

## ISOLAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE AMIDO DE CHUCHU <sup>1/</sup>

Renato Cruz <sup>2/</sup>  
Ahmed A. El Dash <sup>3/</sup>

### 1. INTRODUÇÃO

Em razão da existência de muitas fontes de amido no reino vegetal, é de grande importância, tanto do ponto de vista acadêmico quanto do da indústria, que se conheçam as características físico-químicas do amido de diferentes origens. Na escolha de uma cultura como provável fonte de amido, deve-se considerar o fato de essa cultura ser adaptável a determinadas regiões, ter bom rendimento cultural, ser de fácil cultivo, fácil colheita e ter bom teor de amido, ou, então, que este tenha características especiais. As fontes mais comuns de amido são os cereais (5, 18), tubérculos e raízes (10, 24), embora outras fontes não convencionais tenham sido estudadas (1, 6, 31).

Apesar do baixo teor de amido de seu fruto, é cultura que reúne as características agrônômicas desejadas, além de ser semiperene, com duração média de 5-6 anos. Seus frutos apresentam um período de conservação bastante amplo, facilitando a industrialização.

O chuchuzeiro é membro da família *Cucurbitaceae*. Na classificação botânica pertence à espécie *Sechium edule* Swartz, com grande número de variedades.

A composição química do fruto, segundo BOONE (7), é a seguinte: umidade, 90,6%; proteína, 1,1%; gordura, 0,2%; cinzas, 0,06%; carboidratos, 7,5%, e o amido representa 40% dos carboidratos. Colhido, o chuchu conserva suas características naturais por mais um mês (21). O chuchuzeiro tem bom desenvolvimento em clima

---

<sup>1/</sup> Parte da tese de Doutorado apresentada, pelo primeiro autor, à FEAA-UNICAMP, Campinas, SP.

Recebido para publicação em 16-12-1983.

<sup>2/</sup> Departamento de Tecnologia de Alimentos da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

<sup>3/</sup> Departamento de Tecnologia de Alimentos da FEAA-UNICAMP. 13100 Campinas, SP.

quente, embora se adapte bem em clima temperado, sem geadas. Quanto à natureza, não faz exigência de solo. A época é ampla, havendo citações que autorizam plantá-lo de março-maio e até julho-setembro (8, 12, 21). A duração média da cultura é de 5 anos, variando de três a sete anos, ocorrendo no quinto ano uma produção máxima de 1000 a 1500 frutos por pé. Pode-se estimar em 300 t/ha/ano a produção média de frutos (11, 21).

O objetivo principal deste trabalho foi desenvolver uma tecnologia que permitisse o eventual aproveitamento industrial do chuchuzeiro, através do isolamento e da caracterização de seu amido, a fim de orientar o melhor uso desse carboidrato.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Todas as análises efetuadas neste trabalho foram feitas em triplicata e o valor médio foi usado para discussão.

### 2.1. Isolamento do Amido

Usou-se uma variedade comercial de chuchu, periforme, verde-clara, sem espinhos, polpa branca, translúcida, com peso médio de 460 g, comprimento médio de 15 cm e diâmetro de 9 cm. Os frutos estavam num estágio de maturação denominado «planta semente», antes do início da germinação. O teor do amido foi determinado por hidrólise enzimática, segundo o método de CHIANG *et alii* (9), em amostras trituradas e liofilizadas. Na extração do amido, usou-se a seguinte técnica: os chuchus, depois de lavados, foram triturados em moinho a martelo, em peneiras com abertura de 2000  $\mu\text{m}$  de diâmetro. A polpa obtida foi colocada em uma extratora de rosca-sem-fim, em peneira com abertura de 1000  $\mu\text{m}$  de diâmetro e, posteriormente, passada em tecido de náilon com malhas de aproximadamente 250  $\mu\text{m}$ . Decantou-se durante seis horas, eliminando-se o sobrenadante após esse tempo. O material depositado nos tanques de decantação foi seguidamente ressuspenso em água e centrifugado durante dez minutos a 3000 rpm. Essa operação foi repetida até que se obtivesse o amido puro, que foi secado a 40°C em estufa com ventilação forçada, durante a noite. Depois de seco, o amido foi triturado num moinho Brabender Quadrumat Senior, na umidade de quebra, sem passar na seção de peneiras.

### 2.2. Caracterização do Amido

#### 2.2.1. Análise Química, Amido Danificado e Suscetibilidade Enzimática

Umidade, proteína, lípidio e cinzas foram determinados segundo os padrões da AACC (3). Fibras foram determinadas segundo o método de VAN DE KAMER *et alii* (14). Usou-se a metodologia de SANDSTED *et alii* (25) na determinação de amido danificado e susceptibilidade enzimática. Para amido danificado, suspensões tamponadas de alfa-amilase foram adicionadas a dois tubos que continham 1 g de amido (b.s.) cada um, incubado, respectivamente, durante uma e duas horas, e o teor de maltose foi determinado nesses tempos. A extrapolação para o tempo zero forneceu o teor de maltose que correspondia ao amido danificado. Para susceptibilidade enzimática, determinou-se, de 24 em 24 horas, o teor de maltose produzida. O teste foi dado como terminado quando se atingiu o «plateau» da curva, que relaciona o teor de maltose com o tempo.

### 2.2.2. Forma, Tamanho, Densidade Absoluta e Viscosidade Intrínseca

A forma do grânulo de amido foi determinada pela tecnologia descrita por HOSENEY *et alii* (13). Uma fita adesiva de duas faces foi colocada sobre um dispositivo adequado, e o amido seco foi pulverizado na outra face. A amostra foi coberta, a vácuo, com uma camada de carbono de, aproximadamente, 60Å e, finalmente, com uma camada de ouro de 100Å. Posteriormente, foi fotografada. O tamanho foi determinado segundo a técnica de MAC MASTERS (19). Uma gota de uma mistura de glicol-água (1:1) foi colocada em uma lâmina de microscópio. Com o auxílio de um estilete, adicionou-se amido de chuchu a gota, cobrindo-se a suspensão com uma lamínula. A montagem foi observada num microscópio ótico e fotografada em duas ampliações, e os grânulos foram medidos por meio de um micrômetro.

