

# BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônômico do Estado de S. Paulo

Vol. 30

Campinas, fevereiro de 1971

N.º 3

## RESULTADOS PRELIMINARES SÔBRE O ESTUDO DO QUENAFE COMO MATÉRIA-PRIMA PARA PAPEL (1)

DIRCEU CIARAMELLO e ANÍSIO AZZINI, *engenheiros-agrônomo*s, Seção de Plantas Fibrosas, Instituto Agrônômico

### SINOPSE

Variedades de quenafe, plantadas em diferentes espaçamentos, foram estudadas em ensaio instalado em 1968 no Centro Experimental de Campinas, do Instituto Agrônômico, visando à produção de matéria-prima para celulose e papel. Produções da ordem de 29,4 t/ha de massa verde renderam 6,7 t/ha de caules secos, que foram estudados, sob diversos processos de cozimento, na produção de pasta para papel.

Os processos sulfato e sulfito neutro de sódio revelaram-se apropriados para a obtenção de pasta celulósica de quenafe, dando papéis com boas características físico-mecânicas.

### 1 — INTRODUÇÃO

Existem mais de 200 espécies de plantas do gênero *Hibiscus* vegetando espontaneamente, ou em cultivo, nas regiões tropicais e sub-tropicais do globo. Dessas, o quenafe (*Hibiscus cannabinus* Lin.) sobressai como uma das principais produtoras de fibras liberianas, em cujo aspecto se compara à juta.

Além da Índia e Paquistão, onde é cultivado em grandes áreas, o quenafe tem sido objeto de estudos e cultivo em diversos países, como Cuba, Salvador, Estados Unidos, Senegal, Nigéria e outros.

---

(1) Trabalho apresentado na II Convenção Nacional da Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel, São Paulo, Novembro de 1969. Recebido para publicação em 9 de abril de 1970.

Planta de rápido crescimento, pode em apenas 3 a 4 meses após o plantio apresentar alturas superiores a 3 m e elevada produção de massa verde por unidade de superfície. Usualmente são aproveitadas apenas as fibras liberianas, para as indústrias de fiação e tecelagem, representando essa porção tão somente 20% do peso seco das plantas.

Estudos visando o aproveitamento integral das plantas têm sido conduzidos principalmente na Flórida, objetivando inclusive o aproveitamento das folhas para alimentação animal.

O interesse sobre o quenafe como matéria-prima para papel foi despertado nos últimos anos por técnicos e estudiosos no assunto, os quais, face ao sempre crescente consumo de papel, têm procurado no estudo de espécies vegetais de rápido crescimento encontrar a solução para a escassez de matéria-prima, que um dia poderá advir para essa indústria.

No Brasil tem havido algumas tentativas de implantação da cultura, porém sempre visando o emprêgo de suas fibras liberianas para fiação. Embora grande parte do território nacional apresente condições propícias à cultura, razões mais de ordem econômica do que técnica têm dificultado sua implantação como atividade agrícola econômica, para tal finalidade. O presente trabalho relata dados obtidos em experimento de campo e de laboratório, no estudo do quenafe como fonte de celulose para as indústrias de papel.

## 2 — MATERIAL E MÉTODOS

Duas variedades de quenafe — Cuba 108 e Cuba 105 — provenientes dos Estados Unidos, e mais duas introduções — Cuba 108 e Formosa — efetuadas através de Formosa, depois de mantidas em coleção por alguns anos, foram plantadas em três diferentes espaçamentos, no Centro Experimental de Campinas. O plantio foi efetuado no início de novembro de 1968, semeando-se na base de 0,5 g de sementes por metro linear de sulco, no espaçamento de 30, 40 ou 50 cm entre as linhas. Procedeu-se à colheita dos caules em abril de 1969, época em que já se iniciava o desenvolvimento dos frutos. As plantas apresentavam altura média de 2,80 m, demonstrando pela queda prematura das folhas o efeito da estiagem excessiva ocorrida nesse ano agrícola. Verificou-se ataque intenso de nematóides, afetando igualmente todas as parcelas do ensaio.

