

# BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo

Vol. 20

Campinas, julho de 1961

N.º 26

## RESULTADOS EXPERIMENTAIS COM A CULTURA DA *CROTALARIA JUNCEA* L. L., COMO PLANTA PRODUTORA DE CELULOSE PARA PAPEL (1)

JÚLIO CÉSAR MEDINA e DIRCEU CIARAMELLO, engenheiros-agrônomo, Seção de Plantas Fibrosas, e ARMANDO PETINELLI, engenheiro-agrônomo, Estação Experimental de Tatuí, Instituto Agrônômico

### RESUMO

São apresentados e discutidos os resultados de vários experimentos de campo realizados na Estação Experimental de Tatuí, do Instituto Agrônômico, com a *Crotalaria juncea* L. como planta produtora de celulose para papel.

Esses resultados permitem fazer recomendações úteis sobre o melhoramento técnico da cultura e da produção, no concernente às questões de variedades, espaçamento, densidade de semeadura, época de semeadura e época de colheita dos caules.

### 1 — INTRODUÇÃO

A *Crotalaria juncea* L. é um arbusto ereto e de rápido crescimento, originário da Índia, pertencente à subfamília *papilionoideae*, da família *leguminosae*.

Além do amplo e generalizado emprêgo que tem em muitos países tropicais e subtropicais como adubo verde e, em menor escala, como planta forrageira, constitui, na Índia, de onde é originária, uma das plantas fibrosas de utilização mais antiga (1). A literatura Sanscrita já a menciona. Consta que os cordões de sacrifício dos «khastrias» eram fabricados com as fibras de *sunn*, *sann* ou *senai*, como é conhecida vulgarmente a planta na Índia.

A produção comercial da fibra de «sunn hemp» como é designada na literatura inglesa e nos mercados internacionais, está restrita apenas à Índia e ao Paquistão Oriental, onde representa um produto de impor-

(1) Recebido para publicação em 9 de maio de 1961.

tância econômica tanto no mercado interno como de exportação. No período de 1937 a 1942, a produção média indiana desta fibra foi estimada em 116 mil toneladas anuais, para uma área de 145 mil hectares. Nesse período, as exportações atingiram cerca de 30 mil toneladas anuais.

Nos primórdios do século XVIII a fibra já era conhecida nos mercados europeus. As exportações da Índia aumentaram consideravelmente no presente século, particularmente para a Inglaterra e Estados Unidos, onde a fibra tem sido utilizada, como sucedâneo do cânhamo (*Cannabis sativa*L.), na manufatura de cordas, barbantes e rédes de pescar, principalmente.

A par do seu reconhecido valor para fins têxteis, a fibra constitui, ainda, valiosa matéria-prima celulósica para manufatura de papéis de alta classe (5).

Com esta finalidade em vista, os autores realizaram, na Estação Experimental de Tatuí, do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, diversos experimentos de campo objetivando solucionar alguns dos problemas relacionados com a melhoria quantitativa de sua produção. As possibilidades agrícolas da *C. juncea*, no Estado de São Paulo, como planta celulósica, já foram anteriormente relatadas por Medina (2) e Miranda Cardoso (4).

## MATERIAL E MÉTODO

Com exceção dos experimentos de variedades, empregou-se em todos os demais a variedade comum, que é cultivada no Estado de São Paulo para fins de adubação verde. Excetuando-se o experimento de época de colheita, os caules foram, em todos os demais ensaios, colhidos na fase que vai de pleno florescimento ao início da frutificação (sementes em estado leitoso). Os caules foram sempre ceifados bem rente ao solo e despontados da porção apical ramificada, que apresenta pouco valor no fornecimento de fibras.

Com exclusão do experimento de densidade de sementeação x espaçamento, usou-se nos demais ensaios a densidade de sementeação de 80 quilos de sementes por hectare, em linhas distanciadas de 25 centímetros entre si, o que corresponde a 2 gramas de sementes por metro linear.

