

# VISCOSIDADE DA FÉCULA DE VARIEDADES DE, MANDIOCA (1)

II - CURVAS VISCOSIMÉTRICAS DAS VARIEDADES BRANCA DE SANTA CATARINA  
BRAVA DE ITU E CAFELHA, DETERMINADAS EM AMOSTRAS PREPARADAS EM  
LABORATÓRIO

JOSÉ ARLINDO DE CAMARGO PACHECO

*Engenheiro agrônomo, Secção de Tecnologia Agrícola, Instituto Agrônômico  
de Campinas (2)*

## 1 - INTRODUÇÃO

Os vários aspectos do estudo da viscosidade são de interêsse para a avaliação da qualidade do amido, por fornecerem dados que indicam, prèviamente, qual será seu comportamento quando utilizado no apresto de tecidos, no preparo de colas ou na indústria do papel, servindo ainda como precioso auxiliar na solução de variados problemas técnicos.

Durante a extração do amido diversos fatores podem modificar a viscosidade, como o pH da água, o tipo de decantação, o processo de secagem, etc. Tais fatores devem ser controlados para obtenção de um produto de alta qualidade, e também para que haja uniformidade entre os lotes. Há, além dêsses, outros fatores dos quais a viscosidade depende, como o clima, o tipo de solo, etc., que são de mais difícil contrôle.

Na literatura encontram-se referências sôbre a influência da variedade da planta sôbre a viscosidade, porém dizem respeito a trigo, milho, etc. Essas espécies constituem, em diversos países, fontes industriais de amido.

Em trabalho anterior (2), foram feitas observações preliminares sôbre a viscosidade de algumas variedades de mandioca (*Manihot utilisima* Pohl), planta que em algumas regiões do Brasil assume importância como produtora de fécula. Foram estudadas nessa ocasião (2) quatro variedades, concluindo-se que apresentaram variação quanto à viscosidade. Resolveu-se, neste trabalho, realizar novamente um estudo viscosimétrico comparativo de três das variedades de mandioca atualmente aconselhadas para a indústria, visando determinar, qualitativa e quantitativamente, as diferenças de viscosidade devidas à variedade, controlando-se, para isso, na medida do possível, todos os demais fatores.

Não se visou verificar pròpriamente qual variedade daria a melhor curva viscosimétrica, mas apenas constatar se apresentavam curvas viscosimétricas diferentes, uma vez que o amido extraído em laboratório, como no presente caso, pode dar resultados diferentes daqueles obtidos na indústria.

(1) O primeiro artigo da série foi publicado na "Revista de Agricultura" de Piracicaba (1).

(2) Desejamos deixar aqui nossos agradecimentos ao Eng.º Químico Flávio Cabral, da firma Geismar & Cia., a quem devemos a execução dos amilogramas, e ao Eng.º Agr.º Hermano V. Arruda, pela análise estatística dos dados obtidos.

## 2 - MATERIAL E MÉTODO

### 2.1 - VARIEDADE

Estudaram-se as variedades de mandioca *Brava de Itu*, *Branca de Santa Catarina* e *Cafelha*, que se destacaram quanto à produção de raízes, em ensaios de competição de variedades realizados pela Secção de Raízes e Tubérculos dêste Instituto (1). As raízes utilizadas foram obtidas de plantas da coleção de variedades, mantida pela Secção de Raízes e Tubérculos, em solo bastante uniforme do tipo terra roxa misturada, na Estação Experimental Central do Instituto Agrônômico de Campinas. Na ocasião da colheita, as plantas tinham 17 meses de idade.

### 2.2 - PREPARO DAS AMOSTRAS

De cada uma das três variedades foram coletados, aproximadamente, 50 quilogramas de raízes, dos quais, ao acaso, foram separados três grupos, com mais ou menos 5 quilogramas cada um. Cada grupo constituiu uma repetição.