Após a colheita tomaram-se amostras de caules, para estudos de laboratório, ficando o restante no campo, em feixes, para que se completasse a secagem, de modo a possibilitar a determinação do rendimento sêco ao ar.

As amostras de caules provenientes dos ensaios de campo foram estudadas em laboratório quanto à densidade, micrometria de fibras e produção de pasta celulósica pelos processos sulfato e sulfito neutro de sódio.

*Densidade básica* — Um feixe de caules tomados ao acaso foi subdividido em corpos de prova, com 20 cm de comprimento, tomados desde a base até a extremidade superior. Esses corpos de prova, num total de 94, foram imersos em água e, após completa saturação, tiveram seus volumes medidos individualmente. Depois de mantidos em estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  até peso constante, tiveram seus pesos determinados, e a densidade básica foi calculada pela seguinte fórmula:

$$D = \frac{\text{Pêso sêco}}{\text{Volume saturado}}$$

*Dimensões das fibras* — Amostras dos tecidos lenhoso e libe-riano foram tomadas separadamente, postas a macerar por 4 dias ou mais, até que se tornassem perfeitamente amolecidas, em uma mistura constituída de 1 (uma) parte de água oxigenada a 100 v., 4 partes de ácido acético glacial e 5 partes de água destilada. Com o material macerado prepararam-se lâminas para a medição das dimensões das fibras ao microscópio. Efetuaram-se as medições de comprimento, largura, espessura das paredes e lúmen para 50 fibras de cada amostra.

*Cozimentos* — Cavacos de quenafe, compreendendo casca e lenho, indistintamente, foram submetidos a cocção pelos processos sulfato e sulfito neutro de sódio. Em todos os cozimentos utilizou-se uma autoclave de laboratório, cilíndrica, com 20 litros de capacidade, revestida internamente de aço inoxidável, aquecida eletricamente e girando a duas voltas por minuto.

*Processo sulfito neutro de sódio* — Três cozimentos foram executados por este processo. Como o quenafe é material bastante leve tornou-se necessário o emprêgo de quantidade elevada de lixívia em relação ao pêso sêco dos cavacos. Dêsse modo a

concentração do reagente ativo no licor de cozimento foi baixa, atingindo o máximo de 3,33%, como  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ . Os cozimentos foram efetuados em temperatura de 160°C a 170°C, por 1 h e 30 min a 2 h.

*Processo sulfato* — Em três cozimentos efetuados com este processo empregou-se de 15% a 18% de álcali ativo, calculado como  $\text{Na}_2\text{O}$ , em relação ao peso absolutamente seco dos cavacos, e temperatura de 170°C por 1 h e 30 min a 2 h.

*Determinação das características físico-mecânicas do papel* — As pastas celulósicas obtidas com o quenafe mostraram-se facilmente hidratáveis, atingindo suas melhores características mecânicas em apenas alguns minutos de refinagem. Essa operação foi executada em moinho centrífugo Jokkro, usando-se o equivalente a 16 gramas de pasta absolutamente seca, com 6% de consistência. Cada intervalo de refinação foi de 2 minutos e 30 segundos. Com a pasta refinada preparou-se uma suspensão, da qual foram tiradas amostras para a determinação do grau de moagem, segundo Schopper Riegler, bem como para o preparo das folhas de prova, em que se empregou um formador de folhas do tipo "Rapid Koethen".

As folhas de prova, após condicionadas a 65%  $\pm$  2% de umidade relativa e 21°  $\pm$  2°C, foram submetidas aos testes físico-mecânicos, conforme as normas ABCP (2) e Tappi (6).

### 3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 1 são apresentadas as produções médias dos diversos tratamentos, em toneladas de massa verde por hectare. A análise estatística dos dados revelou não haver diferenças significativas, quer entre variedades, quer para espaçamento. A produção média foi de 29,4 t/ha de massa verde. Havendo ainda certa quantidade de folhas e teor bastante elevado de umidade por caule, no momento da colheita, após secagem ao ar, verificou-se um conteúdo médio de apenas 22% de matéria seca, o que vem acusar produção de 6,47 t/ha de caules secos ao ar.

