

IV. TECNOLOGIA DE FIBRAS PÓS-COLHEITA

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE CAULES DE QUATRO VARIEDADES DE MANDIOCA COMO FONTE DE FIBRAS CELULÓSICAS PARA PAPEL⁽¹⁾

ANISIO AZZINI^(2,4), ROSE MARRY ARAÚJO GONDIM-TOMAZ⁽²⁾,
ANTONIO ALBERTO COSTA⁽²⁾ e TERESA LOSADA VALLE⁽³⁾

RESUMO

No presente estudo, procedeu-se à caracterização tecnológica dos caules de quatro variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) - IAC 12.829, Branca de Santa Catarina, Roxinha ou Mico e Fibra - como fonte de fibras celulósicas para a produção de celulose e papel. Os resultados mostraram que os rendimentos em fibras celulósicas dos caules de mandioca variaram de 239,7 a 317,6 g/kg. As variedades Fibra e Branca de Santa Catarina, respectivamente, foram as que apresentaram o menor (18,2 g/kg) e o maior (35,0 g/kg) teor de fração medular. As frações lenhosas do caule forneceram fibras mais curtas (0,77 a 0,96 mm) que as liberianas (1,71 a 2,61 mm). As relações entre as dimensões das fibras indicaram valores adequados à produção de celulose e papel com boas características físico-mecânicas.

Termos de indexação: *Manihot esculenta* Crantz, rendimento em fibras celulósicas, dimensões de fibra.

ABSTRACT

TECHNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF FOUR MANIOC VARIETIES STEM TO PRODUCE CELLULOSIC FIBERS FOR PAPERMAKING

The technological characterization of stems of four manioc varieties (IAC 12.829, Branca de Santa Catarina, Roxinha or Mico and Fibra) were determined, in order to evaluate the cellulosic fibers as raw material for pulp and paper production. The results showed that the cellulosic fiber yields of the cassava stem varied from 239.7 to 317.6 g/kg. The 'Fibra' and 'Branca de Santa Catarina' varieties presented, respectively, the smallest (18.2 g/kg) and the highest (35.0 g/kg) medullary contents. The cassava stem woody portion supplied cellulosic fibers (0.77 to 0.96 mm) shorter than the fibers of the bast fraction (1.71 to 2.61 mm). The relation between fiber dimensions pointed out adequate values to produce pulp and paper with good physical and mechanical properties.

Index terms: cassava, *Manihot esculenta* Crantz, cellulosic fiber yields, fiber dimensions.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 6 de dezembro de 1995 e aceito em 29 de abril de 1996.

⁽²⁾ Seção de Tecnologia de Fibras, Instituto Agrônomo (IAC), Caixa Postal 28, 13001-970 Campinas (SP).

⁽³⁾ Seção de Raízes e Tubérculos, IAC.

⁽⁴⁾ Com bolsa de pesquisa do CNPq.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo da mandioca, visando à produção de raízes, tem sido uma das principais atividades agrícolas nas regiões tropicais e subtropicais do globo terrestre. Em nosso País, a importância de seu cultivo pode ser avaliada pela área da cultura (2 milhões de hectares), produção (cerca de 30 milhões de toneladas) e consumo "per capita" de raízes (70 kg/habitante/ano). Nos Estados da região Nordeste, este consumo se eleva para 150 kg/habitante/ano, conforme Lorenzi & Dias (1993). Além das raízes, utilizadas intensivamente como alimento, o cultivo da mandioca fornece grande quantidade de resíduos agrícolas na forma de folhas e caules ou ramas. No Estado de São Paulo, com uma produção anual de raízes de aproximadamente 500 mil toneladas, a disponibilidade de resíduos fibrosos provenientes dos caules é de cerca de 120 mil toneladas. Esse resíduo, após o novo plantio, permanece nas áreas de cultivo sem utilização econômica, principalmente, por falta de conhecimentos tecnológicos específicos.

