de mandioca salsa citada por PEREIRA (1997) que é de: 64,12 – 81,37% umidade, 16,83 – 34,14% de matéria seca, 16,91 – 25,49% de amido, 0,65 – 1,98% de açúcares totais, 0,60 – 1,24% de fibras, 0,19 – 0,35% de

matéria graxa, 1,05 – 1,38% de cinzas e, 0,60 – 1,85% de proteínas.

A caracterização do amido obtida (Tabela 1) mostrou que o produto encontra-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira, que são no máximo 14% de umidade e mínimo de 80% de amido, máximo de 0,50% de cinzas e acidez máxima (% p/p) de 1,00 mL de NaOH N/100 g, sendo que não existem limites para os demais componentes (BRASIL, 1978).

Tabela 1. Composição físico-química das raízes, fécula e farelo de mandioca salsa.

VARIÁVEIS	RAIZ	FÉCULA	FARELO
Umidade inicial (%)	79,70 ± 0,18	12,41 ± 0,03	89,06 ± 0,24
Matéria seca (%)	20,30 ± 0,15	87,59 ± 0,03	10,94 ± 0,24
Cinzas (%)	1,03 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,27 ± 0,01
Matéria graxa (%)	0,20 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,02 ± 0,00
Proteína (%)	0,56 ± 0,02	0,03 ± 0,00	0,25 ± 0,01
Amido (%)	15,16 ± 0,09	85,30 ± 0,61	9,17 ± 0,23
Fibras (%)	1,15 ± 0,03	0,41 ± 0,02	1,03 ± 0,02
Açúcares totais (%)	1,34 ± 0,08	0,38 ± 0,07	0,10 ± 0,01
Açúcares redutores (%)	0,36 ± 0,01	-	-
Amilose (% amido)	-	24,30 ± 0,20	-
pH	5,94 ± 0,03	6,23 ± 0,03	4,26 ± 0,01
Acidez titulável (mL NaOH 1N/100g)	10,69 ± 0,28	0,61 ± 0,05	11,47 ± 0,75

O teor de amilose encontrado (24,3%) está de acordo com o observado por KIBIUKA & MAZZANI (1981) que foi de 23%. Este teor de amilose é semelhante aos teores citados por BERMUDEZ (1997) para amidos de batata (20-25%) e batata doce (19-26%) e superior ao teor médio em mandioca (17%).

A composição do resíduo fibroso final, gerado na etapa de extração da fécula, mostra que este apresenta potencial de uso devido ao considerável teor de amido e fibras (Tabela 1). LEONEL et al. (1998) sugerem o aproveitamento do resíduo da extração de amido de mandioca como fonte de fibras dietéticas, tornando este um co-produto do processo, visto o mercado

crecente de produtos ricos em fibras. Para isso, os autores sugerem hidrólises variáveis no resíduo gerando xaropes e fibras adocicadas.

Com relação ao processamento em laboratório observou-se um rendimento prático de 9,5% e uma extração de 53,4% do amido inicial (Tabela 2). Esses resultados indicam a necessidade de melhorias no processo de extração tendo em vista os resultados obtidos nas indústrias de fécula de mandioca que obtêm 25% de rendimento prático e extraem 80% do amido inicial (VILPOUX & CEREDA, 1995).

Tabela 2. Balanço de massa do processamento de mandiоquinha-salsa para obtenção de fécula.

VARIÁVEIS	RESULTADOS
Peso das raízes (g)	21205
Umidade (%)	79,70
Matéria seca inicial (g)	4305
Amido na raiz (g)	3216
Peso da fécula (g)	2013
Umidade da fécula (%)	12,41
Matéria seca na fécula (g)	1763
Amido na fécula (g)	1717
Peso do farelo (g)	11450
Umidade do farelo (%)	89,06
Matéria seca no farelo (g)	1253
Amido no farelo (g)	1050
Rendimento prático (%)	9,49
Amido extraído (%)	53,4

A mandiоquinha salsa é cultivada principalmente para o consumo direto, portanto, para a viabilização dessa raiz como matéria prima para as indústrias de amido, estudos que determinem as melhores condições agrícolas são necessários, visto que para o processamento é preciso determinar alguns parâmetros como toneladas de amido/hectare, disposição/aproveitamento da parte aérea e porção da planta a ser processada. LEONEL et al. (2002) cita um rendimento potencial em amido de 3,3 t/ha para mandiоquinha salsa tendo como base à produtividade agrícola de 22 t/ha citada na literatura. Estes resultados são próximos aos 2,9 t/ha citados pelos mesmos autores para batata doce, outra olerícola de destaque na produção nacional.