*Densidade básica* — A densidade básica média para 90 corpos de prova foi de apenas 0,13 g/cm<sup>3</sup>. É apenas baixa, se comparada à de matérias-primas comumente empregadas pela indústria de celulose e papel (3), tais como:

ESPÉCIES	Densidade básica
<i>Eucalyptus saligna</i> .....	0,50
<i>Eucalyptus alba</i> .....	0,60
<i>Pinus elliottii</i> .....	0,40
<i>Pinus oocarpa</i> .....	0,45
Bambu ( <i>Bambusa vulgaris</i> ) .....	0,70
Quiri ( <i>Paulownia tomentosa</i> ) .....	0,25

*Dimensões das fibras* — As fibras da parte lenhosa da planta apresentaram, em média, 0,84 mm de comprimento, 28,2  $\mu$  de largura, 19,8  $\mu$  de diâmetro de lúmen e 4,2  $\mu$  de espessura de parede. Comparativamente a um *Eucalyptus saligna*, de 7 anos (3), essas fibras são 30% mais curtas, têm mais do dobro em diâmetro do lúmen e paredes um pouco mais finas.

Com 2,92 mm de comprimento, em média, as fibras liberianas do quenafe equivalem-se às de *Pinus elliottii*, com 8 anos (4). São mais estreitas, com 19,6  $\mu$  de largura. A espessura média das paredes é de 5,9  $\mu$ , e o diâmetro do lúmen 7,7  $\mu$ , constatando-se estreitamentos ao longo do comprimento da fibra.

Representando aproximadamente 20% do pêso sêco dos caules, as fibras liberianas contribuem com porcentagem mais elevada no total da celulose produzida, uma vez que durante os processos de cozimento e lavagem as perdas serão mais acentuadas no restante da planta.

QUADRO 1. — Produção de massa verde, em t/ha, obtida com diferentes variedades de quenafe plantadas em três espaçamentos

Variedades	Distâncias entre linhas		
	30 cm	40 cm	50 cm
	t/ha	t/ha	t/ha
Cuba 108 .....	37,5	31,5	30,1
Cuba 105 .....	24,9	24,7	28,9
Cuba 108* .....	35,1	27,6	31,4
Formosa* .....	31,1	26,9	28,7

\* Sementes provenientes de Formosa.

QUADRO 2. — Dimensões das fibras liberianas e do lenho, determinadas em plantas de quenafe

Fibras	Valores	Comprim. mm	Larg. micros	Espessuras das paredes		Lúmen micros
				P1 micros	P2 micros	
Lenhosas .....	Máximo .....	1,41	39,95	7,52	6,87	25,56
	Médio .....	0,84	28,20	4,36	4,05	19,79
	Mínimo .....	0,53	16,12	2,08	2,51	11,53
	Desvio padrão .....	0,16	—	1,21	0,99	3,73
	Erro padrão da média .....	0,01	—	0,17	0,14	0,53
	Coef. variação % .....	19,36	—	27,79	24,32	18,83
Liberianas .....	Máximo .....	5,56	32,36	7,92	10,78	13,66
	Médio .....	2,92	19,65	5,91	5,99	7,75
	Mínimo .....	1,84	10,66	3,65	3,29	3,72
	Desvio padrão .....	0,69	—	1,22	1,44	2,35
	Erro padrão da média .....	0,05	—	0,17	0,20	0,33
	Coef. variação % .....	23,82	—	20,69	24,21	30,30

QUADRO 3. — Resultados obtidos em cozimentos efetuados pelo processo sulfito neutro de sódio, com material de quenafe

Condições de cozimento	Cozimento n.º		
	1	2	3
<b>Lixívia</b>			
Relação licor/cavacos a.s. ....	6:1	5,4:1	6:1
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> * .....	9,83	8,85	7,00
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> * .....	6,67	6,00	4,80
<b>Temperatura</b>			
Temperatura máxima .....	160°C	160°C	170°C
Tempo à temp. máxima .....	120 min	120 min	90 min
Tempo até temp. máxima .....	75 min	70 min	80 min
<b>Pasta crua</b>			
Rendimento .....	55,28	54,58	56,02
N.º permanganato .....	31,8	30,0	30,1

\* Calculado com base no teor em Na<sub>2</sub>O.