No presente estudo, procedeu-se a uma caracterização tecnológica dos caules de quatro variedades industriais de mandioca, visando à produção de fibras celulósicas para papel.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas quatro variedades industriais de mandioca - IAC 12.829, Branca de Santa Catarina, Roxinha ou Mico e Fibra - provenientes de experimentos da Seção de Raízes e Tubérculos, no Centro Experimental de Campinas (IAC). Com exceção da variedade desenvolvida no Instituto Agrônômico (IAC 12.829), as demais são introduções, caracterizadas pelas seguintes numerações: SRT 59 (Branca de Santa Catarina); SRT 1105 (Roxinha, Mico ou Chuamba) e SRT 1287 (Fibra).

Para cada variedade, foram colhidos dez caules, retirando-se da região mediana de cada caule uma amostra de 25 cm de comprimento. A seguir, essa amostra foi dividida em cinco partes iguais, com 5 cm de comprimento, e utilizadas nas seguintes determinações tecnológicas:

2.1 Matéria seca, densidade básica e teores de líber e lenho

Os teores de matéria seca, lenho, líber e densidade básica foram determinados nos caules, conforme método empregado por Azzini et al. (1993).

2.2 Fração medular

Os teores de medula nas amostras dos caules foram determinados pela relação entre a massa de medula e a massa inicial da amostra do caule, ambas secas em estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$.

2.3 Rendimento em celulose

A celulose - ou fibras celulósicas - foi obtida a partir das frações lenhosas e liberianas dos caules de mandioca, após maceração das amostras em solução ácida altamente oxidante composta de ácido acético glacial (50%), água oxigenada a 29,3% (40%) e água destilada (10%). Antecedendo esse tratamento químico, as amostras foram subdivididas longitudinalmente e hidratadas em água a 70°C durante 30 minutos. O tratamento ácido, para obtenção da celulose, foi efetuado na mesma temperatura de hidratação (70°C) até completa deslignificação das amostras. Estas, a seguir, foram lavadas em água corrente e neutralizadas com solução de bicarbonato de sódio, lavadas novamente e secas em estufa (60°C).

Os rendimentos em fibras celulósicas, tanto no lenho como no líber, foram calculados levando-se em consideração a massa seca em estufa a 60°C das fibras celulósicas, a massa úmida do caule e o teor de matéria seca do caule. Os rendimentos em fibras celulósicas no caule integral foram calculados indiretamente pelos teores de líber e lenho e seus respectivos rendimentos de conversão em fibras celulósicas.

2.4 Dimensões das fibras celulósicas

As fibras celulósicas do lenho e do líber obtidas foram dimensionadas quanto ao comprimento, espessura da parede celular e diâmetro do lume, em microscópio provido de ocular com filamento móvel.

Para cada variedade, foram medidas 50 fibras para o comprimento e igual quantidade para as demais dimensões transversais. A largura das fibras foi determinada indiretamente, somando-se o diâmetro do lume mais duas vezes o valor da espessura da parede celular.

Além das dimensões fundamentais, calcularam-se as seguintes relações entre essas dimensões: índice de enfeltramento, coeficiente de flexibilidade, fração parede e índice de Runkel.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para matéria seca, lenho, líber, medula e densidade básica, encontram-se no quadro 1. Essas determinações variaram significativamente, evidenciando que os caules de mandioca apresentam características tecnológicas diferenciadas, principalmente com relação aos teores de líber e lenho. A variedade Fibra apresentou a maior quantidade de fração lenhosa (854,3 g/kg) e o menor teor de líber (145,7 g/kg).

A densidade básica dos caules variou de 0,272 a 0,354 g/cm³, respectivamente, para as variedades Branca de Santa Catarina e Fibra. Esses valores são relativamente baixos quando comparados com os observados nas matérias-primas normalmente empre-

gadas na produção de celulose e papel (0,450 a 0,650 g/cm³). Para as espécies arbóreas, a menor densidade está relacionada com o maior custo de exploração por tonelada de madeira e maior consumo volumétrico de material fibroso por tonelada de fibras celulósicas produzida (Machado et al., 1987).