A extração das fibras foi realizada sempre por meios mecânicos,

mediante o emprêgo de uma desfibradeira de sisal, de alimentação manual. As fibras assim obtidas não podem ser comparadas, em limpeza e qualidade, àquelas produzidas na Índia para fins têxteis, pelo processo de maceração em água. Satisfazem, contudo, plenamente, às exigências da indústria de celulose.

As fibras foram secadas ao sol e após leve batedura manual estavam aptas para ser utilizadas como matéria-prima celulósica.

### 3 — RESULTADOS

Serão apresentadas, a seguir, para cada experimento, as produções médias de massa verde e fibra obtidas, calculadas em toneladas e quilos por hectare, respectivamente, assim como os dados sôbre a altura média das plantas na colheita, o rendimento de fibra sêca sôbre a massa verde, a diferença mínima significativa de produção e o coeficiente de variabilidade dos dados de produção de massa verde e fibra.

#### 3.1 — EXPERIMENTOS DE VARIEDADES

**Ano Agrícola 1957/58** — Este experimento, em blocos ao acaso e quatro repetições, instalado em 22 de outubro de 1957 e colhido em 21 de março de 1958, teve por finalidade comparar o comportamento e a produção de 8 variedades de *C. juncea*, inclusive a variedade comum cultivada no Estado de São Paulo, como testemunha. No quadro 1, estão indicados os resultados obtidos de cada variedade.

Verificou-se, pela análise da variância, que em relação à produção de massa verde houve uma diferença devido a variedades apenas significativa a 5%. No concernente à produção de fibras, não houve diferença estatística entre as variedades. Em ambos os casos ocorreu, porém, efeito altamente significativo devido a repetições.

O coeficiente de variabilidade para produção de fibras foi bastante alto.

**Ano agrícola 1958/59** — Incluiu-se, neste experimento, que compreendia as mesmas variedades estudadas no ano agrícola anterior, o material obtido por simples seleção massal procedida em plantas da variedade comum cultivada em São Paulo, apresentando as características de porte alto e pouca ramificação apical. Este experimento foi ins-

QUADRO 1. — Produções médias de massa verde e fibra, calculadas por hectare, e rendimento médio de fibra seca sobre massa verde, para cada variedade de *Crotalaria juncea* L. do experimento realizado no agrícola 1957/1958.

| Variedades                  | Massa verde | Fibras secas | Rendimento de fibras |
|-----------------------------|-------------|--------------|----------------------|
|                             | t/ha        | kg/ha        | %                    |
| Local B, Vodgaon .....      | 20,4        | 1 660        | 8,15                 |
| N.º 4 Bijpur .....          | 19,8        | 1 280        | 6,45                 |
| N.º 14 Shahoda .....        | 20,3        | 1 300        | 6,43                 |
| N.º 39 Dohod .....          | 19,2        | 1 060        | 5,54                 |
| Local variety (Índia) ..... | 16,5        | 980          | 5,62                 |
| Indonésia .....             | 19,3        | 1 080        | 5,58                 |
| Rhodésia do Norte .....     | 17,3        | 1 160        | 6,70                 |
| Comum (testemunha) .....    | 27,2        | 1 740        | 6,41                 |
| D. m. s. ....               | 4,2*        | n. s.        | —                    |
| C. v. (%) .....             | 14,6        | 30,9         | —                    |

talado em 20 de outubro de 1958, usando-se o delineamento em «lattice» 3 x 3 equilibrado. A colheita dos caules foi efetuada em 31 de março de 1959, isto é, 162 dias após a sementeira.

No quadro 2 estão indicadas as produções obtidas, a altura média das plantas na colheita e o rendimento de fibras secas, para cada variedade.