QUADRO 4. — Resultados obtidos em cozimentos efetuados pelo processo sulfato, com material de quenafe

Condições de cozimento	Cozimento n.º		
	1	2	3
<b>Lixívia</b>			
Relação licor/cavacos a.s. ....	6:1	5:1	5:1
Alcali ativo — Na <sub>2</sub> O% .....	15	18	16
Sulfitação — % .....	25	25	25
Atividade — % .....	88	88	88
<b>Temperatura</b>			
Temperatura máxima .....	170°C	170°C	170°C
Tempo até temp. máxima .....	70 min	62 min	150 min
Tempo à temp. máxima .....	120 min	120 min	120 min
<b>Pasta crua</b>			
Rendimento .....	46,43	33,45	46,52
N.º permanganato .....	19,7	11,6	19,6

QUADRO 5. -- Características físico-mecânicas do papel feito com pasta sulfato, de quenafe, de acôrdo com os diversos graus de refinagem

Refinagem ao Jokero (min)	Grau Schopper Riegler	Gramatura g/m <sup>2</sup>	Índice de estouro	Duplas dobras	Índice de rasgo	Comp. de ruptura (m)	Elasticidade %	Porosidade s/100 ml
<b>Cozimento n.º 1</b>								
0 .....	32	64,7	14,4	69	136,0	4.141	2,0	20
2,5 .....	45	59,7	34,8	804	97,1	7.326	3,1	120
5,0 .....	57	60,9	43,8	1024	85,4	8.115	3,4	240
7,5 .....	66	59,7	47,9	1071	77,0	8.724	3,5	520
10,0 .....	73	60,0	51,5	1179	70,0	8.364	3,5	1230
<b>Cozimento n.º 2</b>								
0 .....	32	63,1	9,8	11	110,9	3.021	1,2	13
2,5 .....	44	61,6	21,4	44	87,7	4.688	2,3	30
5,0 .....	53	61,9	27,1	66	71,1	5.355	2,7	100
7,5 .....	62	60,0	27,3	61	66,7	5.303	3,0	160
10,0 .....	74	60,3	28,9	75	59,7	5.255	2,8	200
<b>Cozimento n.º 3</b>								
0 .....	23	64,7	11,4	22	154,5	2.780	1,4	12,5
2,5 .....	34	60,3	26,5	139	109,4	5.433	2,7	52
5,0 .....	42	61,9	35,4	404	103,4	6.213	2,9	132
7,5 .....	52	61,3	41,1	601	94,6	7.135	3,2	224
10,0 .....	60	60,0	43,8	687	83,3	7.589	3,4	348
12,5 .....	71	60,0	45,3	973	80,0	7.614	3,3	376



QUADRO 6. — Características físico-mecânicas do papel produzido com pasta sulfito neutro, de quenafe, de acôrdo com os diversos cozimentos e tempos de refinagem

Refinagem ao Jokro (min)	Grau Schopper Blegger	Gramatura g.m <sup>2</sup>	Índice de estouro	Duplas dobras	Índice de rasgo	Comp. de ruptura (m)	Elasticidade %	Porosidade s/100 ml
<b>Cozimento n.º 1</b>								
2,5 .....	49	65,3	32,0	530	85,7	7.867	3,0	485
5,0 .....	54	63,8	38,2	673	81,5	7.145	2,8	621
7,5 .....	65	65,0	50,8	838	73,8	8.383	3,3	1479
10,0 .....	67	65,0	50,1	1154	73,8	8.714	3,4	> 1800
15,0 .....	77	64,0	57,0	1261	65,2	9.087	3,9	> 1800
<b>Cozimento n.º 2</b>								
0 .....	63	64,7	20,9	499	123,6	4.469	1,8	97
2,5 .....	66	61,9	33,8	758	116,3	5.912	2,6	201
5,0 .....	74	60,6	40,6	1129	95,7	7.168	3,1	396
<b>Cozimento n.º 3</b>								
0 .....	65	63,4	12,8	293	173,5	3.610	1,8	40
2,5 .....	69	62,5	26,2	751	102,4	5.753	2,5	120
5,0 .....	72	61,6	32,6	658	100,6	6.576	2,7	140
7,5 .....	74	61,9	38,1	1159	93,7	7.962	2,8	332