O principal fator negativo dos caules de mandioca na produção de fibras celulósicas para papel é a presença da fração medular em elevados níveis de 18,2 a 35,0 g/kg. Essa fração, não sendo fibrosa, contribui para baixar o rendimento de conversão em celulose e elevar o consumo dos reagentes químicos de deslignificação.

Os rendimentos em fibras celulósicas obtidos a partir do lenho (275,2 a 362,6 g/kg), do líber (31,3 a 57,5 g/kg) e do caule integral (239,7 a 317,6 g/kg), variaram significativamente - Quadro 2. Os menores rendimentos de conversão em fibras celulósicas foram obtidos com a 'Fibra. Estes resultados indicam que seus caules, principalmente sua fração lenhosa, são mais ricos em compostos não fibrosos na forma de extrativos, eliminados durante a deslignificação.

Os níveis de rendimentos obtidos, principalmente os do caule integral, são relativamente baixos quando comparados com os das espécies arbóreas (500 g/kg) e se aproximam de *Bambusa vulgaris*, conforme Gomide et al. (1988).

Quadro 1. Matéria seca, densidade básica e teores de lenho, líber e medula em caules de quatro variedades de mandioca (¹)

Variedade	Matéria seca	Densidade básica	g/kg		
			Lenho	Líber	Medula
Fibra	327,2 a	0,354 a	854,3 a	145,7 b	18,2 b
Roxinha	305,8 ab	0,296 b	817,4 b	182,6 a	25,2 ab
IAC 12.829	288,3 ab	0,323 ab	794,8 b	205,2 a	26,0 ab
Branca de Santa Catarina	279,0 b	0,272 b	801,0 b	201,7 a	35,0 a
Teste F	3,98*	5,40**	16,33**	14,36**	4,55**
Teste de Tukey	40,5*	0,06*	25,2**	27,4*	12,3*
C.V. (%)	11,2	15,3	2,6	12,4	39,0

(¹) Médias de dez repetições. * significativo a 5%. ** significativo a 1%.

As dimensões das fibras celulósicas provenientes do lenho e do líber, bem como as principais relações entre essas dimensões, aparecem, respectivamente, nos quadros 3 e 4. As frações liberianas e lenhosas dos caules de mandioca apresentaram características

Quadro 2. Rendimentos em fibras celulósicas obtidas no lenho, no líber e no caule de quatro variedades de mandioca (¹)

Variedade	Rendimento em fibras celulósicas		
	Lenho	Líber	Caule
	g/kg		
IAC 12.829	362,6 a	54,4 a	317,6
Branca de Santa Catarina	328,4 ab	57,5 a	274,7
Roxinha	321,1 ab	55,9 a	272,6
Fibra	275,2 b	31,3 b	239,7
Teste F	3,38*	23,53**	--
DMS	74,4	9,7	--
C.V. (%)	19,2	16,2	--

(¹) Médias de dez repetições.

dimensionais diferenciadas quanto ao comprimento, espessura da parede celular e diâmetro do lume. As fibras mais longas do lenho (0,96 mm) e do líber (2,61 mm) foram obtidas, respectivamente, nas variedades Branca de Santa Catarina e Roxinha. Os caules de mandioca, à semelhança de outras espécies liberianas não arbóreas, fornecem fibras curtas, provenientes do lenho e, longas, do líber. As fibras celulósicas liberianas dos caules de mandioca ocupam posição intermediária entre as fibras do eucalipto (1,0 mm) e do *Pinus* (3,5 mm), classificadas, respectivamente, como fibras curtas e longas. Para a espessura da parede celular, o valor mais elevado (6,63 µm) foi observado nas fibras liberianas da 'IAC 12.829'.

