

Determinação de fibras celulósicas e amido em cavacos laminados de três espécies de bambu gigante

Starch and cellulosic fibers determination from laminated chips of three giant bamboo species

Anísio Azzini
Antonio Ludovico Beraldo

RESUMO: Foram determinados os teores de amido e fibras celulósicas em cavacos laminados obtidos a partir de internódios provenientes das regiões basal, mediana e apical de colmos de três espécies de bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus* Munro, *Gigantochloa verticillata* Munro e *Guadua angustifolia* Kunth). Os teores de amido (17,00 a 38,28 g/kg) e fibras celulósicas (503,95 a 615,09 g/kg) não variaram em função da espécie, mas em função da região de amostragem do colmo. O diâmetro dos grânulos de amido foi menor na espécie *D. giganteus* (7,30 μm) em comparação com as espécies *G. verticillata* (7,81 μm) e *G. angustifolia* (7,98 μm). O comprimento das fibras celulósicas foi de 2,89, 2,86 e 1,71 mm, respectivamente, para as espécies *G. verticillata*, *D. giganteus* e *G. angustifolia*.

PALAVRAS-CHAVE: Bambu gigante, Fibra celulósica, Amido, *Dendrocalamus giganteus*, *Gigantochloa verticillata*, *Guadua angustifolia*

ABSTRACT: The contents of cellulosic fibers and starch from laminated chips were determined in internodes from basal, middle and top regions culms of three giant bamboo species (*Dendrocalamus giganteus* Munro, *Gigantochloa verticillata* Munro and *Guadua angustifolia* Kunth). The contents of cellulosic fibers (503.95 to 615.09 g/kg) and starch (17.00 to 38.29 g/kg) did not range in function of bamboo species, but in function of culm sampling regions. Starch granule diameter was smaller in *D. giganteus* (7.30 μm) in comparison with *G. verticillata* (7.81 μm) and *G. angustifolia* (7.98 μm) species. Cellulosic fibers length was 2.89, 2.28 and 1.71 mm, respectively, for *G. verticillata*, *D. giganteus* and *G. angustifolia* species.

KEYWORDS: Bamboo, Cellulosic fibers, Starch, *Dendrocalamus giganteus*, *Gigantochloa verticillata*, *Guadua angustifolia*

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem-se observado um crescente interesse pelo bambu como matéria-prima fibrosa, com várias possibilidades de utilização, tanto em nível industrial para produção de celulose e papel, como em nível de pequenas propriedades rurais, como material estrutural para construções simples. A ve-

locidade de crescimento dos colmos é uma das características marcantes do bambu, podendo atingir mais de 0,50 m em 24 horas. Esse rápido desenvolvimento vegetativo das touceiras viabiliza elevadas produções de material fibroso por unidade de área, em ciclos relativamente curtos de colheita (2 a 3

anos), em comparação com as espécies arbóreas.

A presença de amido nos colmos é a principal característica química do bambu, tornando possível sua utilização industrial como matéria-prima celulósica e energética, através da produção conjunta de celulose ou fibras celulósicas para papel e amido, tanto na forma granular, como na forma de etanol, após sua sacarificação, conforme mostraram os trabalhos de Azzini (1981 e 1984), Azzini et al. (1987) e

Azzini e Gondim-Tomaz (1996). Para essa produção conjunta tem-se utilizado a espécie *Bambusa vulgaris*, por ser mais cultivada para produção de celulose e papel, principalmente nos Estados do Maranhão e Pernambuco. É uma espécie de porte médio, quanto às dimensões dos seus colmos.

No presente estudo, foram determinados os teores de fibras celulósicas e amido, obtidos a partir de cavacos laminados de três espécies de bambu gigante.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas três espécies de bambu de porte alto conhecidas na prática como bambus gigantes (*Dendrocalamus giganteus* Munro, *Gigantochloa verticillata* Munro e *Guadua angustifolia* Kunth), provenientes de plantações existentes no Núcleo Experimental de Campinas (IAC). Para cada espécie foram utilizados três colmos, com idade aproximada de 3 anos. A amostragem para as várias determinações tecnológicas foi efetuada nos internódios das regiões basal, mediana e apical de cada colmo. Para cada internódio determinaram-se os volumes de sua massa fibrosa e vazio, em função de seu comprimento e diâmetros interno e externo.

