

**CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE DIASTÁSICA DA
FARINHA DE CARÁ-DE-RAMA (*DIOSCOREA BULBÍFERA*)**

**CHARACTERIZATION OF AMYLASE ACTIVITY IN
CARÁ-DE-RAMA (*DIOSCOREA BULBÍFERA*) FLOUR**

GILVAN WOSIACKI¹

MARNEY PASCOLI CEREDA²

NAUSIRA NORIKO NAMIUCHI³

ENÉAS DE OLIVEIRA CÉSAR⁴

PATRÍCIA AIMÉE BRUEL ANTONIO⁴

1 Professor do Departamento Zootecnia e
Tecnologia de Alimentos da UEPG

2 Professora da Universidade Estadual
Paulista Júlio de Mesquita Filho

3 Professora da Universidade Federal de
Mato Grosso do Sul

4 Acadêmicos do curso de Agronomia da
UEL e da UEPG, bolsistas de Iniciação
Científica do CNPq

RESUMO

Amostras de cará-de-rama produzidas na região de Londrina, PR, foram submetidas ao procedimento de obtenção de farinhas, que foram caracterizadas quanto aos teores de amido (78,13 g/100g), de proteína bruta (7,31g/100g), de cinzas (3,13 g/100g), de fibra bruta (2,53 g/100g) e de lipídeos (0,30 g/100g), calculados em base seca. Mediante métodos viscosográficos foi constatada a presença

PUBLICATIO UEPG - Exact and Soil Sciences, Agrarian S. and Engineering, 8 (1): 51- 63, 2002.

de atividade amilolítica na farinha de cará-de-rama capaz de reduzir a viscosidade máxima de pasta de fécula de mandioca assim como de alterar as características de temperatura de empastamento e de temperatura na qual a pasta apresentava a viscosidade máxima. Foi observado o efeito do pH na atividade enzimática de modificação das propriedades reológicas bem como no processo de extração de enzimas, constatando-se que a faixa de trabalho abrange os pHs de 5 a 8, com um ótimo em torno de pH 6. O teor de farinha de cará-de-rama, estudado na faixa de 35% (em relação ao substrato) e definido como ótimo, foi de 10%. O brotamento de amostras de cará-de-rama influenciou positivamente no nível de atividade amilolítica residual sendo, no entanto, mais difícil manter um padrão de qualidade na produção de farinha de cará-de-rama a partir de matéria-prima nestas condições. Os resultados sugerem a possibilidade de uso deste produto agrícola enquanto agente de liquefação de féculas e de amidos, procedimento necessário em processos de fermentação industrial.

Palavras-chave: Cará-de-rama; atividade diastásica; *Dioscorea bulbifera*; α -Amilase

1. Introdução

O cará-de-rama (*Dioscorea bulbifera*) passou a ser divulgado como cultura alternativa para regiões de clima sub-tropical em meados da década de 80 (FREITAS, 1983) com perspectivas tecnológicas interessantes (KIBUUKA et al., 1983). Os procedimentos para a obtenção de farinha de cará-de-rama foram apresentados por Giacometto et al. (1986), assim como suas características de qualidade compreendendo os teores de proteínas, de cinzas, de lipídios, de fibras e de carboidratos, tendo sido comparada com farinhas tradicionalmente usadas na culinária brasileira, como as de mandioca e de milho. Os autores apresentaram-na como uma farinha de elevado valor calórico e de cinzas, e com valores intermediários de proteínas. Posteriormente, foram apresentadas as características de qualidade dos grânulos e das pastas (GIACOMETTO et al., 1987) de sua fração amilácea, previamente purificada para eliminação de componentes nitrogenados e, de uma forma geral, demonstraram a sua similaridade com a de amido de milho. A seguir, Wosiacki et al. (1989) apresentaram os resultados da avaliação química de farinha obtida a partir de três tipos cultivados de cará-de-rama, ainda em estudo de produção visando a disseminação de culturas alternativas para exploração agrícola em pequenas propriedades rurais. O