Para cada um dos 9 grupos, foi o seguinte o processo de obtenção da fécula, iniciado uma a duas horas após a colheita: as raízes foram lavadas para remoção da terra aderente, retirando-se a seguir a película suberosa. Ambas as operações foram executadas manualmente, para maior perfeição. As raízes foram depois raladas e a massa resultante foi posta em suspensão em água. Por meio de peneiras, separou-se o leite de fécula do bagaço e do "bagacilho". Procedeu-se, a seguir, a várias lavagens da fécula que, quando julgada suficientemente pura, foi separada por decantação. A secagem foi efetuada com ar quente, em estufa controlada para 45-50°C, após o que a fécula foi peneirada, sendo obtido um bom grau de finura. Tôdas as operações foram bem uniformizadas, procurando-se efetuá-las rapidamente para evitar fermentações.

### 2.3 - DETERMINAÇÃO DE VISCOSIDADE

As determinações de viscosidade das nove amostras de fécula foram feitas em amilógrafo Brabender do laboratório da firma Geismar & Cia., em São Paulo.

O método usado é, em linhas gerais, o seguinte: 27 gramas de fécula, calculadas sobre a substância seca, são postas em suspensão em 450 cc de água destilada e colocadas no aparelho, onde a suspensão é automaticamente aquecida e agitada. A variação da resistência oferecida à agitação, pelo sistema amido-água, é medida e representada gráficamente de maneira automática. O aparelho regista o desenvolvimento da curva viscosimétrica durante um período de aquecimento de 25°C a 90°C e de um período posterior de resfriamento de 90°C a 65°C, sempre na razão de 1,5°C por minuto.

Na curva resultante (amilograma) foram observados os seguintes pontos:

a) **Início do desenvolvimento de viscosidade:** ponto da curva, no qual o amilograma começa a se elevar; isto se dá porque o intumescimento dos grânulos de amido, provocado pelo aquecimento, opõe certa resistência à agitação; é expresso em graus centígrados.

b) **Desenvolvimento de viscosidade:** é apreciado pelo segmento da curva compreendido entre o início do seu levantamento e a viscosidade máxima; é expresso em

minutos e em graus centígrados, significando, respectivamente, o tempo e o aumento de temperatura necessários para ser atingida a viscosidade máxima, a partir do ponto de início do desenvolvimento de viscosidade.

c) **Viscosidade máxima:** dada em unidades Brabender, é a maior viscosidade observada, ou seja, a maior resistência oposta à agitação; é o ponto mais alto do amilograma; deve-se verificar a temperatura em que este valor é atingido, a qual é denominada temperatura na viscosidade máxima.

d) **Viscosidade mínima:** é a menor viscosidade, em unidades Brabender, observada depois da viscosidade máxima; é o ponto mais baixo do amilograma após a passagem pelo cimo.

e) **Perda de viscosidade:** corresponde à diferença entre as viscosidades máxima e mínima, dada em percentagem, expressa sobre a viscosidade máxima; indica a intensidade da quebra de estrutura do sistema; a maior ou menor rapidez, com que se dá essa queda na viscosidade, deve ser notada e expressa em minutos.

f) **Manutenção da viscosidade:** mostra a resistência que oferecem os grânulos de amido ao rompimento provocado pelo calor e pela agitação e é medida pelo tempo, em minutos, durante o qual é mantida a viscosidade máxima.

### 3 - RESULTADOS OBTIDOS

Os amilogramas obtidos foram do tipo geral observado para fécula virgem, seca a ar quente, caracterizando-se por manutenção de viscosidade praticamente igual a zero, e elevada e rápida perda de viscosidade.

As diferenças de viscosidade entre variedades podem ser notadas de duas maneiras: a) pela observação e comparação das formas das curvas de viscosidade (fig. 1); b) pela análise dos dados numéricos referentes às características principais já citadas (quadro 1).

QUADRO 1.—Principais dados fornecidos pelos amilogramas das variedades de mandioca estudadas