Densidade absoluta foi determinada segundo o método descrito por SCHOCH (26), com deslocamento de líquido em picnômetro de 25 ml e xileno como líquido. A viscosidade intrínseca foi determinada segundo método de LEACH (15), com modificações. Foi utilizado um viscosímetro de Ostwald e concentrações de 0,4 a 0,7%.

### 2.2.3. Poder de Inchamento, Solubilização e Temperatura de Gelatinização

O poder de inchamento e solubilização à temperatura ambiente foram analisados segundo a metodologia descrita por ANDERSON *et alii* (4). Foram usados 2,5 g de amido (b.s.) em 50 ml de água destilada. Os solúveis foram determinados no sobrenadante da centrifugação. Usou-se a tecnologia de LEACH *et alii* (16), para temperaturas que variavam de 50 a 95°C, com intervalos de 5°C. Os solúveis foram determinados numa alíquota de 10 ml e os valores foram corrigidos posteriormente para o peso da amostra. A determinação da temperatura de gelatinização foi feita segundo SCHOCH (28). Usou-se uma suspensão a 0,2%. A placa foi aquecida à razão de 2°C/min, e as observações foram feitas quando cerca de 5%, 50% e 95% dos grânulos perderam sua birrefringência.

### 2.2.4. Fracionamento do Amido, Teor de Amilose e Oxidação de Amilopectina

Foi usado o método de MONTGOMERY *et alii* (22), com modificações no fracionamento do amido. O amido foi pré-tratado com glicerol 85% e aquecido a 89°C, durante 1,5 horas. Na separação das frações usou-se tampão de fosfato (pH 6,0-6,3), com ebulição durante 11 minutos. A amilopectina foi precipitada com acetona. A amilose foi complexada com butanol, filtrada e desidratada com acetona. Dois métodos foram usados para determinar amilose. No primeiro deles, segue-se a metodologia de SCHOCH (27), de titulação potenciométrica. O segundo método foi o descrito por WILLEANS (29), com modificações: foram pesados 50 mg de amostra de amido (b.s.), colocados num copo e umedecidos com 1 ml de etanol. Adicionaram-se 10 ml de NaOH 0,5N e aqueceu-se a suspensão até a ebulição, marcando o tempo de três minutos, findo estes, foi resfriada e adicionados 10 ml de HCl 0,5N. O volume foi completado para 100 ml. A uma alíquota de 1 ml foram adicionados 20 ml de bitartrato de potássio 0,4%, 28,5 ml de água destilada e 0,5 ml de solução de iodo-iodeto (0,2 g:2 g/100 ml). Leu-se a absorvância a 680 nm. Comparou-se o valor obtido com uma curva-padrão de amilose (300 µg/ml). Para oxidar a amilopectina, usou-se a metodologia descrita por POTTER *et alii* (23). A temperatura de reação foi de 16°C. A determinação de HCOOH formado foi efetuada através de titulação até pH 6,25. A cinética da rea-

ção foi observada a intervalos de 24 horas, até que obtivesse o «plateau» da curva.

Para determinação dos resíduos, usou-se o tempo de 168 horas de incubação.

### 2.2.5. *Propriedades de Pasta*

Determinaram-se as características de viscosidade do amido de chuchu em viscoamilógrafo Brabender, nas concentrações de 5,0%, 6,0%, 6,5%, 7,0% e 8,0%, seguindo-se a metodologia de MAZURS *et alii* (20). Comparou-se o amido de chuchu com o do milho, do sorgo, da mandioca e do trigo, na mesma concentração. A transmitância ótica da suspensão foi determinada segundo a metodologia de WILSON (30), com modificações. Uma suspensão de 0,1% de amido num volume total de 500 ml foi colocada no viscoamilógrafo, movimentado a 75 rpm, à temperatura inicial de 25°C, com aquecimento controlado de 1,5 C/min. A partir de 40°C, e de 5 em 5°C, foram retiradas amostras de 10 ml e medida a transmitância ótica do gel, imediatamente. Ao mesmo tempo, outra amostra, igualmente de 10 ml, foi retirada e resfriada até a temperatura ambiente (24-25°C), durante 30 minutos, medindo-se também a transmitância ótica, no mesmo comprimento de ondas, que foi de 625 nm. Relacionou-se graficamente a transmitância ótica com a temperatura. Operação idêntica foi efetuada com 0,2% de amido. Os resultados foram também comparados com os dos amidos de milho e mandioca.

### 2.2.6. *Temperatura e Tempo de Armazenamento do Gel*

Uma suspensão a 0,2% de amido de chuchu foi aquecida em viscoamilógrafo Brabender, até a temperatura de 95°C. O gel obtido foi dividido em tubos e mantido, durante 24 horas, nas temperaturas de 4°C, 10°C, 14°C, 16°C e 25°C. Após esse tempo, mediu-se a transmitância ótica, correlacionada com a temperatura. O efeito do tempo de congelamento e de ciclos de congelamento-descongelamento foram observados, empregando-se a metodologia citada por ALBRECHT (2), com modificações. No primeiro caso, 450 ml de uma suspensão que continha 6,5% de amido de chuchu (14% de umidade) foram colocados em viscoamilógrafo Brabender. A suspensão foi aquecida à taxa de 1,5C/minuto até 95°C, com agitação de 75 rpm. O gel foi recolhido e colocado em oito tubos, que foram colocados num congelador a -2°C. De 24 em 24 horas, retirava-se um tubo, que era descongelado em água em ebulição, durante 20 minutos, e centrifugado a 5000 rpm, durante 15 minutos, e determinava-se a quantidade de água eliminada, relacionada com o tempo. Para estudar os ciclos de congelamento-descongelamento, armazenaram-se os tubos a -2°C, semelhantemente ao que se fizera no primeiro caso. De 24 em 24 horas, todos os tubos foram retirados e descongelados, e de um determinou-se a água eliminada, ao passo que os demais tubos foram recolocados no congelador. O teste terminou quando praticamente o gel nos tubos restantes já não tinha consistência. Relacionou-se a água eliminada com o número de ciclos de 24 horas.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de amido encontrado na variedade usada foi de 2,8%. O rendimento da extração, em relação à matéria-prima, foi de 1,3%, ao passo que em relação ao amido presente foi de 46,4%. Esse valor está dentro da média citada na literatura (17, 18). Deve-se ressaltar que o rendimento pode ser ampliado, desde que se otimize o processo e se empreguem equipamentos adequados. A composição química do amido (base seca) mostrou os seguintes resultados: proteína, 0,31%; lipídios,