QUADRO 2. — Produções médias de massa verde, de caules verdes despontados e de fibras, calculadas por hectare, assim como a altura média das plantas na colheita e o rendimento de fibras secas sobre a massa verde, de cada variedade de *Crotalaria juncea* L. do experimento realizado no ano agrícola 1958/59

| Variedades                  | Massa verde | Caules sem as pontas | Fibras secas | Altura média das plantas | Rendimento de fibras |
|-----------------------------|-------------|----------------------|--------------|--------------------------|----------------------|
|                             | t/ha        | t/ha                 | kg/ha        | cm                       | %                    |
| Rhodésia do Norte .....     | 47,6        | 36,8                 | 3 300        | 245                      | 6,94                 |
| Comum selecionada .....     | 59,2        | 50,3                 | 4 340        | 315                      | 7,31                 |
| Comum .....                 | 56,7        | 45,3                 | 3 690        | 285                      | 6,50                 |
| Local B, Vodgaon .....      | 42,7        | 33,2                 | 3 260        | 255                      | 7,63                 |
| N.º 4 Bijpur .....          | 50,4        | 38,5                 | 3 200        | 275                      | 6,35                 |
| N.º 39 Dohod .....          | 50,8        | 37,9                 | 2 950        | 240                      | 5,80                 |
| Indonésia .....             | 53,7        | 37,9                 | 3 610        | 270                      | 6,72                 |
| Local variety (Índia) ..... | 40,2        | 30,5                 | 2 710        | 260                      | 6,75                 |
| N.º 14 Shahoda .....        | 46,7        | 34,4                 | 2 560        | 255                      | 5,45                 |
| D. m. s. ....               | 9,2**       | —                    | 690**        | —                        | —                    |
| C. v. (%) .....             | 6,67        | —                    | 6,16         | —                        | —                    |

Em relação à produção de massa verde, a análise estatística dos dados mostrou que a variedade comum selecionada foi superior às variedades «Local variety» (Índia), «Local B. Vodgaon» e «N.º 14 Shahoda», porém não diferiu, estatisticamente, das demais. Em relação à produção de fibras, a variedade comum selecionada deu a maior produção, a qual foi significativamente superior às das variedades «N.º 35 Dohod», «Local variety» (Índia) e «N.º 14 Shahoda». Estatisticamente, porém, não diferiu das demais variedades.

### 3.2. — EXPERIMENTO DE ÉPOCA DE COLHEITA

Foi instalado em 15 de outubro de 1958, em blocos ao acaso e quatro repetições, e tinha por objetivo verificar, através de nove épocas de colheita, a influência desta sobre a produção de fibras.

No quadro 3 estão indicadas as produções obtidas, a altura média das plantas na colheita e o rendimento de fibras secas, para cada época de colheita estudada.

QUADRO 3. — Produções de massa verde, de caules verdes despontados e de fibras, calculados por hectare, assim como a altura média das plantas na colheita e o rendimento de fibras secas sobre a massa verde, para cada época de colheita de *Crotalaria juncea* L.

| Idade das plantas na colheita | Massa       | Caules sem as pontas | Fibras secas | Altura média das plantas | Rendimento de fibras |
|-------------------------------|-------------|----------------------|--------------|--------------------------|----------------------|
| <i>dias</i>                   | <i>t/ha</i> | <i>t/ha</i>          | <i>kg/ha</i> | <i>cm</i>                | <i>%</i>             |
| 92 .....                      | 44,2        | 31,1                 | 1 500        | 180                      | 3,39                 |
| 107 .....                     | 45,4        | 37,4                 | 2 670        | 235                      | 5,89                 |
| 127 .....                     | 55,9        | 44,4                 | 3 270        | 285                      | 5,86                 |
| 140 .....                     | 44,2        | 36,6                 | 3 100        | 310                      | 7,24                 |
| 159 .....                     | 51,4        | 41,8                 | 3 500        | 335                      | 6,81                 |
| 168 .....                     | 51,6        | 44,2                 | 3 250        | 320                      | 6,30                 |
| 182 .....                     | 49,2        | 42,5                 | 4 500        | 335                      | 9,15                 |
| 201 .....                     | 33,2        | 27,6                 | 4 470        | 340                      | 13,48                |
| 218 .....                     | 30,7        | 26,6                 | 4 450        | 320                      | 14,49                |
| D. m. s. ....                 | 11,0**      | —                    | 1 030**      | —                        | —                    |
| C. v. (%) .....               | 10,21       | —                    | 14,15        | —                        | —                    |