processamento é simples, conduz a um produto com boa estabilidade e aceitação, com características interessantes como elevado valor energético e de minerais, de médio valor protéico e de fibras, embora de baixo índice de lipídeos. A farinha de cará-de-rama, entretanto, abriga outras características que merecem ser mais estudadas e dentre elas pode ser explicitada a atividade amilolítica capaz de reduzir a viscosidade de pastas de amido, ou seja, caracteristicamente a-amilase, objeto deste relato.

2. Material e métodos

2.1. Material

Amostras de cará-de-rama foram colhidas na fase mediana da safra na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), em Londrina, PR. Fécula de mandioca purificada em laboratório foi utilizada como substrato para a determinação da atividade amilásica. Os produtos químicos utilizados nos experimentos foram de pureza comprovada.

2.2 Métodos

A farinha de cará-de-rama foi processada de acordo com Giacometto et al. (1986). A farinha de raspas de mandioca foi obtida de acordo com o procedimento convencional tendo sido recuperada a fécula por suspensão em água destilada, após o que foi lavada, tamisada até 325 MESH, purificada com tratamento alcalino e lavada até a neutralidade com água corrente, sendo finalmente secada a temperatura ambiente sob ar forçado. A composição centesimal da farinha de cará-de-rama foi determinada mediante métodos oficiais de análise química (AOAC, 1965; IAL, 1976; AACC, 1975) quanto aos atributos umidade, cinzas, extrato etéreo, fibra bruta, proteína total e amido. A figura 1 apresenta o fluxograma utilizado para a obtenção da farinha de cará-de-rama e já foi apresentado anteriormente (GIACOMETTO et al., 1986; WOSIACKI et al., 1989); a etapa de obtenção de amido de cará-de-rama encontra-se incluída como informação adicional a respeito dos procedimentos experimentais em relatos anteriores.