1,08%; cinzas, 0,41%; e fibras, 27%. Esses valores são considerados baixos, indicando a pureza do amido. As Figuras 1 e 2 mostram as fotografias do amido obtidas em microscopia ótica e de varredura. O amido apresenta-se arredondado ou esférico, com algumas irregularidades na superfície ou regiões achatadas. Possui 'hilum' e estriações cêntricas, mas de difícil visualização. O tamanho médio dos grânulos foi de  $7,4\mu\text{m}$  e o máximo de  $19,4\mu\text{m}$ .

O Quadro 1 resume algumas características do amido de chuchu e os valores encontrados. Pelo Quadro 1, infere-se que o grânulo de amido de chuchu tem estrutura capaz de absorver grande quantidade de água, sem rompimento, com resistência à ação mecânica.

Vê-se isso pela alta capacidade de absorção de água, baixo índice de solubilização e altas temperaturas de gelatinização. Todas essas características estão intimamente ligadas ao alto teor de amilose.

A Figura 3 mostra a susceptibilidade enzimática do amido de chuchu. A alfa-amilase, praticamente, não atua em amido granular. A alta taxa de hidrólise observada na inclinação da curva, nas 24 horas iniciais, deve-se à presença de amido danificado e, à medida que este vai sendo hidrolisado, mais difícil se torna o ataque enzimático, até que é atingida reação de ordem zero.

A Figura 4 mostra o poder de inchamento e o índice de solubilização. Observa-se alta absorção de água em todas as temperaturas, o que evidencia alta viscosidade. Pelo formato das curvas, pode-se prever a presença de forças homogêneas mantendo a estrutura do grânulo.

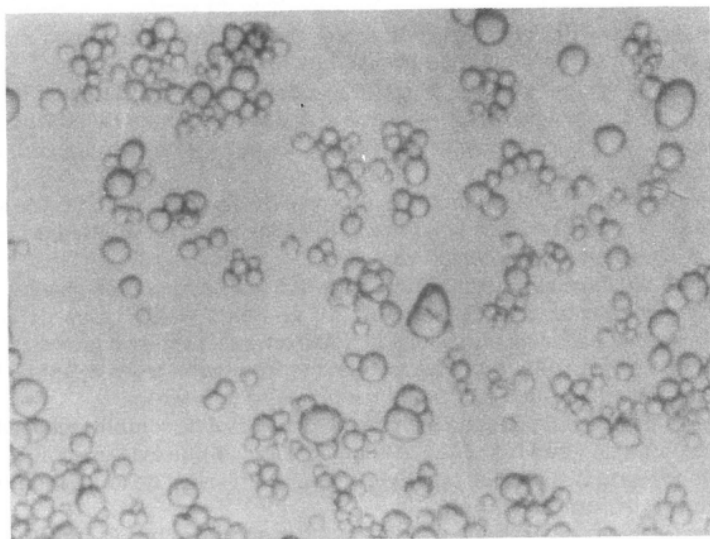
As propriedades de pasta de amido estão apresentadas nas Figuras 5 e 6.

A Figura 5 mostra, como já foi comentado anteriormente, que o amido de chuchu apresenta um único estágio de desenvolvimento, o que significa forças homogêneas mantendo a estrutura do grânulo. A resistência à ação mecânica, mostrada durante o período de agitação (20 min a 75 rpm) à temperatura constante ( $95^{\circ}\text{C}$ ), indica ter esse amido fortes ligações, semelhante à dos amidos intercruzados quimicamente com baixo grau de intercruzamento. Essa resistência é fornecida pelo teor de amilose, que é superior ao da maioria dos amidos.

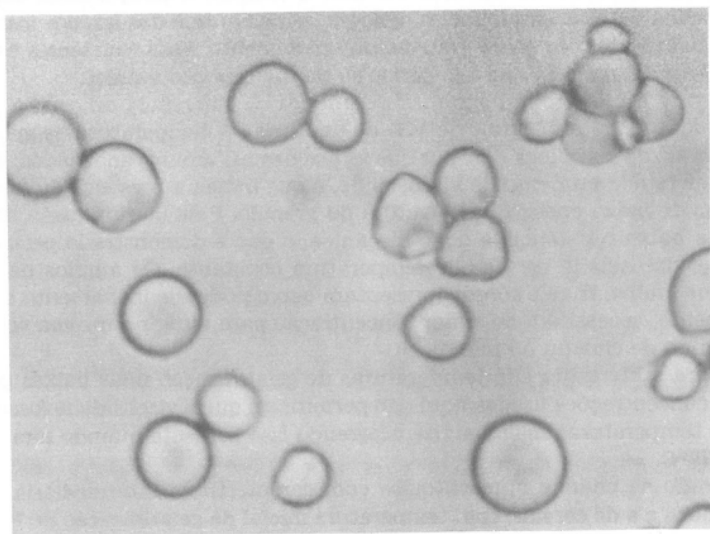
A Figura 6 mostra alíogramas de amidos de diferentes origens, à mesma concentração (6,5% p/v - base de 14% de umidade). A temperatura de gelatinização de amido de mandioca é menor que as dos demais amidos analisados, além de apresentar rápido aumento de viscosidade, o que indica a presença de forças homogêneas de baixa energia na estrutura do grânulo. Pela mesma razão, também apresenta baixa resistência à ação mecânica, o que é demonstrado pela intensa queda de viscosidade na fase de temperatura constante. Os amidos de cereais analisados (milho, trigo e sorgo) apresentam baixo poder de inchamento e, conseqüentemente, necessitam de maior concentração para atingir a mesma viscosidade do amido de chuchu ou mandioca.

