BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agrônomo, Campinas

Vol. 40

Campinas, janeiro de 1981

Artigo n.º 1

CURVA DE MATURAÇÃO DA *CROTALARIA JUNCEA* L. EM FUNÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DO CAULE ⁽¹⁾

ANÍSIO AZZINI, ANTONIO LUIZ DE BARROS SALGADO ⁽²⁾, *Seção de Plantas Fibrosas e*
JOÃO PAULO F. TEIXEIRA, *Seção de Fitoquímica, Instituto Agrônomo*

RESUMO

No presente estudo procurou-se determinar a curva de maturação da *Crotalaria juncea* L., em função da densidade básica do caule. Além da densidade básica, outras características agrônômicas e tecnológicas foram determinadas. As diferentes idades estudadas foram: 60, 90, 120, 150, 180, 210 e 240 dias. Os resultados mostraram que a curva de maturação em função da densidade básica permaneceu constante dos 120 aos 240 dias após o plantio. Isso evidenciou que aos 120 dias após o plantio, na região de Campinas (SP), as fibras de *C. juncea* atingiram o estágio de completa maturação. As demais características (altura e diâmetro basal da planta, percentagem de cinzas, açúcares totais e percentagem de liber, rendimento em celulose e dimensões das fibras) praticamente não variaram em função do estágio de desenvolvimento da planta.

1. INTRODUÇÃO

A *Crotalaria juncea* L., conhecida também como "sunn hemp", "Indian hemp" e "Madras hemp", é tradicionalmente cultivada em seu país de origem (Índia) como planta têxtil, fornecedora de fibras liberianas à semelhança da juta.

No Brasil, essa espécie foi introduzida no início do século, como planta melhoradora de solo, sendo considerada a leguminosa mais eficiente quanto à precocidade, na pro-

dução de massa incorporável (90 dias) e como fixadora de nitrogênio (11). Além de sua utilização como adubo verde, seu cultivo no Estado de São Paulo visa, principalmente, à produção de celulose para papel de cigarro, pelas características morfológicas de suas fibras, aliadas a sua combustibilidade lenta e inodora.

Vários trabalhos de pesquisa (1, 3, 5, 7, 8) têm demonstrado que a densidade básica da matéria-prima fibrosa influi nas características da celulose obtida, principalmente no

⁽¹⁾ Recebido para publicação a 22 de janeiro de 1980.

⁽²⁾ Com bolsa de suplementação do CNPq.

rendimento por unidade de volume e nas propriedades físico-mecânicas do papel produzido.

A finalidade deste estudo foi determinar a curva de maturação da crotalaria em função da densidade básica dos caules, bem como outras características agrônomicas e tecnológicas de interesse industrial em função do desenvolvimento das plantas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

No presente estudo foram utilizadas plantas de *Crotalaria juncea* L. com 60, 90, 120, 150, 180, 210 e 240 dias de idade, provenientes do Centro Experimental de Campinas, do Instituto Agrônomo.

A densidade básica dos caules foi determinada pelo método do deslocamento da água (2), através da seguinte relação:

$$d_b = \frac{p}{v}$$

onde:

d_b = densidade básica da amostra em g/cm³;

p = peso da amostra seca em estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, até peso constante;

v = volume saturado da amostra, determinado pelo deslocamento da água em proveta graduada.

A quantidade de líber ou casca nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta foi calculada pela relação percentual entre os pesos secos ao ar do líber e do conjunto líber-lenho. O teor de lenho foi obtido, subtraindo-se, de 100, a quantidade de líber.

Os teores de cinzas nas partes liberianas e lenhosas foram determi-

nados por calcinação à temperatura de $575 \pm 25^\circ\text{C}$, conforme o método ABCP — M 11/77 (6).

Os açúcares totais foram extraídos com álcool etílico a 80% e determinados colorimetricamente através da reação com fenol e ácido sulfúrico, empregando-se solução de glicose como padrão (13).

O rendimento macerado no líber e lenho foi calculado pela relação percentual entre a quantidade de celulose seca ao ar obtida e a quantidade de material utilizado, de acordo com NIESCHLAG et alii (10). A maceração foi conduzida a uma temperatura de aproximadamente 60°C , em uma solução contendo 50% de ácido acético glacial, 30% de água oxigenada a 120 volumes e 20% de água destilada.

As dimensões das fibras (comprimento, largura, diâmetro do lúmen e espessura da parede celular) foram determinadas com auxílio de microscópio provido de ocular micrométrica especial, com filamento móvel, utilizando-se as amostras maceradas do item anterior.

Foram dimensionadas cem fibras para cada idade em estudo, num total de 700 fibras.

As principais relações entre as dimensões das fibras, consideradas importantes na interpretação das propriedades físico-mecânicas do papel obtido, foram calculadas como segue:

Índice de enfiamento: Relação entre o comprimento e a largura da fibra.