As relações entre as dimensões das fibras (Quadro 4) indicam valores adequados à produção de celulose e papel com boas características físico-mecânicas. Os valores obtidos para o índice de enfiamento (30,2 a 95,7), coeficiente de flexibilidade (46,9 a 69,9%), fração parede (30,1 a 53,1%) e índice de Runkel (0,43 a 1,13) aproximam-se dos obtidos para o *Eucalyptus grandis* (58,3, 57,5%, 45,2% e 0,74), nossa principal matéria-prima celulósica, conforme Machado et al. (1987).

Quadro 3. Dimensões em fibras celulósicas do lenho e do líber em caules de quatro variedades de mandioca (¹)

Variedade	Comprimento		Parede celular		Lúmen		Largura	
	Lenho	Líber	Lenho	Líber	Lenho	Líber	Lenho	Líber
	mm				µm			
IAC 12.829	0,84 b	1,71c	4,04 ab	6,63 a	16,14 a	11,71 b	24,22	24,97
Branca de Santa Catarina	0,96 a	2,12 b	4,43 a	4,32 b	17,28 a	16,91 a	26,14	25,55
Roxinha	0,78 b	2,61 a	3,53 b	5,07 b	15,76 a	17,14 a	22,82	27,28
Fibra	0,77 b	1,97 bc	3,84 ab	4,63 b	17,81 a	16,78 a	25,49	26,04
Teste F	34,30**	32,64**	4,42**	24,21**	2,52 ns	15,88**	-	-
DMS	0,06	0,29	0,79	0,92	-	2,90	-	-
C.V. (%)	12,6	22,1	32,0	28,6	25,5	29,7	-	-

(¹) Médias de cinquenta determinações.

Quadro 4. Relações entre as dimensões das fibras celulósicas lenhosas (lenho) e liberianas (líber) obtidas nos caules de quatro variedades de mandioca

Variedade	Índice de enfiamento		Coeficiente de flexibilidade		Fração parede		Índice de Runkel	
	Lenho	Líber	Lenho	Líber	Lenho	Líber	Lenho	Líber
	n.º		%					
IAC 12.829	34,68	68,48	66,64	46,90	33,36	53,10	0,50	1,13
Branca de Santa Catarina	36,73	82,97	66,11	66,18	33,89	33,82	0,51	0,51
Roxinha	34,18	95,67	69,06	62,83	30,94	37,17	0,45	0,59
Fibra	30,21	75,65	69,87	64,44	30,13	33,56	0,43	0,55

4. CONCLUSÕES

Os resultados quanto às dimensões das fibras e as relações entre essas dimensões indicaram valores adequados à produção de papel com boas propriedades físico-mecânicas. O elevado teor de tecido medular de natureza não fibrosa é o principal fator que dificulta essa utilização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZZINI, A.; SALGADO, A.L.B.; BENATTI JUNIOR, R. & COSTA, A.A. Caracterização tecnológica de espécies liberianas para o estabelecimento de métodos de análise quantitativa de fibras. *Bragantia*, Campinas, 52(1):27-32, 1993.
- GOMIDE, J.L.; VIVONE, R.R. & GALA, P.M. Bambu: uma alternativa para o deficit de fibra longa no Brasil. In: CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, 21., São Paulo, 1988. *Anais*. São Paulo, ABCP. p.1-16, 1988.
- LORENZI, J.O. & DIAS, C.A.C. *Cultura da mandioca*. Campinas, Instituto Agrônômico, 1993. 41p. (Boletim técnico, 211)
- MACHADO, F.J.J.; GOMIDE, J.L.; CAMPOS, W.O. & CAPITANI, L.R. Estudo comparativo das madeiras de *Eucalyptus torelliana* e *E. grandis* para produção de polpa Kraft. *O Papel*, São Paulo, 48:56-60, 1987.