Embora a literatura cite temperaturas de gelatinização mais baixas para cereais, as concentrações usadas aqui não permitiram que a viscosidade fosse detectada em temperaturas mais baixas, ocorrendo isso somente quando foram superiores a  $79^{\circ}\text{C}$ .

O amido de chuchu apresentou-se com característica intermediária entre a de mandioca e a de cereais, com temperatura inicial de gelatinização de  $70^{\circ}\text{C}$ , viscosidade máxima maior que a dos cereais e resistência à ação mecânica muito superior à da mandioca medida à mesma concentração. A viscosidade do amido de chuchu durante o resfriamento foi muito superior à dos demais amidos analisados. A inflação mostrada na curva de resfriamento de amido de milho e sorgo indica associação distinta entre as moléculas das frações, principalmente amilose, o que não é observado em amido de chuchu.

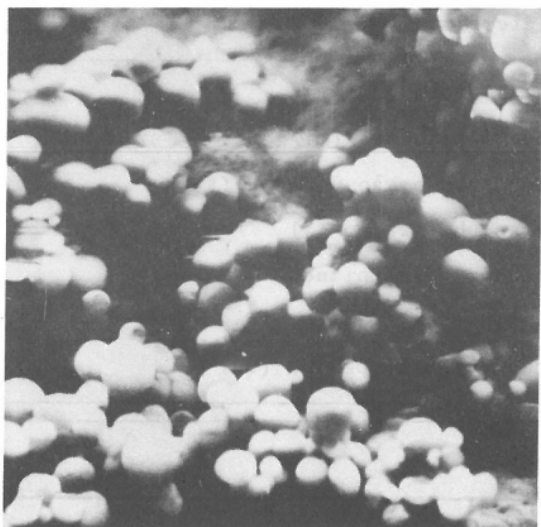


A

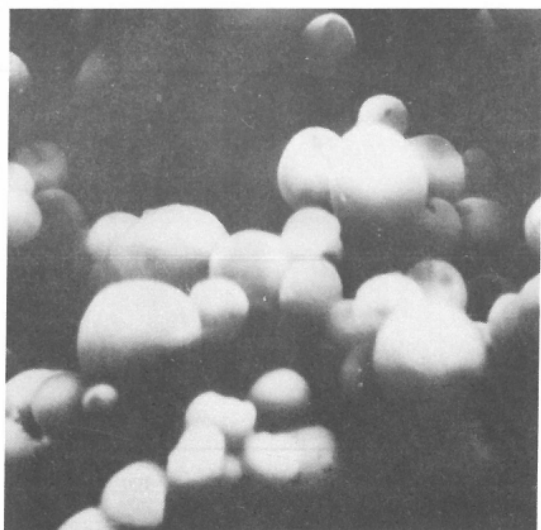


B

FIGURA 1 - Amido de chuchu, observado em microscópio ótico, com aumento de 500X (A) e 2100X (B).



A



B

FIGURA 2 - Amido de chuchu, observado em microscópio eletrônico de varredura, com aumento de 900X (A) e 2050X (B).

QUADRO 1 - Características e valores do amido de chuchu

Características	Valores
Densidade absoluta (g/ml)	1,4475
Viscosidade intrínseca (ml/g)	1,78
Capacidade de absorção de água (%)	128,8
Índice de solubilização (%)	0,12
Temperatura de gelatinização (°C)	68-78-85
Teor de amilose (%)	33,5
Ramificação de amilopectina (ud)	31

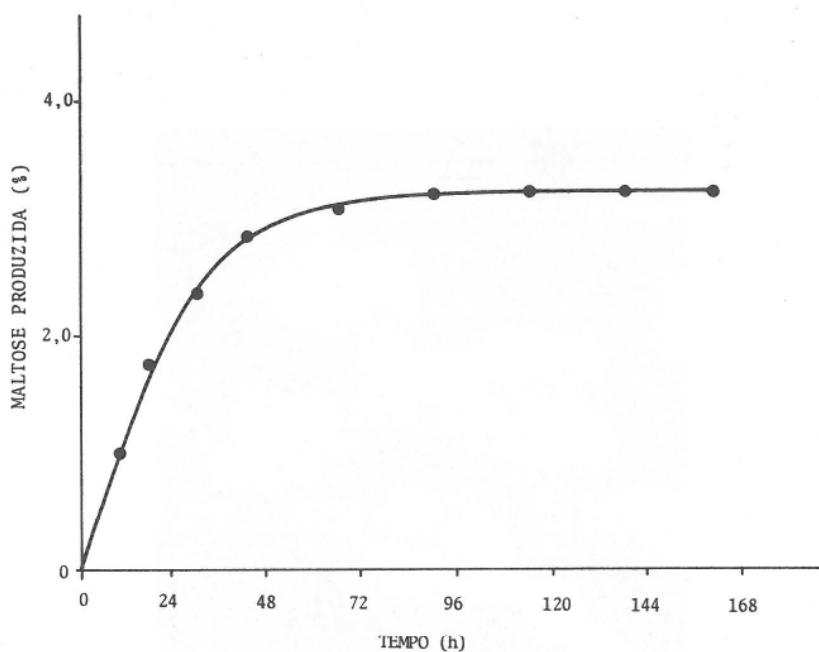


FIGURA 3 - Efeito da alfa-amilase bacteriana sobre o amido granular do chuchu.