Coefficiente de flexibilidade: Relação percentual entre o diâmetro do lúmen e a largura da fibra.

Fração-parede: Relação percentual entre a espessura da parede celular e o raio da fibra.

Índice de Runkel: Relação entre duas vezes a espessura da parede celular e o diâmetro do lúmen.

A amostragem para as diferentes determinações foi feita em 280 plantas, considerando 40 plantas para cada idade. As amostras, com 10cm de comprimento, foram retiradas da região mediana dos caules das plantas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos dados do quadro 1, pode-se observar que a densidade básica dos caules de crotalária variou em função

do desenvolvimento das plantas, sendo o menor valor obtido em plantas com 60 dias de idade. A partir dos 120 dias, a densidade básica permaneceu constante, evidenciando que, nessa data, as fibras estavam fisiologicamente maduras.

Do ponto de vista industrial, visando à produção de celulose para papel, não é viável a utilização da crotalária com menos de 120 dias, pois as fibras são imaturas e a menor densidade da planta influi negativamente no rendimento industrial.

Para produção de papel de cigarro, é comum a utilização da crotalária a partir dos 90 dias de idade. Nesse caso, como a densidade do

QUADRO 1 — Densidade básica dos caules de *Crotalaria juncea* L., em função da idade da planta ⁽¹⁾

Idade da planta	Densidade básica do caule
(dias)	(g/cm ³)
60	0,133 c ⁽²⁾
90	0,170 b
120	0,213 a
150	0,208 a
180	0,206 a
210	0,214 a
240	0,225 a
F	56,140**
Tukey (5%)	0,019
C.V. (%)	7,040

⁽¹⁾ Médias de quarenta plantas.

⁽²⁾ Letras não comuns indicam diferenças estatisticamente significativas ao nível de 1%.

(**) Diferenças significativas ao nível de 1%.

material é menor, tem-se menor produção por unidade de área. Por outro lado, sua utilização com 120 dias representa um aumento de cerca de 25% na produção de celulose por unidade de volume de material processado, aumentando, conseqüentemente, a capacidade de produção da fábrica.

Na figura 1, encontra-se a representação gráfica da curva de maturação da crotalaria em função da densidade básica dos caules.

No quadro 2, pode-se notar que o diâmetro e altura das plantas, percentagem de cinzas, açúcares totais e percentagem de líber, praticamente não variaram com a idade das plantas, com exceção dos valores obtidos em plantas com 60 dias, que eram ainda muito jovens. Embora não tenham sido uniformes os resultados obtidos para o rendimento macerado, pode-se dizer que ele não variou com o estágio de desenvolvimento das plantas.

Pelos dados dos quadros 3, 4 e 5, as dimensões das fibras liberianas e lenhosas não variaram com a idade da planta. Entretanto, não foi possível dimensionar o diâmetro do lúmen e a espessura da parede celular das fibras com 60 dias, devido a sua imaturação. As fibras liberianas, cujo comprimento médio variou de 4,28 a 5,76mm, podem ser consideradas bastante longas e especialmente indicadas para produção de papéis especiais. As dimensões obtidas estão perfeitamente dentro dos limites estabelecidos por CUNNINGHAM et alii (4) MEDINA (9) e STRAUB (12).

As principais relações entre as dimensões das fibras liberianas e lenhosas encontram-se respectivamente nos quadros 6 e 7. As liberianas, comparativamente às fibras de madeiras coníferas, apresentam altos valores para o índice de enfiletramento, fração-parede e índice de Runkel, e baixo valor para o coeficiente de flexibilidade.

Figura 1. — Curva de maturação da *Crotalaria juncea* L. em função da densidade básica dos caules.

4. CONCLUSÕES

a) A densidade básica dos caules de *Crotalaria juncea* permaneceu praticamente constante a partir dos 120 dias de idade, evidenciando a maturidade das fibras nessa época.

b) Para a região de Campinas (SP), a época mais indicada para colher a *C. juncea*, visando à produção de celulose para papel, é de 120 dias após o plantio.

c) A utilização industrial de plantas com 90 dias de idade reduz a capacidade de produção da fábrica, pois o material colhido apresenta menor peso por unidade de volume.