Variedades	Repetições	Início do desenvolvimento da viscosidade	Desenvolvimento da viscosidade		Viscosidade máxima		Viscosidade mínima	Perda de viscosidade	
			Temperatura	Tempo	Temperatura	Unidades Brabender		Temperatura	Unidades Brabender
		°C	minutos	°C	U.B.	°C	U.B.	%	minutos
Branca de Ita	1. <sup>a</sup> -----	60,3	6,5	10,9	880	71,2	350	20	23,0
	2. <sup>a</sup> -----	61,0	8,0	12,0	840	73,0	480	43	19,0
	3. <sup>a</sup> -----	61,0	7,0	10,5	790	71,5	360	54	24,0
	Média..	60,8	7,2	11,8	837	72,0	397	52	23,7
Branca de Santa Catarina	1. <sup>a</sup> -----	60,3	5,0	9,0	930	69,3	430	54	18,5
	2. <sup>a</sup> -----	60,3	5,6	9,8	960	70,0	410	57	19,5
	3. <sup>a</sup> -----	59,5	6,0	9,8	920	69,3	440	52	19,0
	Média..	60,0	5,5	9,5	937	69,5	427	54	19,0
Cafelha	1. <sup>a</sup> -----	59,8	11,0	16,3	870	76,0	470	46	15,0
	2. <sup>a</sup> -----	60,3	11,0	15,8	870	76,0	470	46	15,0
	3. <sup>a</sup> -----	59,5	11,0	18,0	860	77,5	450	48	17,5
	Média..	59,8	11,0	16,7	867	76,5	463	47	15,8

Com relação à forma das curvas, verifica-se o seguinte, pela análise da figura 1:

a) Até o nível de 500 unidades Brabender, que corresponde a mais ou menos 25 minutos de aquecimento, o desenvolvimento de viscosidade é praticamente idêntico nas três variedades. As diferenças se tornam sensíveis dêsse ponto em diante.

b) Logo após atingir o nível de 600 unidades Brabender, as três amostras da variedade Cafelha (fig. 1-C) mostram um segmento retilíneo que se prolonga até quase o ponto de viscosidade máxima. O mesmo se nota para duas amostras da variedade Brava de Itu (fig. 1-B), que mostram segmentos retos logo depois de atingir 700 unidades Brabender de viscosidade. A amostra restante da Brava de Itu e as três amostras de Branca de Santa Catarina (fig. 1-A) mostram, entretanto, nessa zona, um desenvolvimento convexo. Os segmentos retos apresentados indicam, provavelmente, que houve rompimento de um número apreciável dos grânulos de amido, compensando o intumescimento de outros em menor número, e causando um aumento menos acentuado de viscosidade. O desenvolvimento convexo mostra, provavelmente, que o rompimento afetou um número menor de grânulos e, assim, o aumento de viscosidade foi mais intenso. Em outras palavras, nas variedades Cafelha (três amostras) e Brava de Itu (duas amostras) a partir de, respectivamente, 600 e 700 unidades Brabender e até o ponto de viscosidade máxima, o rompimento de grânulos foi mais acentuado que o intumescimento; na variedade Branca de Santa Catarina e na amostra restante da Brava de Itu o rompimento foi superado pelo intumescimento.

c) Em relação ao início de desenvolvimento, o cimo da curva da Cafelha situa-se mais à direita do que o da Brava de Itu, e êste mais do que o da Branca de Santa Catarina. Isso mostra que houve diferença nos espaços de tempo e nas faixas de temperatura necessários para atingir a viscosidade máxima (fig. 1-D).

d) Embora os amilogramas não mostrem manutenção pròpriamente dita de viscosidade, esta se mantém nas proximidades da máxima por tempos diferentes conforme a variedade. Êsse fato pode ser verificado da seguinte forma: do ponto de viscosidade máxima baixa-se uma linha vertical cujo comprimento seja, por exemplo, de 10 unidades Brabender. Pela extremidade inferior dessa linha, passa-se uma linha horizontal, que será prolongada à esquerda e à direita de maneira que corte os ramos ascendente e descendente da curva. Vê-se que os setores interceptados têm dimensões diferentes. O maior setor é o da Brava de Itu, o menor o da Cafelha, sendo o da Branca de Santa Catarina intermediário. Essa variação mostra diferença na transição intumescimento-rompimento dos grânulos. Quanto menor o setor, mais brusca a transição, nessa faixa.

e) Os amilogramas da Branca de Santa Catarina e da Cafelha mostram, depois de atingir a viscosidade mínima, um novo levantamento de viscosidade. No caso da Brava de Itu, nota-se, porém, em duas das amostras, uma certa estabilização da viscosidade, isto é, o amilograma não se levanta mais, permanecendo horizontal.