Na quantidade de massa verde, a colheita aos 127 dias deu a maior produção, a qual não difere, estatisticamente, entretanto, das produções correspondentes às colheitas aos 107, 159, 168 e 182 dias após a semeadura. As duas últimas colheitas, quando as plantas tinham 201 e

218 dias de idade, deram produções significativamente mais baixas que as das demais épocas de colheitas estudadas. Isso se deve, porém, ao menor teor de umidade das plantas e à menor quantidade de fôlhas ainda restantes nos caules.

Quanto à produção de fibras, o teste de Tukey mostrou que duas épocas diferem significativamente quando há uma diferença de 1 030 quilos ou mais na produção. Nestas condições, as três últimas épocas de colheita não diferem entre si, porém, tôdas as três foram significativamente superiores às demais épocas no concernente à produção de fibras.

Os resultados dêste experimento mostram que, em relação à produção de fibras, a *C. juncea* deverá ser colhida aos 6 meses de idade, isto é, com as vagens em plena maturação. Não se aplica, pois, no caso da *C. juncea* como planta produtora de celulose, aquela recomendação de que, para produção de fibras têxteis, as plantas devem ser colhidas na fase de pré-floração a plena floração.

Devido à falta de laboratório especializado ao estudo de celulose e papel, não foi possível determinar, nas amostras de fibras dêste experimento, a evolução das características das fibras em função da idade das plantas e a sua influência sôbre a qualidade da celulose.

### 3.3 — EXPERIMENTO DE DENSIDADE DE SEMEAÇÃO X ESPAÇAMENTO

Instalado em 21 de outubro de 1958, em blocos ao acaso com parcelas sub-divididas («split-plot») e quatro repetições, tinha por objetivo verificar o efeito da densidade de semeadura e distância entre as linhas na cultura da *C. juncea* como planta fibrosa. Foram estudadas as combinações de três densidades de semeadura com três distâncias entre linhas, num total de nove tratamentos.

No quadro 4 estão indicadas as produções obtidas, a altura média das plantas na colheita e o rendimento de fibras secas para cada tratamento.

A análise da variância da produção de massa verde mostrou que há, para densidades de semeadura, efeito apenas significativo (5%), e que a maior densidade (2,5 gramas por metro linear) é, estatisticamente, inferior às densidades de 1,5 e 2 gramas, as quais não diferem, por outro lado, entre si.

QUADRO 4. — Produções médias de massa verde, de caules verdes despontados e de fibras, calculadas por hectare, assim como a altura média das plantas na colheita e o rendimento de fibras de cada tratamento do experimento de densidade de sementeação x espaçamento de *Crotalaria juncea* L.