O desfibramento dos cavacos obtidos nos internódios, visando a extração do amido e separação da fração fibrosa, foi conduzido em liquidificador de copo invertido, com tempo de desfibramento de 30 segundos e relação massa de cavacos e a quantidade de água, de 1:33, conforme procedimento descrito por Azzini (1984). Para a obtenção dos cavacos, as paredes dos internódios foram laminadas na dire-

ção longitudinal, com o auxílio de um laminador (enxó), procurando-se obter cavacos com espessura da ordem de 0,5 mm.

Os teores de amido e frações fibrosa e residual, obtidos após o desfibramento dos cavacos, foram calculados em relação à massa seca inicial dos cavacos. As fibras celulósicas foram obtidas a partir da deslignificação das frações fibrosas em solução altamente oxidante, composta de ácido acético glacial (50%), água oxigenada (40%) e água destilada (10%). Os teores de fibras celulósicas foram calculados em relação à massa seca inicial, tanto da fração fibrosa como dos cavacos. As dimensões das fibras celulósicas, quanto ao comprimento, largura, lúmen e espessura da parede celular, foram obtidas em microscópio óptico provido de ocular com escala e filamento móvel. Para cada região do colmo foram medidas 75 fibras para o comprimento e 90 para as demais dimensões da fibra, num total de 945 fibras. Paralelamente à medição das fibras celulósicas, determinou-se o diâmetro dos grânulos de amido. Para cada espécie foram medidos 50 grânulos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores para o volume dos internódios e de seus componentes básicos (massa fibrosa e vazio), nas diferentes regiões do colmo (base,

meio e ponta), encontram-se na Tabela 1. O internódio com maior volume foi observado na espécie *D. giganteus* (3454 cm³), em compara-

ção com as espécies *G. verticillata* (2180 cm³) e *G. angustifolia* (710 cm³). O menor volume do internódio na espécie *G. angustifolia* está associado, basicamente, ao seu menor comprimento, que é uma característica biológica da espécie. Os internódios da base dos colmos apresentaram maior volume de massa fibrosa (57,2 a 67,1%) e menor quantidade de vazio (32,9 a 42,8%), do que os internódios provenientes das regiões mediana e apical.

Os teores de amido (17,00 a 38,28 g/kg) e frações fibrosas (608,11 a 742,95 g/kg) e residual (127,91 a 182,37 g/kg) não variaram significativamente em função da espécie, mas em função das regiões do colmo, conforme dados apresentados na Tabela 2. Para as espécies *D. giganteus* e *G. verticillata* os maiores teores de amido e fração fibrosa foram observados nas regiões medianas dos colmos. Esses teores não variaram nos colmos da espécie *G. angustifolia*. As quantidades de amido extraídas por espécie (20,34 a 27,14 g/kg) foram menores do que aquela obtida para a espécie *Bambusa vulgaris* (69,12 g/kg), conforme dados de Azzini e Gondim-Tomaz (1996).

O diâmetro dos grânulos de amido variou de 7,30 µm para a espécie *D. giganteus* a 7,98 µm para *G. angustifolia*, conforme dados apresentados na Tabela 3. Esses valores estão dentro dos limites observados por Toledo et al. (1987), para a espécie *Guadua flabellata* (1,00 a 12,00 µm).

Os teores de fibras celulósicas, calculados em função da massa inicial dos cavacos (329,96 a 430,98 g/kg) e fração fibrosa (502,27 a 615,09 g/kg), são apresentados na Tabela 4. Esses valores variaram com as regiões do colmo e não com a espécie, sendo a região basal a que apresentou maior teor de fibras, principalmente quando calculada em relação à fração fibrosa dos cavacos. Em relação aos cavacos, o teor de fibras celulósicas fornecido pela espécie *D. giganteus* (397,28 g/kg) está bem próximo daquele obtido por Ciaramello e Azzini (1971). Os teores de fibras celulósicas obtidos a partir dos cavacos (358,99 a 397,28 g/kg) são inferiores ao da espécie *Pinus elliottii* (501,00 g/kg), conforme dados de Gomide et al. (1988).