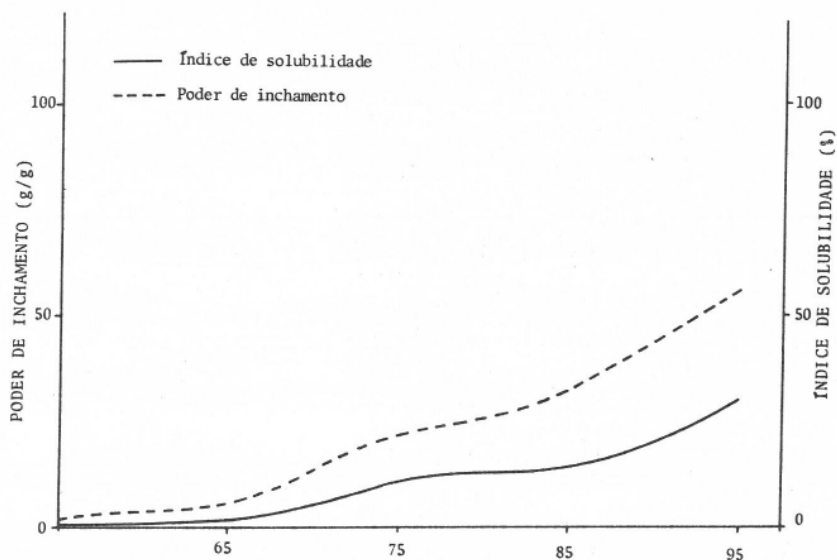


FIGURA 4 - Efeito de temperatura sobre o poder de inchamento e índice de solubilização de amido de chuchu.

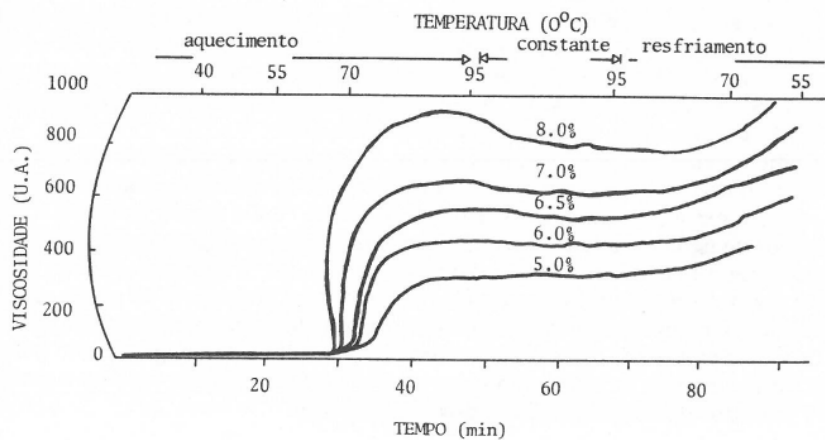
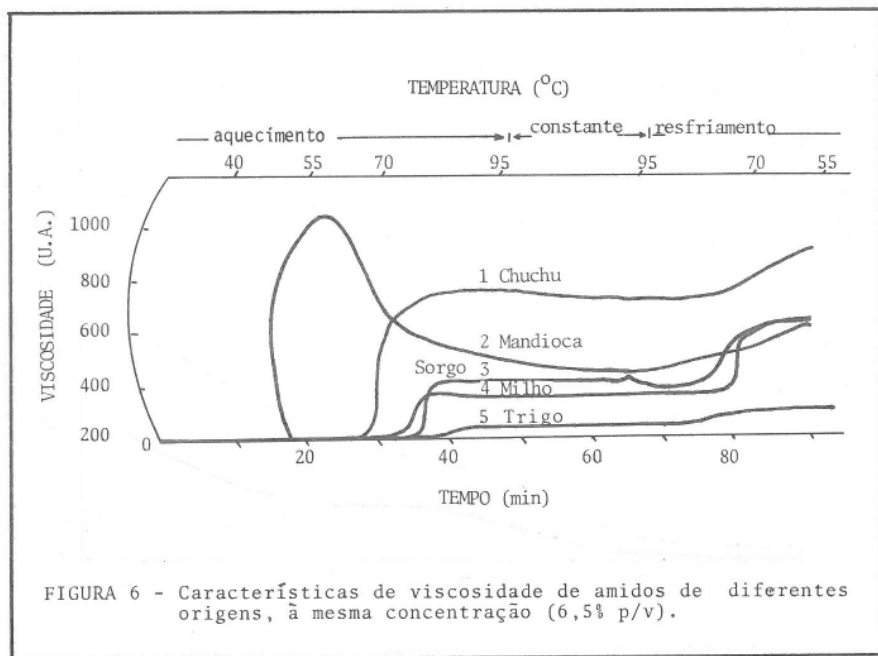


FIGURA 5 - Efeito da concentração nas características de viscosidade de uma suspensão de amido de chuchu.



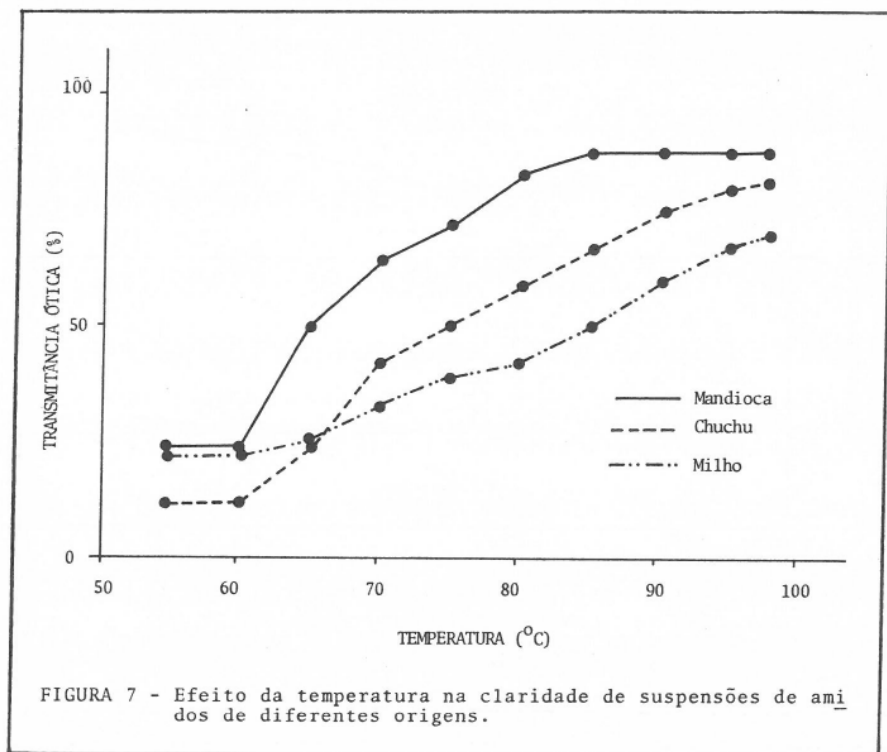
A claridade da pasta do amido depende da fonte. Sendo assim, os cereais têm pasta mais opaca, ao passo que tubérculos e raízes são mais translúcidos. A Figura 7 mostra a comparação entre os amidos de mandioca, milho e chuchu. Diante disso, pode-se observar que o amido de chuchu apresenta claridade de pasta intermediária à de cereal e raiz.