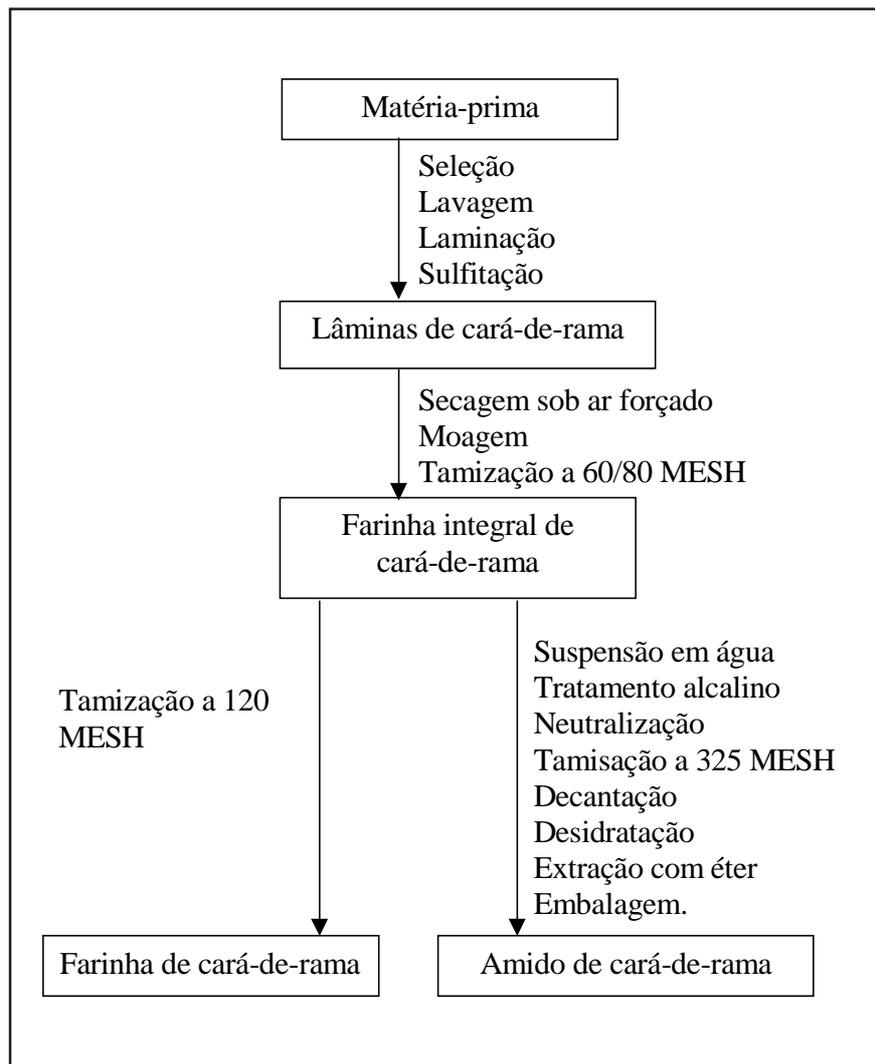


Figura 1 - Fluxograma de obtenção de farinha de cará-de-rama.

A determinação das características reológicas da fécula de mandioca, utilizada neste experimento como substrato para a determinação da atividade diastásica residual de farinhas, foi feita utilizando-se a concentração 5,5g/100g e considerando-se a faixa de temperatura de 30 a 90°C, com aumento de 1,5°C por minuto; cada experimento durava, portanto, 30 minutos. Os indicadores de qualidade definidos neste experimento, tanto em condições consideradas ótimas quanto em condições variáveis, foram as temperaturas de empastamento [T_{emp}] e aquela na qual a pasta apresentava viscosidade máxima [Th_{max}], isto é, 90°C. A atividade amilolítica foi estudada por técnicas viscográficas considerando-se o efeito do pH no processo de empastamento da fécula de mandioca e no processo de extração de amilase da farinha de cará-de-rama, a influência da concentração de fonte de enzimas, observando-se como variável dependente a modificação das características reológicas do substrato, das quais a viscosidade máxima foi considerada a mais importante. A figura 2 apresenta um viscograma característico do empastamento da fécula de mandioca discriminando os indicadores reológicos estudados neste trabalho.

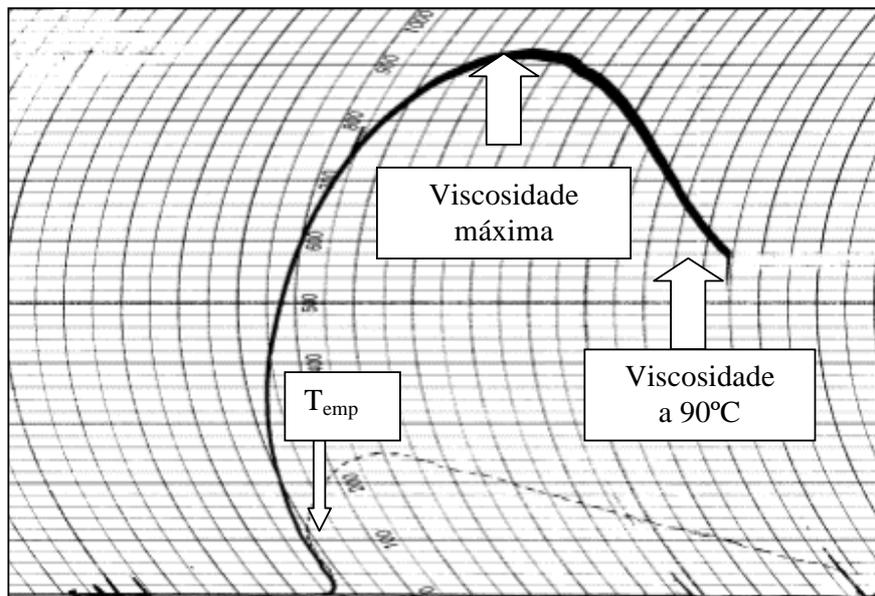


Figura 2 – Viscograma padrão do processo de empastamento de fécula de mandioca.