As dimensões das fibras celulósicas, quanto ao comprimento, largura, parede celular e

Tabela 1. Volume dos internódios e de seus componentes básicos (massa fibrosa e vazio) em três espécies de bambu gigante (média de três determinações).

(Internodes volume and its basic components (fibrous mass and hollow space) for three giant bamboo species (average of three replications)).

Espécie	Região do colmo	Internódio (cm ³)	Massa fibrosa(cm ³)	Vazio(cm ³)
<i>D. giganteus</i>	Base	3453	1976	1477
	Meio	5342	2031	3311
	Ponta	1566	571	994
	Média	3454	1526	1928
<i>G. verticillata</i>	Base	1758	1179	579
	Meio	3053	1148	1904
	Ponta	1730	564	1167
	Média	2180	964	1217
<i>G. angustifolia</i>	Base	786	473	312
	Meio	860	333	527
	Ponta	485	194	291
	Média	710	333	377

lúmen, encontram-se na Tabela 5. As fibras celulósicas mais longas foram fornecidas pelas espécies *G. verticillata* (2,89 mm) e *D. giganteus* (2,86 mm) em comparação com a espécie *G. angustifolia* (1,71 mm). Para as espécies *G. verticillata* e *G. angustifolia* o compri-

mento das fibras não variou nas diferentes regiões do colmo, contrastando com a espécie *D. giganteus*, cujas fibras mais longas foram observadas na base e no meio dos colmos.

Em comparação com as espécies arbóreas, tradicionalmente utilizadas na produção de ce-

Tabela 2. Teores de amido e frações fibrosa e residual em três espécies de bambu gigante (médias de nove repetições)

(Starch content and fibrous and residues fraction for three giant bamboo species (average of nine replications))

Espécie	Região do colmo	Amido (g/kg)	Fração fibrosa (g/kg)	Fração residual (g/kg)
<i>D. giganteus</i>	Base	21,49 ^a	700,68 ^a	140,71 ^a
	Meio	38,28 ^a	689,92 ^a	182,37 ^a
	Ponta	21,66 ^b	740,04 ^a	175,82 ^a
	Média	27,14 ^a	710,21 ^a	166,30 ^a
	F	21,50 ^{**}	0,68 ^{n.s.}	2,67 ^{n.s.}
	D.M.S.	9,03		
	CV (%)	13,27	7,79	14,28
<i>G. verticillata</i>	Base	17,00 ^b	608,11 ^b	176,77 ^a
	Meio	23,84 ^a	728,83 ^a	141,76 ^{ab}
	Ponta	20,19 ^b	742,95 ^a	159,98 ^a
	Média	20,34 ^a	693,30 ^a	159,50 ^a
	F	18,44 ^{**}	14,77 ^{**}	5,26 [*]
	D.M.S.	3,45	83,69	33,13
	CV (%)	6,76	4,82	8,29
<i>G. angustifolia</i>	Base	29,69 ^a	655,69 ^a	147,60 ^a
	Meio	24,30 ^a	691,72 ^a	127,91 ^a
	Ponta	25,56 ^a	693,93 ^a	162,29 ^a
	Média	26,52 ^a	680,45 ^a	145,93 ^a
	F	1,39 ^{n.s.}	2,49 ^{n.s.}	2,74 ^{n.s.}
	D.M.S.			
	CV (%)	15,62	3,46	12,37

Tabela 3. Diâmetro dos grânulos de amido obtidos em colmos de três espécies de bambu gigante (médias de 50 repetições)

(Starch diameter granules obtained in culms of three giant bamboo species (average of fifty replications))

Espécie	Diâmetro dos grânulos de amido (µm)
<i>G. angustifolia</i>	7,98 ^a
<i>G. verticillata</i>	7,81 ^a
<i>D. giganteus</i>	7,30 ^b

Tabela 4. Teores de fibras celulósicas em três espécies de bambu gigante (médias de nove repetições)

(Cellulosic fibers content in three giant bamboo species (average of nine replications))