Durante o processo de aquecimento da pasta de amido ocorre exsudação de solúveis do interior do grânulo, até seu rompimento e lançamento nos meios das frações. Esses componentes, notadamente a amilose, provocam turbidez da suspensão, por causa da formação de microcristais. Essa turbidez aumenta com a queda de temperatura. A Figura 8 comprova esse fato.

Como foi visto em temperaturas baixas, a retrogradação manifestada pela turvação da pasta de amido é maior. Outro fenômeno da retrogradação é a «sinereze», que é a exsudação de água do gel, que aumenta com o tempo. A Figura 9 mostra o teor de água exsudada conforme o armazenamento do gel. Observa-se que, à medida que o tempo aumenta, a curva também se torna mais ascendente, o que indica maior retrogradação. Outro teste diz respeito à resistência do gel ao processo de congelamento e descongelamento. A Figura 10 mostra o efeito desse processo. O gel foi submetido a um processo de congelamento e descongelamento durante 24 horas, quando se determinou a sinereze. O gel de amido de chuchu suportou até 6 períodos de congelamento e descongelamento.

#### 4. CONCLUSÕES

O alto teor de umidade do chuchu permitiu fácil extração de amido com baixo teor de amido danificado. O rendimento, 46,6%, do amido existente representa o mínimo que pode ser extraído. Os grânulos de amido são pequenos, com densi-



dade de 1,4475 g/ml. O teor de amilose é alto (33,5%), mais elevado que noutros amidos. A faixa de temperatura de gelatinização foi de 68°C a 85°C. Mediante estudos de susceptibilidade enzimática, pôde-se observar que apresenta características adequadas para ser utilizado na alimentação humana. Os grânulos apresentam alta resistência à ação mecânica durante a agitação em temperaturas elevadas, o que possibilita sua utilização quando a maioria dos outros amidos comuns não apresenta a mesma característica, tais como alimentos processados em concentradores abertos, com agitação. O fato de apresentar boa resistência a ciclos de congelamento e descongelamento indica que esse amido pode ser usado em produtos congelados. Comparado com outros amidos, na mesma concentração, mostrou altos valores de viscosidade, tanto nas temperaturas altas quanto nas baixas (após cozimento), permitindo o uso de quantidades menores para atingir a mesma viscosidade obtida por outros amidos. Seu uso trará economia em produtos consumidos a quente, tais como sopas e produtos que necessitam de consistência mais firme, como pudins.

## 5. RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram isolar e caracterizar o amido de chuchu. A escolha do chuchu como fonte de amido prendeu-se ao fato de que, apesar do baixo teor de amido (2,8%), o chuchuzeiro apresenta alto rendimento por área (mais de 150 t/ha/ano) e facilidade de cultura, cultivo e colheita em todo Brasil. O teor

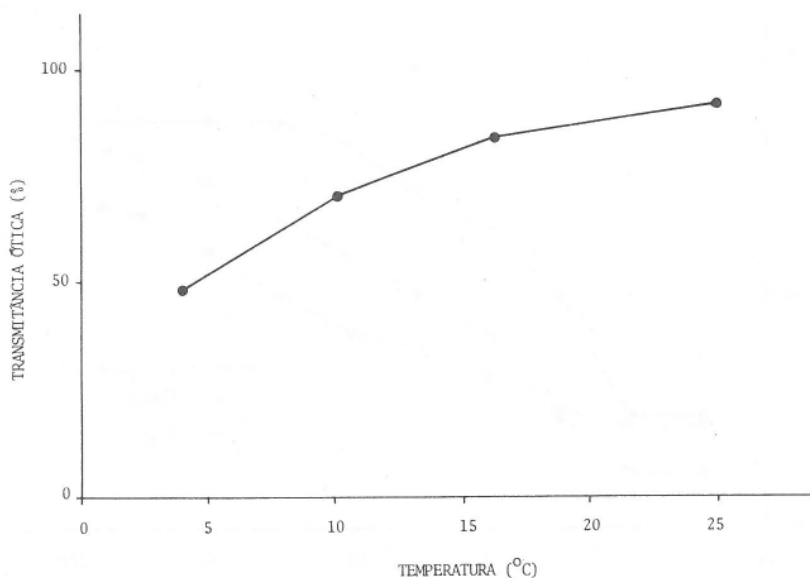


FIGURA 8 - Efeito da temperatura na claridade de uma suspensão (0,1%) gelatinizada de amido de chuchu, armazenada durante 24 horas.