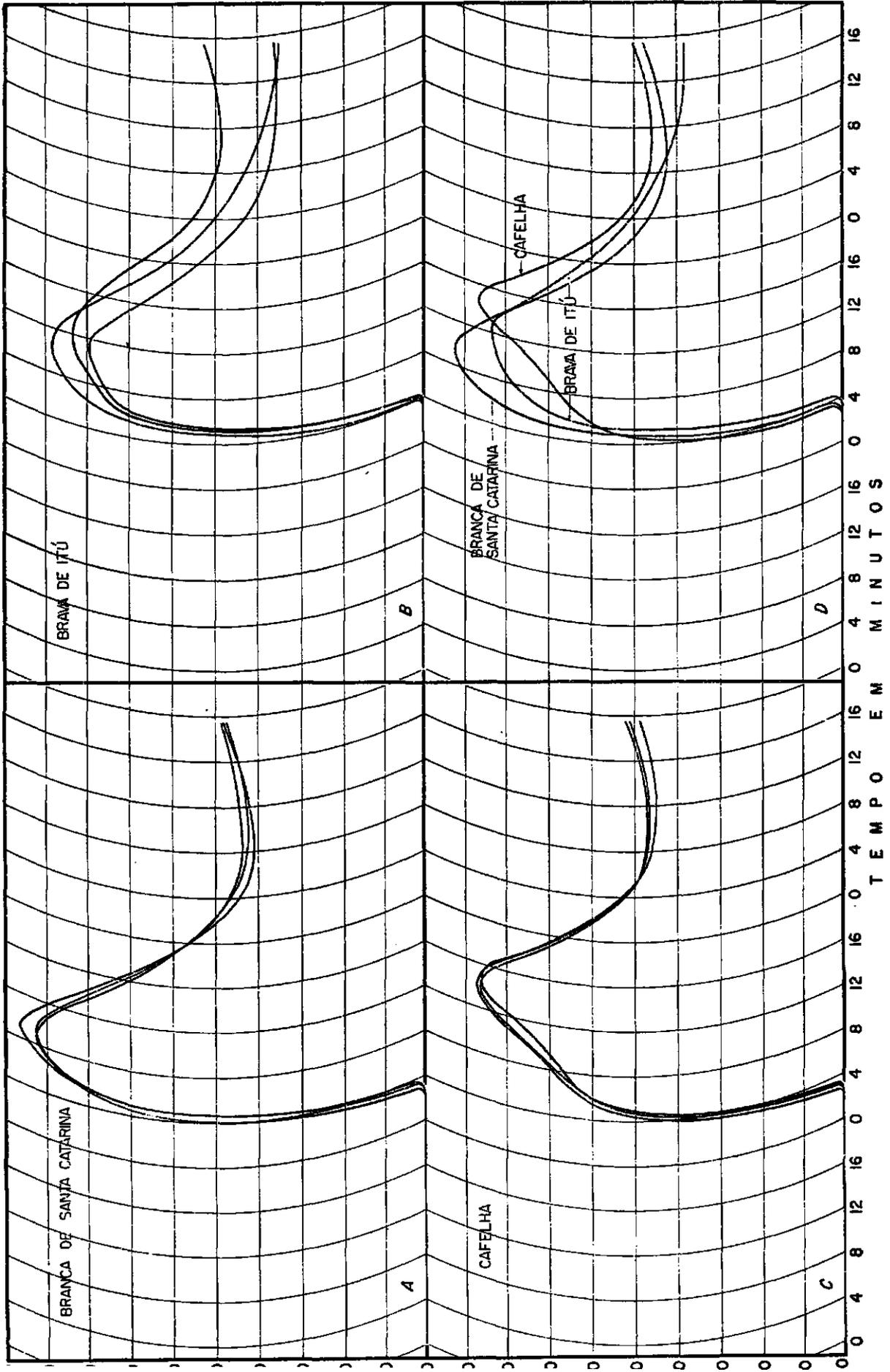


FIG. 1.—A, B e C — Curvas de viscosidade de féculas de três variedades de mandioca, determinadas em amilógrafo Brabender; D — curvas médias de cada variedade.

f) Entre os amilogramas da mesma variedade notam-se algumas diferenças, principalmente no caso da Brava de Itu. Isso se deve, provavelmente, ao fato de não ser possível uma uniformização perfeita das operações e também a diferenças incontrolláveis, inerentes às raízes. A maior ou menor variação dentro da variedade talvez seja uma característica de distinção.