Análises microscópicas

A análise em microscopia eletrônica de varredura mostrou grânulos com forma circular predominantemente, e alguns poligonais (Figura 2). Quanto ao tamanho dos grânulos (Figura 3) observou-se grânulos de diferentes tamanhos (7 a 38 μ m) com predomínio de grânulos na faixa de 15 a 25 μ m de diâmetro maior. KIBUUKA & MAZZARI (1981) observaram a forma arredondada e diâmetro de 5 a 27 μ m para grânulos de amido de mandiоquinha.

O diâmetro maior médio observado foi de 20,15 μ m e o diâmetro menor médio foi 16,57 μ m. A diferença entre os diâmetros foi em média 3,6 μ m. Pequenas diferenças entre maior e menor diâmetros apontam para formato mais regular que, segundo SATIN (2000) é desejável para papéis químicos como os usados para cópias e fax.

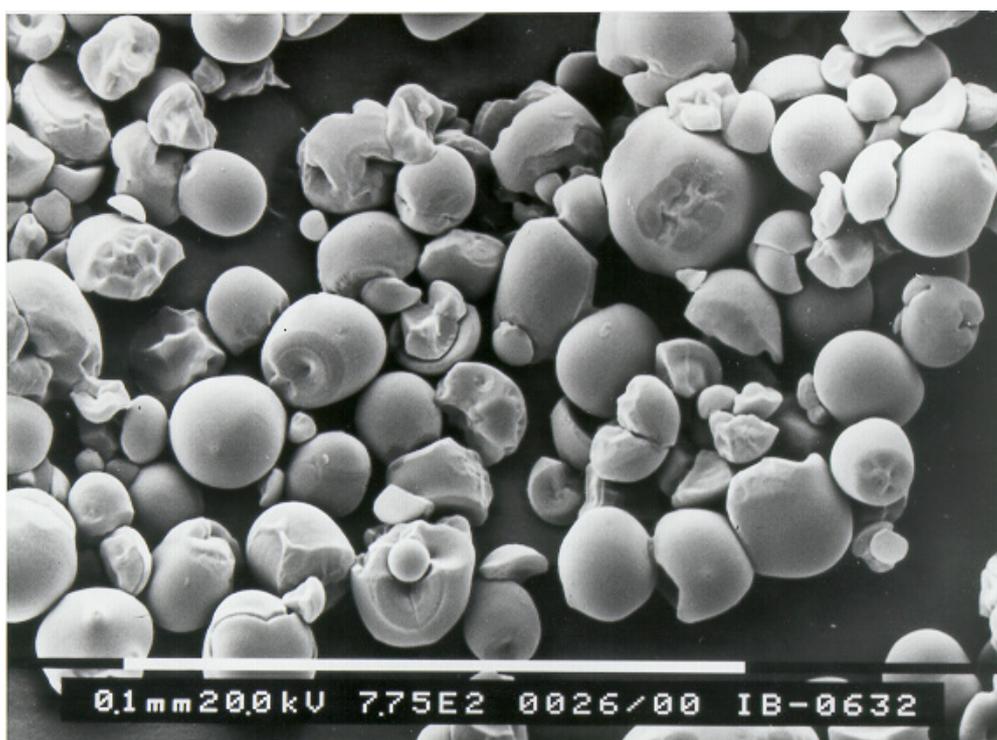


Figura 2. Microscopia eletrônica de varredura de grânulos de amido de mandioca-salsa.