QUADRO 2 — Altura e diâmetro basal das plantas, rendimento macerado, teor de cinzas e açúcares totais em caules de *Crotalaria juncea* L., em função da idade da planta ⁽¹⁾

Idade da planta	Altura da planta	Diâmetro basal da planta	Porcentagem de liber (casca)	Rendimento macerado		Cinzas		Açúcares totais	
				liber	lenho	liber	lenho	liber	lenho
(dias)	(cm)	(cm)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
60	193,00 d ⁽²⁾	0,99	27,07 a	53,98 a	54,24 b	7,24	4,16	5,83	2,82
90	248,00 c	1,08	25,14 ab	56,84 a	69,69 a	4,84	1,96	4,97	3,69
120	257,00 bc	1,00	21,35 c	56,60 a	53,43 b	3,87	1,43	4,63	3,21
150	266,00 ab	1,06	21,66 c	50,89 a	61,65 ab	4,71	1,79	5,30	2,69
180	276,00 ab	1,02	23,45 bc	51,02 a	55,02 b	5,26	1,85	6,00	2,96
210	270,00 ab	0,97	22,71 bc	47,09 b	54,46 b	4,04	1,73	5,44	3,67
240	280,00 a	1,01	23,41 bc	55,08 a	54,69 b	3,49	1,20	5,06	2,82
F	64,49 **	n.s.	6,41 **	4,95 **	5,50 **	—	—	—	—
Tukey (%)	16,00	—	3,32	9,28	9,28	—	—	—	—
C.V. (%)	4,59	11,64	10,62	8,42	8,42	—	—	—	—

⁽¹⁾ Médias de quarenta plantas.⁽²⁾ Letras não comuns indicam diferenças estatisticamente significativas ao nível de 1%.

(**) Diferenças significativas ao nível de 1%.

d) As características agrônômicas e tecnológicas estudadas (altura e diâmetro basal das plantas, percentagem de cinzas, açúcares totais, per-

centagem de líber, rendimento macegado e dimensões das fibras) praticamente não variaram com a idade da planta.

QUADRO 3 — Comprimento médio das fibras liberianas e lenhosas de *Crotalaria juncea* L., em função da idade da planta ⁽¹⁾

Idade da planta	Fibras liberianas			Fibras lenhosas		
	Comprimento médio	S(x)	C.V.	Comprimento médio	S(x)	C.V.
(dias)	(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(mm)	(%)
60	4,28	0,22	37,72	0,74	0,04	34,46
90	4,40	0,21	35,54	0,80	0,04	36,87
120	5,27	0,24	32,96	0,78	0,02	22,34
150	5,53	0,23	31,05	0,83	0,03	27,26
180	4,74	0,25	37,31	0,71	0,02	26,92
210	5,76	0,25	30,90	0,78	0,03	27,34
240	4,57	0,18	38,02	0,79	0,02	22,98

⁽¹⁾ Médias de cinquenta fibras.

S(x) = Erro-padrão da média.

C.V. = Coeficiente de variação.

QUADRO 4 — Diâmetro do lúmen, espessura da parede celular e largura das fibras liberianas de *Crotalaria juncea* L., em função da idade da planta ⁽¹⁾

Idade da planta	Diâmetro do lúmen			Espessura da parede celular			Largura da fibra		
	Média	S(x)	C.V.	Média	S(x)	C.V.	Média	S(x)	C.V.
(dias)	(micros)	(micros)	(%)	(micros)	(micros)	(%)	(micros)	(micros)	(%)
60	—	—	—	—	—	—	22,13	0,99	31,59
90	7,50	0,50	49,07	7,14	0,43	40,76	21,78	0,43	45,00
120	7,85	0,57	54,75	8,64	0,43	36,69	25,13	0,50	45,50
150	6,43	0,43	45,81	6,50	0,29	34,31	19,43	0,36	40,06
180	7,43	0,50	36,74	8,07	0,43	37,38	23,57	0,43	37,06
210	9,35	0,50	40,34	8,07	0,29	26,34	25,49	0,29	33,34
240	8,64	0,43	38,02	8,50	0,36	30,64	25,64	0,43	34,33

⁽¹⁾ Médias de cinquenta fibras.

S(x) = Erro-padrão da média.

C.V. = Coeficiente de variação.

QUADRO 5 — Diâmetro do lúmen, espessura da parede celular e largura das fibras lenhosas de *Crotalaria juncea* L., em função da idade da planta ⁽¹⁾

Idade da planta	Diâmetro do lúmen			Espessura da parede celular			Largura da fibra		
	Média	S(x)	C.V.	Média	S(x)	C.V.	Média	S(x)	C.V.
(dias)	(micros)	(micros)	(%)	(micros)	(micros)	(%)	(micros)	(micros)	(%)
60	—	—	—	—	—	—	26,56	1,07	29,28
90	9,85	0,50	35,77	5,14	0,29	42,39	20,13	0,43	39,08
120	8,78	0,50	40,28	6,21	0,36	37,65	21,20	0,43	38,97
150	10,21	0,57	40,89	5,50	0,29	34,62	21,21	0,43	37,76
180	10,00	0,50	34,19	5,78	0,36	43,64	21,56	0,43	38,92
210	11,50	0,50	31,58	5,21	0,29	36,94	21,92	0,43	34,26
240	11,42	0,43	26,23	5,85	0,29	37,12	23,12	0,36	31,68

⁽¹⁾ Médias de cinquenta fibras.