*Rendimentos em pasta* — Em todos os cozimentos efetuados com sulfito neutro de sódio os cavacos se mostraram claros, perfeitamente cozidos, desfazendo-se à mais leve pressão dos dedos. Os rendimentos, variando de 53,7% a 56,0%, podem ser considerados bons, se comparados aos de uma pasta química, mas estão muito abaixo daqueles obtidos para pasta NSSC em madeiras. A pasta conservou ainda quantidade relativamente elevada de lignina, conforme se pode verificar pelo número de permanganato, constante do quadro 3.

Efetuando-se os cozimentos pelo processo sulfato, conforme condições especificadas, os rendimentos em pasta celulósica variaram de 33,4% a 46,5% em relação ao peso absolutamente seco dos cavacos. Menor rendimento corresponde a cozimento em que condições mais drásticas foram empregadas, neste caso sendo de 2 horas a 170°C e 18% de álcali como Na<sub>2</sub>O. As pastas obtidas por este processo apresentaram-se bem mais deslignificadas, conforme se pode constatar pelas determinações de seu número de permanganato, apresentadas no quadro 4.

*Características físico-mecânicas do papel* — Nos quadros 5 e 6 são apresentados os resultados dos testes a que foram submetidas as folhas de papel de quenafe, de 60 gramas por metro quadrado.

Verificou-se ser possível fazer com o quenafe papéis de baixa porosidade, de boa resistência a auto-ruptura, estouro e dobras e um pouco fracos no concernente ao rasgo. As melhores características foram obtidas quando se empregou o processo sulfito neutro de sódio com quantidade elevada de álcali ou o processo sulfato em condições mais suaves.

#### 4 — CONCLUSÃO

Produções da ordem de 6 t/ha de matéria seca darão ao quenafe possibilidades de concorrer para a produção de celulose destinada à fabricação de papel, no caso de haver escassez de matéria-prima. Em condições normais não apresenta a mesma produtividade que as espécies vegetais arbóreas, comumente usadas por essa indústria. Acresce que, sendo planta anual, tem custo elevado, e seu emprego só poderia ser viável na fabricação de papéis especiais.

Sob o ponto de vista industrial apresenta como mais sério inconveniente o baixo peso específico, produzindo menor quantidade de celulose que as espécies atualmente empregadas, para o mesmo volume de cozedores.