| Tratamentos                                 |                        | Quantidade de sementes | Massa verde | Caules verdes sem as pontas | Fibras sêcas | Altura média das plantas | Rendimento de fibras |
|---|------------------------|------------------------|-------------|-----------------------------|--------------|--------------------------|----------------------|
| Densidade de sementeação por metro de sulco | Distância entre linhas |                        |             |                             |              |                          |                      |
|   |                        | kg/ha                  | t/ha        | t/ha                        | kg/ha        | cm                       | %                    |
| 1,5 gramas                                  | 20 cm ..               | 75,0                   | 61,2        | 51,2                        | 4 150        | 300                      | 6,78                 |
|   | 30 cm ..               | 52,5                   | 56,0        | 48,0                        | 3 570        | 305                      | 6,37                 |
|   | 40 cm ..               | 37,5                   | 56,1        | 47,4                        | 3 620        | 300                      | 6,45                 |
| 2,0 gramas                                  | 20 cm ..               | 100,0                  | 61,5        | 52,1                        | 4 750        | 305                      | 7,72                 |
|   | 30 cm ..               | 70,0                   | 56,5        | 50,4                        | 3 240        | 305                      | 5,73                 |
|   | 40 cm ..               | 50,0                   | 56,5        | 46,6                        | 3 300        | 305                      | 5,84                 |
| 2,5 gramas                                  | 20 cm ..               | 125,0                  | 56,3        | 48,2                        | 4 400        | 295                      | 7,81                 |
|   | 30 cm ..               | 87,5                   | 50,8        | 45,8                        | 3 420        | 305                      | 6,74                 |
|   | 40 cm ..               | 62,5                   | 54,5        | 45,9                        | 3 400        | 300                      | 6,24                 |
| D. m. s.                                    | Densidade ..           | —                      | 4,9*        | —                           | n. s.        | —                        | —                    |
|   | Espaçamento.           | —                      | n. s.       | —                           | 690**        | —                        | —                    |
| C. v. (%)                                   | .....                  | —                      | 7,17        | —                           | 6,20         | —                        | —                    |

Em relação à produção de fibras, a análise mostrou que há efeito altamente significativo devido a espaçamento, e que a distância entre linhas de 20 centímetros é, estatisticamente, superior às distâncias de 30 e 40 centímetros, sendo que estas não diferem, significativamente, entre si.

### 3.4 — EXPERIMENTO DE ÉPOCA DE SEMEAÇÃO

Este experimento, instalado no ano agrícola 1959/60, em quadrado latino, compreendeu o estudo do efeito de seis épocas de sementeação, com diferença de 15 dias uma da outra, sobre a produção de massa verde e de fibra. A primeira sementeação foi efetuada em 15 de outubro.

No quadro 5 estão indicadas as produções obtidas, a altura média das plantas na colheita e o rendimento de fibras sêcas, para cada época de sementeação.

Na produção de massa verde, o efeito devido a épocas foi altamente significativo, sendo que a primeira época de sementeação foi a melhor. Não difere, estatisticamente, entretanto, da segunda época, porém, é

QUADRO 5. — Produções médias de massa verde, de caules verdes despontados e de fibras, calculadas por hectare, assim como a altura média das plantas na colheita e o rendimento de fibras secas de cada tratamento do experimento de época de sementeação de *Crotalaria juncea* L. efetuado no ano agrícola 1959/60.

| Época de sementeação | Massa verde | sem as pontas<br>Caules verdes | Fibras secas | Altura média das plantas | Rendimento de fibras secas |
|----------------------|-------------|--------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------|
|                      | t/ha        | t/ha                           | kg/ha        | cm                       | %                          |
| 15 de outubro .....  | 35,9        | 33,2                           | 3 320        | 285                      | 9,24                       |
| 30 de outubro .....  | 29,3        | 27,1                           | 2 890        | 275                      | 9,88                       |
| 15 de novembro ..... | 28,2        | 26,3                           | 2 510        | 280                      | 8,90                       |
| 30 de novembro ..... | 23,9        | 21,9                           | 1 860        | 250                      | 7,80                       |
| 15 de dezembro ..... | 13,6        | 12,3                           | 970          | 200                      | 7,10                       |
| 30 de dezembro ..... | 7,8         | 6,8                            | 540          | 140                      | 6,95                       |
| D.m.s. ....          | 6,6**       | —                              | 565**        | —                        | —                          |
| C.v. (%) .....       | 23,7        | —                              | 23,1         | —                        | —                          |

superior a tôdas as demais épocas estudadas. Estes resultados confirmam, aliás, aquêles obtidos anteriormente por Medina (3), de 1948 a 1950, em 10 localidades do Estado de São Paulo.