S(x) = Erro-padrão da média.

C.V. = Coeficiente de variação.

QUADRO 6 — Principais relações entre as dimensões das fibras liberianas de *Crotalaria juncea* L., em função da idade da planta ⁽¹⁾

Idade da planta	Relações			
	Índice de enfeltramento	Coefficiente de flexibilidade	Fração-parede	Índice de Runkel
(dias)		(%)	(%)	
60	194,5	—	—	—
90	200,0	34,4	65,6	1,9
120	210,8	31,2	68,7	2,2
150	276,5	33,1	66,8	2,0
180	197,5	31,5	68,4	2,2
210	221,5	36,7	63,3	1,7
240	175,6	33,7	66,3	2,0

(¹) Médias de cinquenta fibras.

QUADRO 7 — Principais relações entre as dimensões das fibras lenhosas de *Crotalaria juncea* L., em função da idade da planta ⁽¹⁾

Idade da planta	Relações			
	Índice de enfeltramento	Coefficiente de flexibilidade	Fração-parede	Índice de Runkel
(dias)		(%)	(%)	
60	28,5	—	—	—
90	40,0	48,9	51,0	1,0
120	37,1	41,4	58,6	1,4
150	39,5	48,1	51,8	1,1
180	33,8	46,4	53,6	1,2
210	35,4	52,5	47,5	0,9
240	34,5	49,4	50,6	1,0

(¹) Médias de cinquenta fibras.

MATURATION CURVE OF *CROTALARIA JUNCEA* L. BY STALK BASIC DENSITY

SUMMARY

This work was carried out to determine the maturation curve of *C. juncea* in function of the stalk basic density. Besides the stalk density, other agronomic and technological characteristics were determined in plants with 60, 90, 120, 150, 180, 210 and 240 days.

The results showed that stalk basic density remained statistically constant after 120 days. This clearly shows that in this time the *C. juncea* fibers reached the maturity, take in consideration the region of Campinas (SP). Other characteristics (height and diameter of the plant, ash percentage, total sugar, liber percentage, cellulose yield and fibers dimensions) remained practically constant with the plant development.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMARAL, A. C. B.; FERREIRA, M.; BANDEL, G. Variação da densidade básica da madeira produzida pela *Araucaria angustifolia* no sentido medula-casca em árvores do sexo masculino e feminino. IPEF, Piracicaba, 2/3:119-127, 1971.
2. AZZINI, A. & SALGADO, A. L. B. Determinação da densidade básica de caules de *Crotalaria juncea*. *Bragantia*, Campinas, 38:XLIX-LII, 1979. Nota, 11.
3. BRASIL, M. A. M. & FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba*, *E. saligna* e *E. grandis* aos 15 anos de idade, em função do local e do espaçamento. IPEF, Piracicaba, 2/3:129-149, 1971.
4. CUNNINGHAM, R. L.; CLARK, T. F.; BAGBY, M. O. *Crotalaria juncea*. Annual source of paper making fiber. TAPPI, 61:37-43, 1978.
5. FOELKEL, C. E. B.; BRASIL, M. A. M.; BARRICHELO, L. E. G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. IPEF, Piracicaba, 2/3:65-75, 1971.
6. HALWARD, A. & SANCHEZ, C. Métodos de ensaio nas indústrias de celulose e papel. São Paulo, Ed. Bueno, 1975. 458p.
7. HIETT, L. A.; BEERS JR., W. L.; ZACHARIASEN, K. A. Relationships between wood density and other wood and pulp properties. TAPPI, 43:169-173, 1960.
8. HIGA, A. R.; KAGEYAMA, P. Y.; FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de *P. elliotii* var. *elliotii* e *P. taeda*. IPEF, Piracicaba, 7:79-89, 1973.
9. MEDINA, J. C. Plantas fibrosas da flora mundial. Campinas, Instituto Agrônomo, 1959. 913p.
10. NIESCHLAG, H. J.; NELSON, G. H.; WOLFF, I. A.; PERDUE JR., R. E. A search for new fiber crops. TAPPI, 43:193-201, 1960.
11. SALGADO, A. L. B.; AZZINI, A.; PIMENTEL, J. M.; POTASCHEFE JR., J. Instruções para a cultura da *Crotalaria juncea*, visando à produção de fibras. 2. ed. rev. e at. Campinas, Instituto Agrônomo, 1980. 26p. (Boletim Prático, 198)
12. STRAUBE, C. D. Celulose de *crotalaria*. O Papel, São Paulo, 34:50-58, 1973.
13. TELXEIRA, J. P. F.; MASCARENHAS, H. A. A.; BATAGLIA, O. C. Efeito de cultivares, tipos de solos e práticas culturais sobre a composição química de sementes de soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1., Londrina, PR, 1978. Anais. v.1, p.11-16.