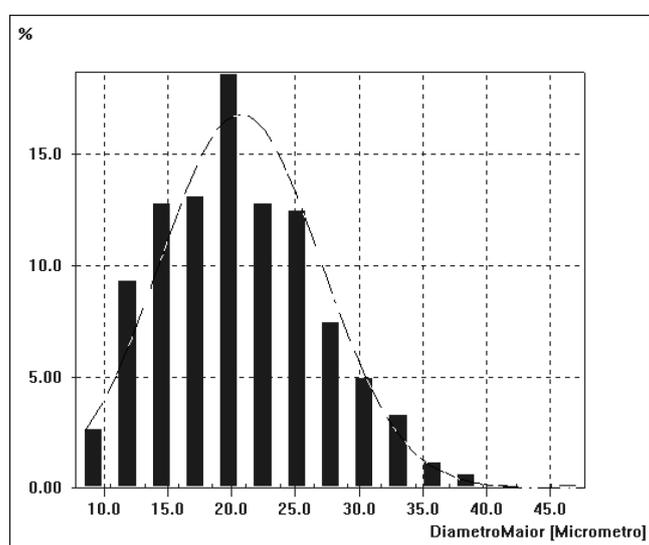


Figura 3. Distribuição do tamanho dos grânulos de amido de mandioca-salsa.

O padrão de difração de raios x do amido de mandioca (Figura 4), de acordo com ZOBEL (1964), pode ser classificado como do tipo B. De acordo com este autor o padrão tipo B

é o padrão encontrado em amidos de estruturas subterrâneas dos vegetais, em outros grãos que não os cereais e em amidos com alto teor de amilose.

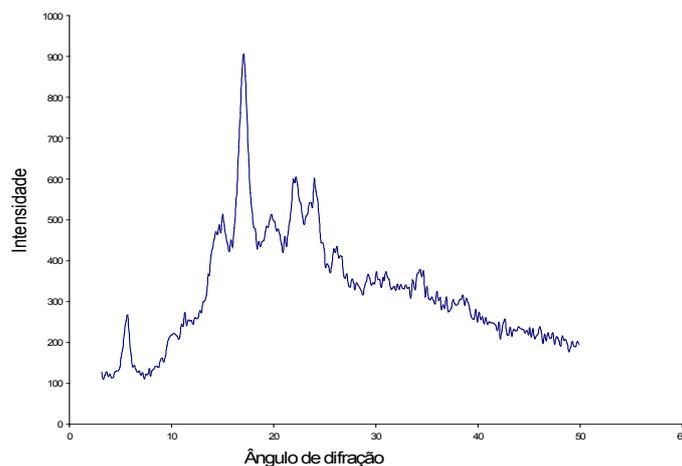


Figura 4. Difratograma de raios X de grânulos de amido de mandioca-salsa.

O grau de hidrólise dos grânulos de amido é função de sua origem botânica e da enzima ou sistema enzimático utilizado. A suscetibilidade do amido granular de mandioca-salsa à ação conjunta das enzimas alfa-amilase bacteriana e amiloglucosidase fúngica, avaliada pela produção de açúcares em função do tempo de digestão, é apresentada na Figura 5. O amido granular de mandioca-

salsa apresentou maior resistência à ação dessas enzimas que aquela observada por Franco (1993) para amido de milho, que foi de aproximadamente 15% após 7,5 horas de digestão, nas mesmas condições.

O poder de expansão (PE) dos grânulos de amido de mandioca-salsa em faixas de temperatura entre 60 e 90°C pode ser avaliado pela Figura 6.

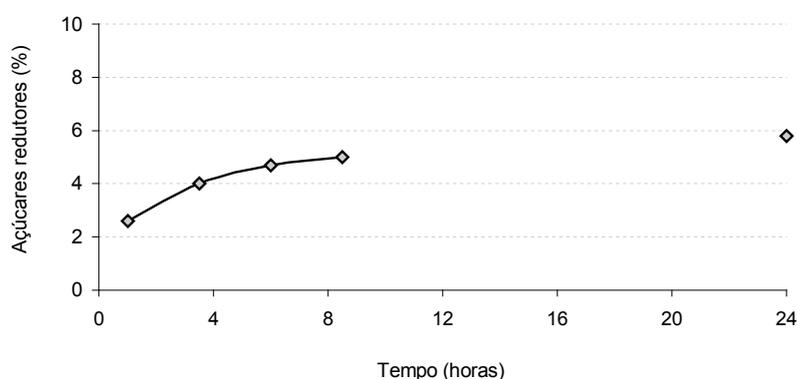


Figura 5. Teores de açúcares redutores produzidos pela digestão do amido de mandioca-salsa pela alfa-amilase e amiloglucosidase.