O nível de atividade amilolítica residual foi também determinado em amostras de farinha de cará-de-rama obtidas a partir de matérias primas em dois estádios distintos de brotamento.

3. Resultados e discussões

As amostras dos bulbos aéreos de cará-de-rama utilizados para a obtenção de farinhas já foram apresentadas anteriormente (WOSIACKI et al., 1989) tendo sido evidenciada a multiplicidade de formas, o que poderia vir a representar um óbice para a sua utilização enquanto matéria-prima para procedimentos mais automatizados. A seguir, para ilustração, são apresentadas amostras de bulbos aéreos já em fase de brotamento, que mostram a sua forma original de produto agrícola.



Figura 3 - Amostras de cará-de-rama em processo de germinação

A composição das farinhas de cará-de-rama, obtidas a partir de amostras maduras e de amostras em diferentes estádios de brotamento, encontra-se expressa na Tabela, com discriminação dos componentes em base úmida. A farinha de cará-de-rama considerada padrão apresenta em

sua constituição valores semelhantes aos citados na literatura; neste relato estes valores compreendem, calculados em base seca, os teores de amido (78,13g/100g), de proteína bruta (7,31g/100g), de cinzas (3,13g/100g), de fibra bruta (2,53g/100g) e de extrato etéreo (0,30g/100g). Aquelas farinhas obtidas a partir de matérias-primas em estágio de brotamento apresentaram teores significativamente menores de amido; nem os teores de proteínas nem os de fibras foram alterados significativamente embora os números sugiram uma tendência de aumento. Os teores de cinzas apresentaram um leve decréscimo, também não significativo.

Tabela 1- Composição centesimal de farinha de cará-de-rama

Componentes, g/100g	Estádios de brotamento da matéria-prima		
	Madura	Estádio 1	Estádio 2
Umidade	4,82 ± 0,09	8,67 ± 0,11	9,98 ± 0,54
Cinzas	2,98 ± 0,08	2,72 ± 0,11	2,30 ± 0,06
Fibra bruta	2,41 ± 0,20	3,36 ± 0,27	2,95 ± 0,11
Extrato etéreo	0,29 ± 0,02	0,21 ± 0,02	0,44 ± 0,06
Proteína total	6,96 ± 0,23	7,84 ± 0,92	6,17 ± 0,24
Amido	74,38 ± 1,27	60,04 ± 0,24	62,05 ± 0,24

O efeito do pH nas características reológicas de pastas de fécula de mandioca em presença de farinha de cará-de-rama pode ser observado nos viscogramas elaborados no laboratório a partir dos quais foram extraídos os resultados apresentados na Tabela 2. Não houve alterações significativas no que diz respeito à temperatura de empastamento, que foi mantida estável em todos os experimentos. A temperatura na qual ocorre a viscosidade máxima [Th_{max}] apresentou, entretanto, uma diminuição ao redor de 11,5%, indicando uma sensibilidade maior dos grânulos entumescidos causada pela ação enzimática na faixa de pH de 5 a 8. Os viscogramas controle de cada experimento apresentaram-se estáveis, com valor entre 78-80°C.

No que diz respeito às características de viscosidade máxima pode ser observado que os valores testemunhas foram estáveis na faixa de pH 5 a 7 e que as reduções causadas pela ação da enzima atingiram a marca de 39,5% em pH igual a 6. Resultados semelhantes foram obtidos com relação

à viscosidade a 90°C, sendo que os valores testemunhas foram estáveis na faixa de pH 3 a 8 e a diminuição causada pela enzima atingiu a marca dos 50% na faixa de pH 5 a 8.