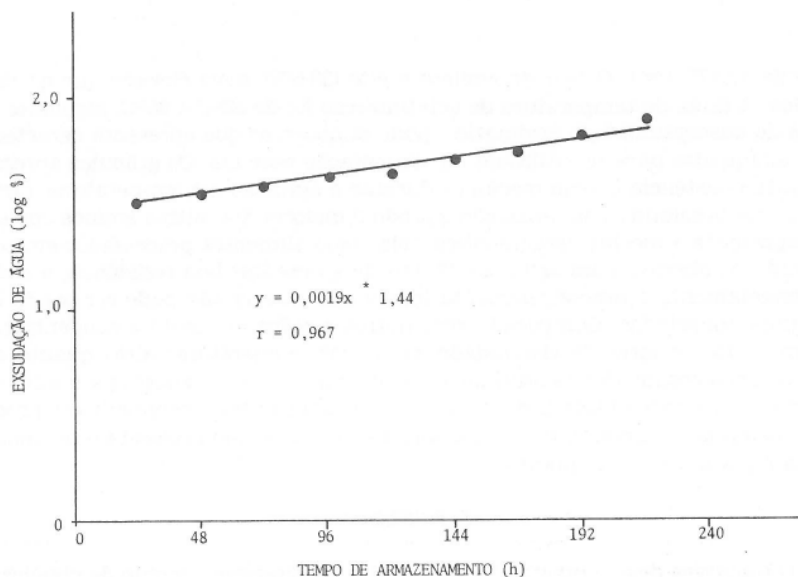


FIGURA 9 - Efeito do tempo de armazenamento ( $-2^{\circ}\text{C}$ ) na exsudação de água de gel de amido de chuchu (6,5% p/v).

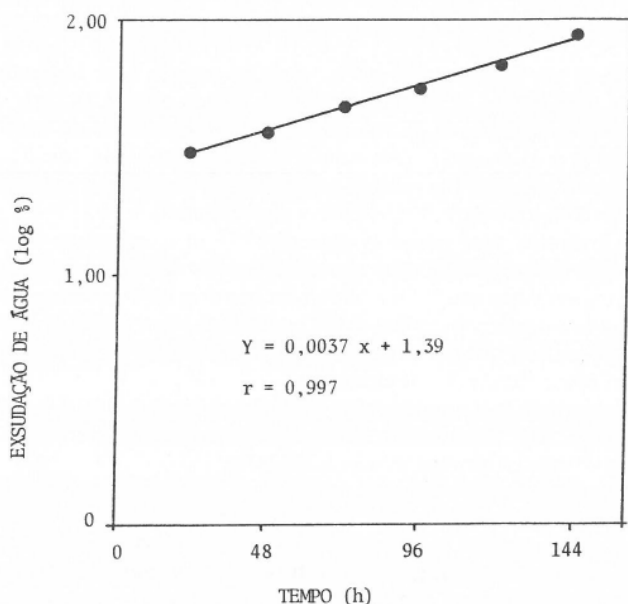


FIGURA 10 - Efeito de ciclos de congelamento-descongelamento na exsudação de água do gel de amido de chuchu (6,5% p/v).

de amido representou 37% da matéria seca e o rendimento foi de 46,4%. Os grânulos de amido pequenos, medindo, em média, 7,4  $\mu\text{m}$  de diâmetro, esféricos, com leves deformações. A densidade absoluta foi de 1,4475 g/ml. O poder de inchamento a frio foi de 1,29, ao passo que a 95°C foi de 55,95. Os índices de solubilização, nessas mesmas condições, foram de 0,12% e 30,7%, respectivamente. As temperaturas de gelatinização foram de 68°C, 77°C e 85°C, para 5% e 95% de perda de birrefringência. O teor de amilose foi de 33,5% e o de amilopectina de 64,4%. O número de resíduos das ramificações na amilopectina foi de 31. A viscosidade intrínseca foi de 1,786 ml/g. Os amilogramas mostraram a presença de forças homogêneas na estabilização da estrutura do grânulo e alta resistência à ação mecânica durante a fase de temperatura constante (95°C). A viscosidade máxima foi maior que a de cereais na mesma concentração e menor que a de raízes (mandioca). A pasta apresentou-se mais clara que a de milho e mais opaca que a de mandioca. Apresentou sinerese proporcional ao tempo de armazenamento e resistiu a 6 ciclos de congelamento-descongelamento.

## 6. SUMMARY

(ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF THE STARCH OF CHAYOTTE  
(*Sechium edule* Sw.)

The objectives of the present work were to isolate and characterize the chayotte starch. The choice of the chayotte as a starch source, in spite of its low starch content (2.8%), was based on the fact that this plant has a wide distribution in Brazil with a high yield per unit area (more than 150 tons/ha/year) by simple cultural practices and harvesting mechanisms. The starch content on a dry matter basis was 37% of which only 46.4% was extracted.

The starch granules were small in diameter (7.4  $\mu$ m), spherical in shape and with slight surface deformations. The absolute density averaged 1.4475 g/ml. The mean cold expansion ratio was 1.29% which on beating 95°C increased to 55.95%. The solubility index under which the same conditions were 0.12% and 30.7%, respectively. Gelatinization temperatures of 68°C, 77°C and 85°C provoked 5%, 50% and 95% losses, respectively, in birefringence.

Analysis of amylose and amylopectin contents showed quantities of 33.5% and 64.4%, respectively. The amylopectin branches possessed 31 glucosidic residues. Intrinsic viscosity values for starch was 1.786 ml/g.

Amylographic evaluation indicated presence of homogeneous forces and stable granule structure. The starch paste manifested high resistance to mechanical damage during the constant temperature starch paste phase (95°C). The maximum viscosity was higher in chayotte starch paste than that of corn starch at the same concentration. However, comparison with tuber and root starches demonstrated lower maximum viscosity values.

The nature of the paste was clear than that of corn but more opaque than that of cassava starch. On cooling this produced a rigid gel which resisted 6 freeze-thaw cycles. It manifested sineresis to the extent proportional to the holding time.