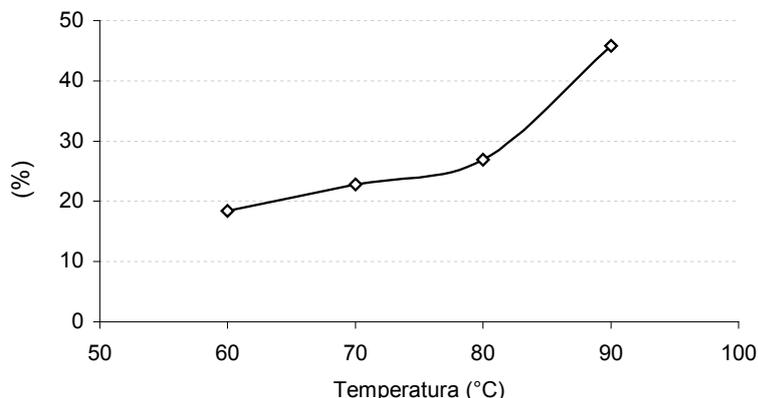


Figura 6. Poder de expansão dos grânulos de amido de mandioca-salsa.

O poder de expansão dos amidos sob uma faixa ampla de temperatura provê evidências de forças associativas no interior dos grânulos. O amido de mandioca-salsa apresentou elevação do PE com o aumento de temperatura, sendo que o aumento mais efetivo ocorreu entre 80 e 90°C. Este comportamento é atribuído aos tipos de forças de ligação que afrouxam em temperaturas mais elevadas e se diferencia do encontrado por STONE & LORENZ (1984) para amido de milho, que apresentou aumento mais acentuado entre 60 e 70°C. Os valores de poder de expansão encontrados para amido de milho por estes autores foram de 2,4% a 60°C e de 7,3% a 90°C para amido de milho. Comparativamente com este, o amido de mandioca apresenta grânulos com maior poder de expansão. Entretanto, se comparado com o poder de expansão do amido de mandioca,

cujos valores encontrados por SARMENTO (1997) foram de 22,15% a 60°C e de 44,59% a 90°C, os grânulos de amido de mandioca apresentam expansão semelhante.

Um maior poder de expansão pode estar relacionado com menor extensão de regiões cristalinas ou maior de amorfas nos grânulos, menor estabilidade ou ordenação das micelas cristalinas e/ou maior teor de amilose.

Características da pasta de amido

O perfil de viscosidade do amido de mandioca-salsa, avaliado pelo RVA, pode ser avaliado em diferentes concentrações de amido na suspensão pela Figura 7 e, comparado com amidos de batata inglesa e de mandioca, pela Figura 8.

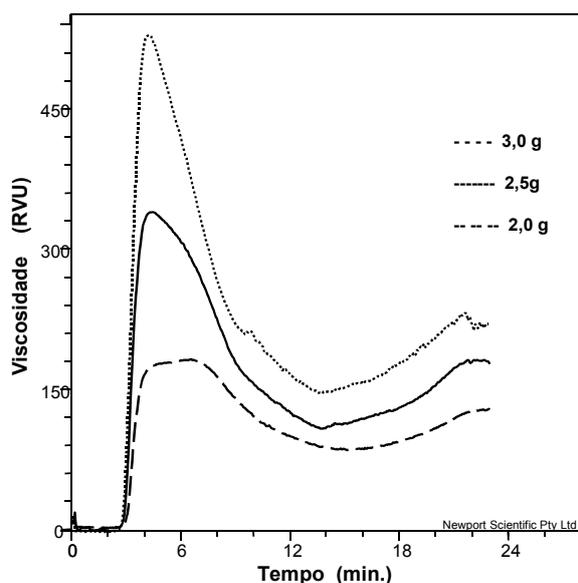


Figura 7. Viscosidade das pastas de amido de mandioca em diferentes concentrações (2,0, 2,5, e 3,0 g de amido/ 25mL água).