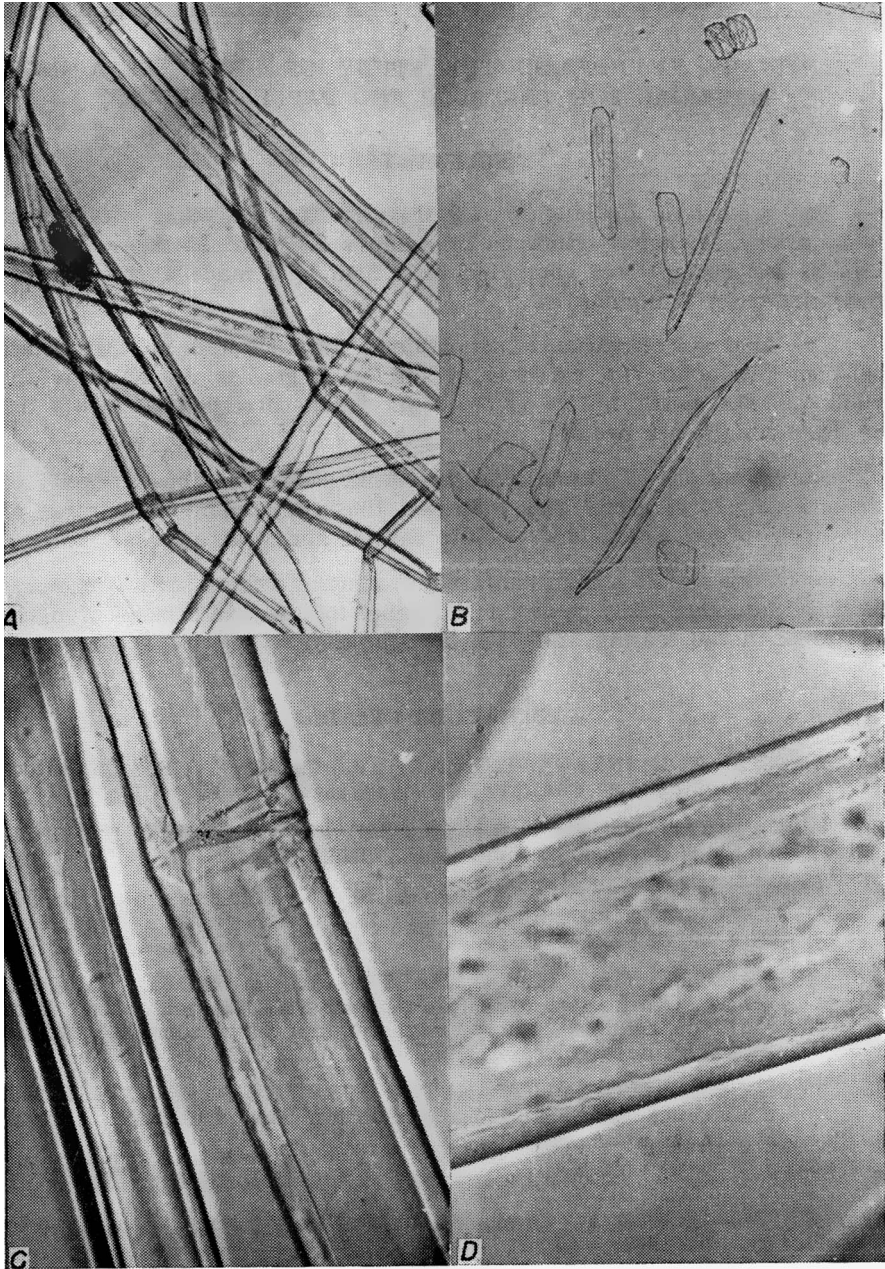


Figura 1. — Fotomicrografias de fibras de quenafe, em que se notam as diferenças entre fibras liberianas e lenhosas. **A** — liberianas (x 195); **B** — lenhosas (x 77); **C** — liberianas (x 500); **D** — lenhosas (x 500).

PRELIMINARY RESULTS ON THE STUDY OF KENAF AS A RAW-  
-MATERIAL FOR THE PULP AND PAPER INDUSTRY

SUMMARY

The production of pulping raw material for the paper industry of four varieties of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) sown at three spacings (30, 40 and 50 cm) was compared in a field trial made at the Experimental Center, Campinas, SP.

The analysis of variance of obtained data showed no differences between production of varieties or/and spacings. As an average, the yield was 29.4 metric ton of green stems which corresponded to 6.7 ton of dried weight per hectare.

Determinations of physical properties indicated that basic density of stems is only 0.13 g/cm<sup>3</sup> and that bast fibers are identical to those of softwood. Wood fibers, however, are shorter and with a larger lumen.

Cockings by the sodium sulfate and neutral sodium sulfite processes gave pulp of reasonable quality in bursting, folding and tensile strengths but weak in the tearing and with low porosity.

LITERATURA CITADA

1. AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT. Second International Kenaf Conference. Washington, 1964. 288p.
2. ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. Métodos de ensaio. São Paulo, 1968. 36p.
3. BARRICHELLO, LUIZ ERNESTO GEORGE. Celulose sulfato de madeira de kiri e eucalipto. São Paulo, Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel, 1968. 16p. (Separata 4)
4. GUIMARÃES, JOÃO PAULO MARTINELLI & REDKO, BEATRIZ VERA POZZI. Da utilização de *Pinus elliottii* aclimatado como fonte de celulose para papel. Boletim da Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel, São Paulo, 3(2):31-36, 1969.
5. TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY. Conference on "Kenaf as a Pulping Raw Material". Tappi 51(2):118A-123A, 1968.
6. ————. Tappi standards and suggested methods. New York.
7. WHITE, GEORGE A. A search for new fiber plants. Tappi 52(4): 656-659, 1969.