## 6. LITERATURA CITADA

1. ABD-ALLAH, M.A.; FODA, Y.H. & HAMED, M.G.E. Characteristics and «Fodal»-Factor of mango seed kernel starch. *Die Stark*, 26:426-433. 1974.
2. ALBRECHT, J.J.; NELSON, A.I. & STEINBERG, M.F. Characteristics of corn starch and starch derivatives as affected by freezing storage and thawing I. *Food Tech.*, 1:57-63. 1960.
3. AACC. *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*. 7th Ed. St. Paul, 1969. 528 p.
4. ANDERSON, R.A.; CONWAY, H.F.; PFEIFER, V.F. & GRIFFIN, Jr. E.L. Gelatinization of corn grists by roll and extrusion cooking. *Cereal Sci. Today* 14:4-7, 11-12. 1969.
5. BERRY, C.P.; D'APPOLONIA, B.L. & GILLES, K.A. The characterization of triticale starch and its comparison with starches of rye, durum and HRS wheat. *Cereal Chem.* 48:415-427. 1971.

6. BOBBIO, F.O.; EL-DASH, A.A.; BOBBIO, P.A. & RODRIGUES, L. R. Isolation and characterization of the physicochemical properties of the starch of the physicochemical properties of the starch of jacfruit seeds (*Artocarpus heterophyllus*). *Cereal Chem.* 55:505-511. 1978.
7. BOONE, K.W. O chayote ou chayoteiro é uma planta cuja cultura pode dar grandes lucros. *A Fazenda*, 33:85-91. 1931.
8. CASTRO, A.G. Chuchu: Planta de grande importância para lavrador carioca. *Bol. Depto. Agricultura*. — R.J. 1:9-11. 1962.
9. CHIANG, B.Y. & JOHNSON, J.A. Measurement of total and gelatinized starch by glucoamylase and 0-toluidine reagents. *Cereal Chem.* 54:429-435. 1977.
10. CIACCO, C.F. & D'APPOLONIA, B.L. Characterization of starches from various tubers and their use in breadmaking. *Cereal Cham.* 54:1096-1108. 1977.
11. D'APPOLINIA, B.L. Effect of bread ingredients on starch — gelatinization properties as measured by the amylograph. *Cereal Chem.* 49:532-538. 1972.
12. DEMATTÊ, M.E.P. *Cultura do chuchuzeiro*. Campinas, Inst. Agrônômico, 1974. 16 p. (Instruções Sumárias n. 3).
13. HOSENEY, R.C.; ATWELL, W.A. & LIMEBACK, D.K. Scanning electron microscopy of starch isolated from baked products. *Cereal Food World*. 22: 56-60. 1977.
14. KAMER, van de, J.K. & GINKEL, van L. Rapid determination of crude fiber in cereal. *Cereal Chem.* 29:239-244. 1952.
15. LEACH, W.H. Determination of intrinsic viscosity of starches. *Cereal Chem.* 40:560-593. 1963.
16. LEACH, H.W.; McCOWEN, L.D. & SCHOCH, T.J. Structure of the starch granule. I. Swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal Chem.* 36: 534-544. 1959.
17. LINEBACK, D.R. & KE, C.H. Starches and low-molecular-weight Carbohydrates from chick pea and horse bean flours. *Cereal Chem.* 52:334-347. 1975.
18. MacARTHUR, L.A. D'APPOLONIA, B.L. Comparison of oat and wheat carbohydrates. II. *Starch. Cereal Chem.* 56:458-461. 1979.
19. MacMASTER, M.M. Microscopic techniques for determining starch granule properties. In: Whistler, R.L. & Wolfrom, M.L., ed. *Methods in Carbohydrate Chemistry*. New York, Academic Press, 1964. vol. IV. p. 233-241.
20. MAZURS, E.G.; SCHOCH, T.J. & KITE, F.F. Graphical analysis of the Brabender viscosity curves of various starches. *Cereal Chem.* 34:141-152. 1957.
21. MENDONÇA, N.T. *Instruções para a cultura do chuchuzeiro*. São Paulo, CEASA, 1962. 242 p.

22. MONTGOMERY, E.M. & SENTI, F.R. Separation of amylose from amylopectin of starch by an extraction-sedimentation procedure. *J. of Polymer Sci.* 28:1-9. 1958.
23. POTTER, A.L. HASSID, W.Z. Starch. I. End-group determination of amylose and amylopectin by periodate oxidation. *J. Am. Soc.* 70:3488-3491. 1948.
24. ROSENTHAL, F.R.T.; PELEGRINO, S.L. & CORREA, A.M.N. Studies on the starches of *Dioscorea*: *D. alata*, edible *D. cinnamomifolia*, nonedible. *Die Starcke*. 24:54-58. 1972.
25. SANDSTEDT, R.M. & MATTERN, P.J. Damage starch: quantitative determination in flour. *Cereal Chem.* 37:379-390. 1960.
26. SCHOCH, T.J. & LEACH, W.H. Determination of absolute density. Liquid displacement. In: Whistler, R.L. & Wolfrom, M.L., ed. *Methods in Carbohydrate Chemistry*. New York, Academic Press, 1964. Vol. IV. p. 101-103.
27. SCHOCH, T.J. Idimetric determination of amylose by potentiometric titration: standard method. In: Whistler, R.L. & Wolfrom, M.L., ed. *Methods in Carbohydrate Chemistry*. New York, Academic Press, 1964. Vol. IV. p. 157-167.
28. SCHOCH, T.J. & MAYWALD, E.C. Microscopic examination of modified starches. *Anal. Chem.* 28:382-387. 1950.
29. WILLIAMS, P.C.; KUZINA, F.D. & HLYNKA, I. a rapid colorimetric procedure for estimating amylose content of starches and flours. *Cereal Chem.* 47: 411-421. 1970.
30. WILSON, L.A.; BIRMINGHAM, V.A.; MOON, D.P. & SNYDER, H.E. Isolation and characterization of starch from mature soybeans. *Cereal Chem.* 55: 661-670. 1978.
31. WOLF, M.J.; MacMASTERS, M.M. & RIST, C.E. Some characterizations of the starches of three South American seeds used for food. *Cereal Chem.* 27: 219-222. 1950.