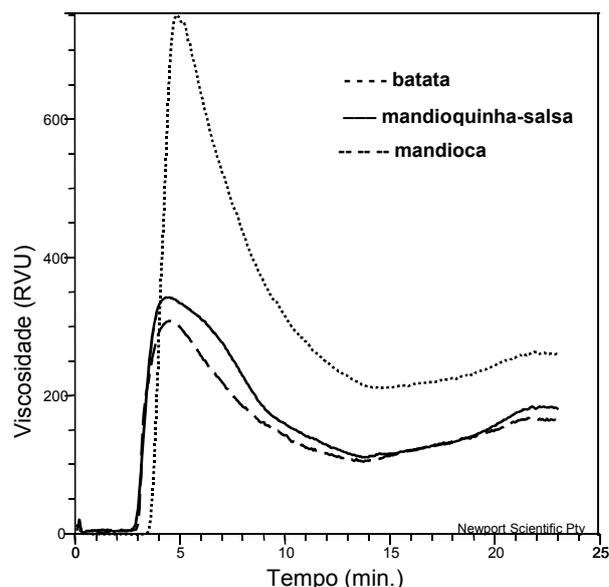


Figura 8. Viscosidade das pastas de amido de mandioca, batata e mandioca (2,5g de amido/ 25mL água).

As suspensões de amido de mandioca avaliadas em diferentes concentrações apresentaram curvas de viscosidade com tendência a picos mais agudos conforme se eleva a concentração (Tabela 3).

A análise das propriedades de pasta do amido de mandioca apresentou valores (Tabela 4) mais próximos aos obtidos para amido mandioca e estes, bem inferiores aos de batata, na mesma concentração (2,5g/25mL).

Tabela 3. Pontos críticos de viscosidade da fécula de mandioca

	Concentração		
	2,0g/25mL	2,5g/25mL	3,0g/25mL
Temperatura de pasta (°C)	62,0	60,8	60,8
Viscosidade máxima (RVU)	182,2	339,4	531,2
Quebra (RVU)	97,0	231,8	383,4
Viscosidade final (RVU)	128,6	177,0	222,1
Retrogradação (RVU)	43,4	69,3	74,2

Tabela 4. Propriedades de pasta do amido de mandioca-salsa, batata e mandioca.

	Mandioquinha-salsa			Batata	Mandioca
	2,0g/25mL	2,5g/25mL	3,0g/25mL	2,5g/2	2,5g/25mL
Temperatura de pasta (°C)	62,0	60,8	60,8	64,8	61,6
Viscosidade máxima (RVU)	182,2	339,4	531,2	753,6	305,8
Quebra (RVU)	97,0	231,8	383,4	540,2	203,9
Viscosidade final (RVU)	128,6	177,0	222,1	261,2	161,1
Retrogradação (RVU)	43,4	69,3	74,2	47,8	59,22

O amido de mandioquinha-salsa apresentou baixa temperatura de pasta e baixa estabilidade em temperaturas elevadas, sob agitação, apresentando valores de quebra próximos aos obtidos para amido de mandioca. A retrogradação, entretanto, foi mais elevada para este amido do que para os demais, indicando maior tendência a recristalização.

A avaliação da transparência da pasta de amido de mandioquinha-salsa, medida pela transmitância, foi de 54,7%. Este valor é inferior aos valores obtidos por CRAIG et al. (1989), em condições similares, para amido de batata (96%), de mandioca (73%) e de trigo (62%), mas superior ao de milho (41%). Pastas mais opacas desviam mais a luz quando o feixe incide sobre as mesmas, dando valores mais baixos de transmitância e pastas mais claras o oposto. Assim, observa-se que pastas do amido de mandioquinha-salsa apresentam proximidade

com as pastas de amido de cereais quanto a este atributo.

4. CONCLUSÕES

A fécula de mandioquinha-salsa apresenta:

- teor de amilose superior ao da mandioca e semelhante ao de batata doce;
- grânulos circulares com diâmetro maior na faixa de 10 a 30µm;
- menor susceptibilidade enzimática e poder de expansão que o amido de milho;
- perfil de viscosidade semelhante ao da fécula de mandioca, com maior tendência á retrogradação;
- transparência de pasta semelhante aos amidos de cereais.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 13. ed. Washington, 1980. 109p.

BERMUDEZ, J. J. H. **Valorización de las amilácea "no cereales" cultivadas en los**

pasíses andinos: estudio de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de sus almidones y de la resistência a diferentes tratamientos estressantes. Trabajo de Grado, Facultad de Ingenieria de Alimentos, Universidad de Bogotá, Colômbia, 1997. 150p.