Esses resultados indicam que a ação enzimática é efetiva quanto à liquefação dos grânulos de fécula de mandioca apenas após o processo de entumescimento ter sido iniciado, uma vez que não houve interferência no valor da temperatura de empastamento mas sim na da viscosidade máxima, e também que sua atividade é mais efetiva em um sistema com pH em torno da neutralidade.

Tabela 2 - Alteração das características viscosográficas de pastas de féculas de mandioca em função do pH do sistema contendo farinha de cará-de-rama.

Tratamento	Temperatura		Viscosidade		Redução%	
	T _{emp.}	T _{ηmax}	Máxima	90°C	Máxima	90°C
Controle	59,25	73,50	660	440		
pH 3,0	60,00	78,00	640	460	3	-
Diferença	-0,75	-4,50	+20	-20		
Controle	60,45	76,50	735	550		
pH 4,0	61,05	76,50	685	510	6,8	7,2
Diferença	-0,60	0	+50	+40		
Controle	61,80	78,00	735	580		
pH 5,0	61,95	69,00	480	280	34,7	51,7
Diferença	-0,15	+9,00	255	300		
Controle	63,30	80,25	735	580		
pH 6,0	63,60	70,50	445	260	39,5	55,2
Diferença	-0,30	+9,75	290	320		
Controle	62,25	78,00	720	530		
pH 7,0	62,25	69,00	445	260	37,4	50,8
Diferença	zero	+9,00	275	270		
Controle	63,00	78,00	675	550		
pH 8,0	63,00	70,50	410	260	36,1	52,7
Diferença	zero	+7,50	265	290		

No experimento a seguir, a atividade amilolítica foi extraída em diferentes valores de pH e testada, logo a seguir, sob condições ótimas de PUBLICATIO UEPG - Ciências Exatas e da Terra, C. Agrárias e Engenharias, 8 (1): 51- 63, 2002.

pH, aqui considerado o valor 6.

Os resultados encontram-se expressos na Tabela 3, extraídos dos viscogramas efetuados à semelhança do experimento anterior. A temperatura de empastamento não apresentou alterações, confirmando o experimento anterior ou seja, que a ação enzimática apenas ocorre após o início do processo de entumescimento dos grânulos. O mesmo pode ser explicitado com relação à temperatura onde ocorre a viscosidade máxima, que apresentou uma diminuição ao redor de 11,5°C. A viscosidade máxima do sistema controle demonstrou ser estável na faixa de pH estudado, de 3 a 8, e a sua diminuição foi de 25,2% a 39,0% tendo sido observado que a extração das enzimas em pH 6 foi a que apresentou maiores resultados. O mesmo pode ser observado com relação à viscosidade a 90°C, que apresentou com a extração em pH 6 a maior diminuição, em torno de 54%.

Tabela 3 - Alteração das características viscográficas de pastas de féculas de mandioca em função do pH de extração da atividade amilásica de farinha de cará-de-rama.

Tratamento	Temperatura		Viscosidade		Redução	
	T _{emp.}	T _{ηmax}	Máxima	90°C	Máxima	90°C
Controle	62,55	78,75	695	530		
pH 3,0	61,50	72,75	520	320	25,2	39,6
Diferença	+1,05	+6,00	175	210		
Controle	63,15	79,50	680	540		
pH 4,0	63,75	70,50	440	220	35,3	59,2
Diferença	-0,60	+9,00	240	320		
Controle	63,75	79,50	690	550		
pH 5,0	62,25	69,50	430	250	39,1	49,1
Diferença	+1,50	10,00	270	270		
Controle	62,85	78,75	680	540		
pH 6,0	92,25	69,75	415	250	39,0	53,7
Diferença	+0,60	+9,00	265	290		
Controle	62,25	78,00	720	530		
pH 7,0	62,25	69,00	450	260	37,5	51,0
Diferença	zero	+9,00	270	270		
Controle	62,91	78,90	693	540		
pH 8,0	63,30	70,50	460	280	33,6	48,0
Diferença	-0,39	+8,40	233	260		