No concernente à produção de fibras, também houve um efeito altamente significativo devido a épocas, sendo que a primeira época foi, ainda, neste caso, a melhor. Não difere, estatisticamente, todavia, da segunda época, e é superior a tôdas as demais épocas de sementeação estudadas.

#### 4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A fibra da *C. juncea* é uma das melhores matérias-primas de fibras longas para fabricação de papéis de fina qualidade que se conhece. Nesse sentido, poderá ser valioso coadjuvante à solução do problema de fornecimento de celulose às indústrias nacionais dêsse tipo de papel. Além de ser uma planta de rápido crescimento e curto ciclo vegetativo, com elevada produção de fibras por unidade de área, a cultura da *C. juncea* se destaca pela possibilidade de poder ser totalmente mecanizada, desde a sementeação até a extração das fibras. Produz, em média, 3 toneladas de fibras por hectare, próprias para consumo pelas indústrias de celulose, com rendimento de 60% de celulose não branqueada. As fibras têm, em média, segundo medições procedidas pela Seção de Plantas Fibrosas, o comprimento de 3,2 mm e a largura de

0,017 mm, o que dá um índice de enfieltramento (relação comprimento/largura) de 182:1.

Com base nos resultados dos experimentos aqui relatados, ficam justificadas as seguintes recomendações ao estabelecimento da cultura da *C. juncea* no Estado de São Paulo, como planta produtora de celulose para papel:

**Variedades** — Empregar a mesma variedade comum, que de longa data já vem sendo aqui cultivada como adubo verde.

**Densidade de sementeação e espaçamento** — Semear na base de 2 gramas de sementes por metro linear, em linhas distanciadas de 20 centímetros uma da outra, o que corresponde a 100 quilos de sementes por hectare.

**Época de sementeação** — Semear durante o mês de outubro.

**Época de colheita** — Efetuar a colheita dos caules quando as vagens atingirem plena maturação.

### SUMMARY

#### RESULTS FROM FIELD TRIALS WITH *CROTALARIA JUNCEA* L. AS FIBER PLANT FOR PAPER PULP

This paper reports the results obtained in sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.) field trials carried out at the Tatui Experiment Station, São Paulo State. The trials were designed to study the effect of varieties, spacing x rate of seeding, time of sowing and time of harvesting on sunn hemp fiber production as a raw material for paper pulp.

From the results achieved in these trials, the following recommendations can be made for growing sunn hemp as a fiber plant for paper pulp in the State of São Paulo.

**Variety:** to use the common variety that is normally sowed for green manuring.

**Time of sowing:** to sow the seeds during october.

**Rate of seed sowing and spacing:** to sow the seeds at the rate of 100 lbs/acre in rows spaced 8 inches apart.

**Time of harvesting:** to harvest the stalks for mechanical fiber extraction when the seed pods are in the mature stage.

## LITERATURA CITADA

1. CHAUDHRI, S. D.. Sunn-hemp in East Pakistan. *Agriculture in Pakistan* 1:156-160. 1950.
2. MEDINA, J. C. A *Crotalaria juncea* L. como planta fibrosa para São Paulo. *Fôlha Agropecuária*, da «Fôlha da Manhã», São Paulo, p. 568, de 5-5-1956; p. 636-637, de 2-6-1956.
3. ———. *In* Relatório da Seção de Plantas Fibrosas, Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, referente aos anos de 1948 a 1950. [Não publicado].
4. MIRANDA CARDOSO, E. Produção de pasta química e papel com fibra da *Crotalaria juncea*. *Fôlha Agropecuária*, da «Fôlha da Manhã», São Paulo, p. 754, de 12-4-1958.
5. MINISTRY OF AGRICULTURE, NEW DELHI. *Bulletin of the Marketing of Sunn Hemp in India*. New Delhi, 1948. 80 p. (A.M.A. 59).