- BRASIL. Leis, decretos, etc. Decreto nº 12.486 de 20 de outubro de 1978. Normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas. Diário Oficial do Estado de São Paulo, 21 out., 1978. p. 20.
- CÂMARA, F. L. A. Mandioquinha salsa: grande potencial com novas técnicas. **Agropecuária Catarinense**, v. 6, n. 2, p. 25-27, 1993.
- CAMARGO FILHO, W. P.; MAZZEI, A. R.; ALVES, H. S. Mercado de raízes e tubérculos: análise de preços. **Informações econômicas**, v. 31, n. 2, p. 36-44, 2001.
- FRANCO, C. M. L. **Contribuição ao estudo da estrutura do grânulo de amido de milho: tratamento térmico, hidrólise enzimática e permeação em gel**. Tese de doutorado, FEA, Unicamp, 1993. 137p.
- CRAIG, S. A. S.; MANINGAT, C. C.; SEIB, P. A.; HOSENEY, R. C. Starch paste clarity. **Cereal Chemistry**, v. 66, n. 3, p. 173-182, 1989.
- KIBUUKA, G. K.; MAZZARI, M. R. Isolamento, caracterização físico-química e perspectivas industriais de amido de batata baroa (*Arracacia xanthorhyza* Bancroft Syn). In: **XXI Congresso Brasileiro de Olericultura**, Campinas, SP, 1981, p. 34.
- LEONEL, M.; CEREDA, M. P.; ROAU, X. Cassava bagasse as dietary product. **Tropical Science**, v. 38, p. 224-228, 1998.
- LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 22, n. 1, p. 65-69, 2002.
- LEONEL, M.; SARMENTO, S. B. S.; CEREDA, M. P.; GUERREIRO, L. M. R. Extração e caracterização do amido de biri (*Canna edulis*). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 5, n. 77, p. 27-32, 2002.
- LEONEL, M.; SARMENTO, S. B. S.; CEREDA, M. P. Processamento de araruta (*Maranta arundinacea*) para extração e caracterização da fração amilácea. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 5, p. 151-155, 2002.
- PEREIRA, A. S. Valor nutritivo da mandioquinha-salsa. **Informe agropecuário**, v. 19, n. 190, p. 11-12, 1997.
- PEREIRA, A. S.; SANTOS, F. F. Processamento industrial de mandioquinha-salsa. **Informe agropecuário**, v. 19, n. 190, p. 56-60, 1997.
- RICKARD, J. E.; BEHN, K. R. Evaluation of acid and enzyme hydrolytic methods for determination of cassava starch. **J. Sci. Food Agric.**, v. 41, n. 4, p. 373 - 379, 1987.
- SANTOS, F. F. Características sócio-econômicas no processo de produção de mandioquinha-salsa no Brasil. **Horticultura brasileira**, v. 11, n. 1, p. 95, 1993.
- SARMENTO, S. B. S. **Caracterização da fécula de mandioca (*Manihot esculenta* C.) no período de colheita de cultivares de uso industrial**. São Paulo, 1997. 162p. (Doutorado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo)
- SCHOCH, T. J. Swelling power and solubility of granular starches. In: WHISTLER, R.L. ed **Methods in carbohydrate chemistry**. New York: Academic Press, 1964. v. 4, p. 106-108.

SOMOGY, M. Determination of blood sugar. **J. Biol. Chem.**, n. 160, p. 69-73, 1945.

STONE, L. A.; LORENZ, K. The starch of amaranthus – Physicochemical properties and funtional characteristics. **Starch/ Stärke**, v. 36. n. 7, p. 232- 237, 1984.

TAKIZAWA, F. F.; SILVA, G. O.; PEDROSO, R. A.; SARMENTO, S. B. S.; DEMIATE, I. M. Análise viscoamilográfica de amidos tropicais modificados por tratamento oxidativos. In: ENCONTRO REGIONAL SUL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 7, Curitiba, 2001. **Anais...** Curitiba: SBCTA/PPGTA/UFPR, 2001. p. AMA4-01.

VILPOUX, O.; CEREDA, M. P. **Caracterização das fecularias no Brasil**. Botucatu: Centro de Raízes Tropicais, UNESP, 1995, 58p.

WILLIAMS, P. C.; KUZINA, F. D.; HLYNKA, I. A. rapid colorimetric method for estimating the amylose content of starches and flours. **Cereal Chemistry**, v. 47, n. 4, 1970.