Espécie	Região do colmo	Fibras celulósicas nos cavacos	Fibras celulósicas na fração fibrosa
<i>Dendrocalamus giganteus</i>	Base	430,98 ^a	615,09 ^a
	Meio	387,91 ^b	562,25 ^b
	Ponta	372,95 ^b	503,95 ^c
	Média	397,28 ^a	560,43 ^a
	F	21,44 ^{**}	35,67 ^{**}
	D.M.S.	28,24	40,40
	CV (%)	2,84	2,88
<i>Gigantochloa verticillata</i>	Base	329,96 ^b	550,94 ^a
	Meio	401,41 ^a	542,60 ^a
	Ponta	399,98 ^b	538,36 ^a
	Média	377,12 ^a	543,97 ^a
	F	25,71 ^{**}	4,63 ^{n.s.}
	D.M.S.	11,05	—
	CV (%)	1,17	1,19
<i>Guadua angustifolia</i>	Base	355,97 ^a	542,89 ^a
	Meio	367,61 ^a	531,44 ^{ab}
	Ponta	353,40 ^a	509,27 ^b
	Média	358,99 ^a	527,87 ^a
	F	2,76 ^{n.s.}	6,58 [*]
	D.M.S.	—	28,92
	CV (%)	2,20	2,19

lulose e papel, o comprimento das fibras celulósicas das espécies estudadas ocupa uma posição intermediária entre as fibras do eucalipto (1,0 mm) e pinus (3,5 mm), respectivamente fornecedores de fibras curtas e longas. Para a largura das fibras (16,30 a 21,19 μm), parede celular (6,46 a 8,63 μm) e lúmen (2,84 a 5,29 μm) houve variações significativas entre as regiões do colmo para as dimensões do lúmen e parede celular, respectivamente, para as espécies *G. angustifolia* e *G. verticillata*. Na espécie *G. angustifolia*, o maior lúmen foi observado nas fibras provenientes da base dos colmos. Para a espécie *G. verticillata*, as fibras da ponta dos colmos apresentaram maior parede celular. Em comparação com as fibras provenientes de espécies arbóreas, as fibras estu-

dados são consideradas estreitas, com pouco lúmen e espessa parede celular.

As relações entre as dimensões médias das fibras (índice de enfiamento, fração parede e coeficiente de flexibilidade) são apresentadas na Tabela 6. Os índices de enfiamento do *D. giganteus* e do *G. verticillata* foram semelhantes e superiores ao do *G. angustifolia*. Em comparação com as fibras provenientes de espécies arbóreas, as fibras estudadas apresentaram valores mais elevados para índice de enfiamento e fração parede. Para o coeficiente de flexibilidade, observou-se o efeito inverso. As fibras de bambu, em decorrência das relações observadas, são rígidas e pouco flexíveis.

Tabela 5. Dimensões das fibras celulósicas em três espécies de bambu gigante.

(Cellulosic fibers dimension in three giant bamboo species).

Espécie	Região do colmo	Comprimento (mm)	Largura (µm)	Parede celular (µm)	Lúmen (µm)
		Média de 75 fibras	Média de 30 fibras	Média de 30 fibras	Média de 30 fibras
<i>Dendrocalamus giganteus</i>	Base	2,86 ^{ab}	19,70	7,71 ^a	4,28 ^a
	Meio	3,18 ^a	21,05	8,49 ^a	4,07 ^a
	Ponta	2,54 ^b	19,17	7,43 ^a	4,31 ^a
	F	13,05 ^{**}	—	2,44 ^{n.s.}	0,09 ^{n.s.}
	D.M.S.	0,39	—	—	—
	CV (%)	5,42	—	7,74	18,18
<i>Gigantochloa verticillata</i>	Base	2,94 ^a	18,41	6,56 ^b	5,29 ^a
	Meio	2,93 ^a	20,12	7,72 ^{ab}	4,68 ^a
	Ponta	2,80 ^a	21,19	8,63 ^a	3,93 ^a
	F	0,73 ^{n.s.}	—	15,21 ^{**}	3,60 ^{n.s.}
	D.M.S.	—	—	1,15	—
	CV (%)	5,45	—	6,03	13,46
<i>Guadua angustifolia</i>	Base	1,71 ^a	17,81	6,46 ^a	4,89 ^a
	Meio	1,79 ^a	17,23	7,01 ^a	3,21 ^b
	Ponta	1,63 ^a	16,30	6,73 ^a	2,84 ^b
	F	3,73 ^{n.s.}	—	4,05 ^{n.s.}	23,87 ^{**}
	D.M.S.	—	—	—	0,97
	CV (%)	4,37	—	3,52	10,64

Tabela 6. Relações entre as dimensões das fibras em três espécies de bambu gigante.