A análise estatística dos dados numéricos obtidos deu os seguintes resultados, que comprovam as conclusões mencionadas:

a) As variações no **início do desenvolvimento da viscosidade** não foram significativas.

b) As diferenças no **desenvolvimento de viscosidade** foram significativas, tanto em relação ao **tempo** como ao **aumento de temperatura**. A **viscosidade máxima** foi atingida mais rapidamente e com menor calor pela Branca de Santa Catarina, vindo em seguida a Brava de Itu e, finalmente, a Cafelha, que atingiu a viscosidade máxima mais lentamente, exigindo também maior temperatura.

c) Em relação à **viscosidade máxima**, as variedades Brava de Itu e Cafelha não diferiram estatisticamente entre si. A viscosidade máxima da Branca de Santa Catarina foi, porém, estatisticamente superior à das outras duas.

d) As diferenças de **temperatura na viscosidade máxima** foram significativas para as três variedades. A Cafelha mostrou a temperatura mais alta e a Branca de Santa Catarina a mais baixa, sendo a da Brava de Itu intermediária.

e) As **viscosidades mínimas** foram equivalentes, não sendo significativas as diferenças encontradas.

f) As **perdas de viscosidade** foram estatisticamente idênticas para as três variedades; entretanto, com relação à **rapidez de perda**, a variedade Cafelha diferiu significativamente das demais, mostrando queda bem mais rápida.

Esses fatos, que não podem ainda ser suficientemente explicados, são talvez devidos à **proporção grânulos grandes—grânulos pequenos** existente em cada variedade. De fato, sendo os outros fatores iguais, o comportamento físico do grânulo depende, em última análise, da relação amilose-amilopectina. Parece que essa relação varia com o tamanho do grânulo (3). Dessa forma, amostras de diferentes relações grânulos grandes—grânulos pequenos, teriam comportamentos físicos diferentes. Não há, entretanto, como já se disse, nada de positivo sobre o assunto.

#### 4 - RESUMO E CONCLUSÕES

Foram estudadas comparativamente três variedades de mandioca, no que se refere à viscosidade da fécula. Tendo-se em vista o valor agrícola, foram escolhidas as seguintes: Brava de Itu, Branca de Santa Catarina e Cafelha.

De cada uma delas, foram preparadas três amostras de fécula, das quais se determinou a curva de viscosidade em amilógrafo Brabender. Os dados obtidos permitem tirar as seguintes conclusões:

a) As três variedades apresentaram curvas viscosimétricas diferentes, na forma e nos valores.

b) As diferenças, que devem ser atribuídas ao fator variedade, foram notadas em quase todo o desenvolvimento da curva; todavia, em alguns pontos, essas diferenças não se mostraram significativas.

c) As variações verificadas, embora não muito grandes, devem ser tomadas em consideração, mesmo porque é possível que possam acentuar-se nas condições industriais, concorrendo, nas fábricas que utilizem indistintamente as três variedades, para conferir desuniformidade de viscosidade entre os lotes. De outro lado, tais diferenças podem ser aproveitadas no sentido de melhorar as características do produto.

### SUMMARY

Samples of three commercial varieties of cassava starch (*Manihot utilissima* Pohl) have been prepared in laboratory in order to find out if they differed in relation to viscosity. These varieties were *Branca de Santa Catarina*, *Brava de Itu* and *Cafelha*, considered to be very promising in relation to root yield.

Viscosity measurements were made in Brabender Amylograph Viscograph and the data obtained were submitted to statistical analysis. The results indicated that these cassava varieties differ substantially in their starch viscosity.

### LITERATURA CITADA

1. **Normanha, E. S. e A. S. Pereira.** Aspectos agrônômicos da cultura da mandioca. *Bragantia* **10**: 179-202. 1950.
2. **Pacheco, J. A. C.** Observações preliminares sobre a influência da variedade de mandioca na viscosidade do polvilho. *Revista de Agricultura (Piracicaba)* **25**: 335-366. 1950.
3. **Radley, J. A.** *Em Starch and its derivatives*, pág. 31, Chapman & Hall Ltda. London. 1940.