O efeito do teor de farinha de cará-de-rama usado como fonte de enzima, aqui expresso em termos da razão farinha/fécula, nas características reológicas da pasta de fécula de mandioca, pode ser observado nos viscogramas específicos dos quais foram extraídos os resultados apresentados na Tabela 4. Na ausência de farinha de cará-de-rama a pasta de fécula de mandioca apresenta o valor referencial de 670 unidades Brabender, que diminuiu para 510 quando o teor adicionado de farinha foi de 5% em relação ao substrato. Essa diminuição ficou estável com teores iguais ou superiores a 10% indicando o valor máximo conseguido, de 33% de queda de viscosidade Brabender.

Tabela 4 - Alteração das características viscográficas de pastas de fécula de mandioca em função do teor de farinha de cará-de-rama.

Farinha	E/S	Viscosidade máxima	Redução Máxima	Redução percentual
0	-	670	0	0
0,28	0,05	510	160	23,9%
0,56	0,10	450	220	32,8%
1,11	0,20	450	220	32,8%
1,67	0,30	450	220	32,8%
1,78	0,35	450	220	32,8%

Obs.: A concentração de substrato, [S] é igual a 5,5g de fécula por 100g de água.

Quando foi usada, todavia, farinha de cará-de-rama em estágio de brotamento, os resultados foram diferentes, tendo ocorrido uma queda mais acentuada da viscosidade em toda a faixa de concentração relativa utilizada (Tabela 5), atingindo a marca dos 62,1%, bem maior do que a atingida com o uso da farinha de matéria-prima sem brotamento. Houve, praticamente, um aumento de duas vezes na atividade de redução de viscosidade, evidenciando uma diferença quantitativa e qualitativa na atividade enzimática.

Tabela 5 - Alteração das características viscográficas de pastas de fécula de mandioca em função do teor de farinha de cará-de-rama com matéria-prima em estágio I de brotamento.

Farinha	E/S	Viscosidade máxima	Redução Máxima	Redução percentual
0	-	670	0	0
0,28	0,05	355	305	46,2%
0,56	0,10	310	350	53,0%
1,11	0,20	290	370	56,1%
1,67	0,30	270	390	59,1%
1,78	0,35	250	410	62,1%

Obs.: A concentração de substrato, [S] é igual a 5,5g de fécula por 100g de água.

Ao serem utilizadas as diferentes farinhas como fonte de atividade amilolítica sob condições consideradas ótimas (pH 6 e razão enzima: substrato de 0,05 ou seja, 5%) o comportamento viscográfico das pastas de fécula de mandioca sofreu substancial modificação, tanto no que diz respeito aos parâmetros de temperatura quanto de viscosidade. Os dados elaborados e mostrados anteriormente indicam que sob essas condições a redução atingida foi de 62,1% para a farinha da matéria-prima em estágio mais adiantado de brotamento e de 32,8% para a farinha convencional. Não obstante as vantagens demonstradas do uso da farinha de matéria-prima com brotamento, deve ser enfatizado que a farinha convencional apresenta um padrão de qualidade mais fácil de ser atingido.

4. Conclusões

A farinha de amostras de cará-de-rama produzidas na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná foi caracterizada quanto à composição centesimal no que diz respeito aos teores de amido (78,13g/100g), de proteína bruta (7,31g/100g), cinzas (3,13g/100g), fibra bruta (2,53g/100g) e extrato etéreo (0,30g/100g) em base seca. Existe atividade amilolítica residual suficiente para reduzir substancialmente a viscosidade de pastas de fécula de mandioca. Ao ser utilizado o sistema convencional

PUBLICATIO UEPG - Exact and Soil Sciences, Agrarian S. and Engineering, 8 (1): 51- 63, 2002.

de aquecimento gradativo do sistema contendo fécula de mandioca, de 30 a 90°C, houve maior diminuição de viscosidade em pH 6 quando o teor relativo de farinha de cará-de-rama : fécula de mandioca foi de 10%. O brotamento exerceu um efeito positivo no aumento da capacidade de redução da viscosidade de pastas de fécula de mandioca.