(Ratio among fiber dimensions in three bamboo species).

Espécie	Região do colmo	Índice de	Fração	Coefficiente
		enfeltramento	parede (%)	de flexibilidade (%)
<i>D. giganteus</i>	Base	145	78,3	21,7
	Meio	151	80,7	19,3
	Ponta	133	77,5	22,5
	Média	143	78,8	21,2
<i>G. verticillata</i>	Base	159	71,3	28,7
	Meio	146	76,7	23,3
	Ponta	132	81,5	18,5
	Média	146	76,5	23,5
<i>G. angustifolia</i>	Base	96	72,5	27,5
	Meio	104	81,4	18,6
	Ponta	100	82,6	17,4
	Média	100	78,8	21,2

CONCLUSÕES

- ✓ Os teores de amido (17,00 a 38,28 g/kg) e fibras celulósicas (503,95 a 615,09 g/kg) não variaram em função da espécie, mas em função da região de amostragem no colmo;
- ✓ O diâmetro dos grânulos de amido foi menor na espécie *D. giganteus* (7,30 μm) em comparação com as espécies *G. verticillata* (7,81 μm) e *G. angustifolia* (7,98 μm);
- ✓ comprimento das fibras celulósicas foi de 2,89, 2,86 e 1,71 μm , respectivamente, para as espécies *G. verticillata*, *D. giganteus* e *G. angustifolia*.

AUTORES

ANÍSIO AZZINI é Pesquisador Científico do Centro de Algodão e Fibras Diversas do Instituto Agrônomo de Campinas - Av. Barão de Itapura, 1481 - Caixa Postal 28 - Campinas, SP - 13001-970 - E-mail: azzini.a@uol.com.br

ANTONIO LUDOVICO BERALDO é Professor Assistente Doutor da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas - Cidade Universitária Zeferino Vaz – Caixa Postal 6011 – Campinas, SP - 13083-970 – E-mail: beraldo@agr.unicamp.br

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZZINI, A. Amido a partir do bambu. **Bragantia**, v.43, n.1, p.45-50, 1984.
- AZZINI, A. Processo de extração de amido. **Revista da propriedade industrial**, v.33, p.45, 1981.
- AZZINI, A.; ARRUDA, M.C.Q.; CIARAMELLO, D.; SALGADO, A.L.B.; TOMAZELLO FILHO, M. Produção conjunta de fibras celulósicas e etanol a partir do bambu. **Bragantia**, v.46, n.1, p.17-25, 1987.
- AZZINI, A.; GONDIM-TOMAZ, R.M.A. Extração de amido em cavacos de bambu tratados com solução diluída de hidróxido de sódio. **Bragantia**, v.55, n.2, p.215-219, 1996.
- CIARAMELLO, D.; AZZINI, A. Bambu como matéria-prima para papel: 5- estudos sobre o emprego de quatro espécies de *Dendrocalamus* na produção de celulose sulfito. **Bragantia**, v.30, n.2, p.321-336, 1971.
- GOMIDE, U.; VIVONE, R.R.; GALA, P.A.M. Bambu: uma alternativa para o deficit de celulose de fibra longa no Brasil. In: CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL DA ABCP, 21, São Paulo, 1988. **Anais**. São Paulo: Associação Brasileira de Celulose e Papel, 1988. p.1-16.
- TOLEDO, M.C.F.; AZZINI, A.; REYES, F.G.R. Isolation and characterization of starch from bamboo culms (*Guadua flabellata*). **Starke**, v.39, p.158-160, 1987.