Agradecimentos

Os autores expressam seus agradecimentos à UEPG - Ponta Grossa, à Unesp - Botucatu, e à UFMS - Dourados, pelo apoio institucional e ao CNPq, pelas bolsas de estudos concedidas, e ao Dr. Ivo Mottin Demiate, pela revisão crítica da proposta de publicação.

Recebido para publicação em 13/05/02.

Aceito para publicação em 01/08/02.

ABSTRACT

Samples of *cará-de-rama* harvested in Londrina PR were used as raw material for flour processing and it was established that the product contains starch (78,13g/100g), crude protein (7,31g/100g), ash (3,13g/100g), crude fiber (2,53g/100g) and lipids (0,30g/100g), calculated on a dry basis. The authors used viscographic methods and found that there is a residual amylase activity in cará-de-rama flour that is able to reduce the maximum viscosity of cassava starch paste as well as to modify features such as pasting temperature and maximum viscosity temperature. They also studied the influence of pH in the enzymatic activity concerning modifications in rheological properties as well as in the process of enzyme extraction, in a range from pH 5 to pH 8, with an optimum pH around 6. The level of cará-de-rama flour used as an enzyme source, studied up to 35% in relation to substrate, and considered as optimum, was 10%. The budding process of "cará-de-rama" samples showed positive influence in residual amylase activity, although it was hard to achieve a proper standard of quality with raw material. The results showed that it is possible to utilize this agricultural product as an alternative agent to liquefy starches, which is an important and necessary step in industrial fermentation.

Key words: *Cará-de-rama*; diastatic activity; *Dioscorea bulbifera*; α -Amilase

Endereço: wosiacki@uol.com.br

REFERÊNCIAS

- 1 ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Methods of analysis. 10 ed. AOAC: Washington, 1965.
- 2 AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved Methods. AACCC: Minnessotta, 1975.
- 3 CEREDA, M. P. Determinação da viscosidade em fécula fermentada de mandioca (polvilho azedo). **Bol. SBCTA**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 15-25, 1983.
- 4 FREITAS, A. A. Novo produto de exportação - Cará. **A Granja**, Porto Alegre, v. 39, n. 437, p. 98-100, 1983.
- 5 GIACOMETTO, A. P.; WOSIACKI, G.; CEREDA, M. P. A farinha de cará-de-rama (*Dioscorea bulbifera*). I - Produção e composição química. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 29, n. 4, p. 651-660, 1986.
- 6 GIACOMETTO, A. P.; WOSIACKI, G.; CEREDA, M. P. A farinha de cará-de-rama (*Dioscorea bulbifera*). II - Propriedades dos grânulos de amido. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 30, n. 2, p. 317-325, 1987.
- 7 GIACOMETTO, A. P.; WOSIACKI, G.; CEREDA, M. P. A farinha de cará-de-rama (*Dioscorea bulbifera*). III - Propriedades reológicas das pastas de amido. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 30, n. 3, p. 463-479, 1987.
- 8 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Cereais e amiláceos. In: **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 2 ed. IAL: São Paulo, 1976. V. 1, p. 14-62.
- 9 KIBUUKA, G. K.; COELHO, D. T.; TELES, F. F. F.; MAZARI, M. R.; FERREIRA, F. A. Isolamento, caracterização físico-química e perspectivas tecnológicas do amido de cará-de-rama (*Dioscorea bulbifera opsofiton*). **Bol.SBCTA**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 255-266, 1983.