

O TAMANHO DOS VASOS E FIBRAS DO XILEMA-SECUNDÁRIO NOS ANÉIS DE CRESCIMENTO DA *TECOMA CHRYSOTHRICA*, Mart. *

CLÓVIS FERRAZ DE O. SANTOS; IZAIAS O. NOGUEIRA

E. S. A. "LUIZ DE QUEIROZ"

1. INTRODUÇÃO

Dado o interêsse atual que vem despertando no Brasil o emprêgo da matéria prima nacional para as indústrias de celulose, e sendo os constituintes fibrosos do xilema-secundário dos caules das plantas lenhosas os elementos de importância que fazem a pasta celulósica, deduz-se daí o valor dos estudos relacionados com êsses elementos, em plantas nacionais, e que podem ser utilizadas em tais indústrias.

No Brasil, salvo os trabalhos de pesquisas para fins industriais e de identificação microscópica e macroscópica das madeiras, realizados por PEREIRA (1933), MANIERI (1958), ALMEIDA, ARAUJO E BARROS (1950) pouco se tem investigado sobre a ontogenia dêsses elementos lenhosos, em função da idade da planta. Isso porque as plantas florestais das zonas tropicais nem sempre mostram, com muita nitidez, os anéis de crescimento e, quando o mostram, não se pode correlacioná-los exatamente com a idade das mesmas.

O presente trabalho foi planejado tendo em vista conhecer a variabilidade do comprimento e espessura das fibras, e comprimento e largura dos vasos lenhosos e suas relações nos diversos anéis de crescimento de *Tecoma chrysothrica*, planta lenhosa que mostra zonas de crescimento anual perfeitamente demarcadas (PEREIRA, 1933).

Foi feita também uma análise estatística dos resultados para comprovar a existência ou não de efeito biológico no aumento do comprimento e largura das fibras e vasos, em função dos anéis de crescimento.

* - Recebido para publicação em 3/2/62.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Segundo SPURR e HYVARINEN (1954), desde os trabalhos de Sanio em 1872, os estudos das variações do tamanho dos traqueídeos e das fibras e vasos, nos caules lenhosos, têm merecido a atenção dos investigadores. Afirmam eles que, enquanto os silvicultores investigam as essências florestais, com vistas ao melhor aproveitamento dos elementos lenhosos como matéria-prima (celulose), os botânicos cuidam do mesmo estudo, porém tendo em vista suas possíveis relações com a evolução, com o crescimento e com a senectude dessas plantas lenhosas.

Na opinião de BAILEY e SHEPARD (1914), as conclusões de Sanio sobre as variações do tamanho dos elementos lenhosos são denominados leis de Sanio. Elas têm servido de base para as investigações nesse campo da anatomia aplicada.

BAILEY e SHEPARD (1915), estudando em *Pinus strobus*, *Abies concolor* e *Pinus palustris* e *Tsuga canadensis*, a variação das dimensões das fibras, e traqueídeos, em função da posição dos mesmos numa dada secção do caule, verificaram que ambos aumentam do centro para a periferia, nos diversos anéis de crescimento, e flutuam largamente nos anéis mais externos, ao invés de permanecerem em constantes como afirma Sanio.

PRITCHARD e BAILEY (1916) verificaram em *Carya ovata* que fibras e vasos lenhosos também aumentam o seu comprimento do centro para a periferia até atingirem um máximo e depois permanecem mais ou menos constantes nos últimos estágios do desenvolvimento da planta.

Baseados nessas informações bibliográficas, resolvemos estudar esse problema em algumas essências nacionais e exóticas, iniciando tal estudo com a *Tecoma chrysothrica*, Mart.

3. MATERIAL E MÉTODO

O material para o presente estudo foi colhido de duas plantas de **Tecoma chrysothrica**, que foram eliminadas da Praça "José de Mello Morais", durante a reforma ali promovida pela Prefeitura Municipal, em meados de maio de 1959. Essas plantas tinham, segundo informação do Professor Doutor Philippe Westin Cabral de Vasconcelos, ex-Professor Catedrático de Horticultura, aproximadamente a idade de 20 anos.

Com o auxílio de um serrote retiramos do caule de cada planta um disco, com 1,5 cm de espessura, e a 60 cm do nível do solo; os discos mediram, aproximadamente, de 15 a 16 cm de diâmetro.

Contamos, macroscopicamente, 19 a 20 zonas de crescimento, (Fig. A) e posteriormente confirmadas por exame microscópico (Fig. B), as quais parecem corresponder à idade das plantas.

Marcamos os anéis de crescimento, nos dois discos, a partir do centro até a zona cambial. Retiramos, com serra circular, de cada disco, uma peça, em direção radial, com 0,5 cm de largura; as peças foram posteriormente subdivididas em 10 porções, correspondendo cada porção a dois anéis de crescimento. A seguir, as 10 amostras das duas peças foram maceradas separadamente, em caixas de Petri, com solução de água oxigenada a 20 volumes, em estufa a 56° C. e numeradas do centro para a periferia.

Após estarem os tecidos bem dissociados, separamos 5 amostras de cada porção (correspondentes a dois anéis de crescimento), com as quais foram montadas 5 lâminas em geléia de glicerina, colorida com Safranina.

Com auxílio de um microscópio, munido de ocular-micrométrica, examinamos 5 lâminas e, em cada uma delas, 5 vasos lenhosos e 5 fibras, nesses elementos escolhidos ao acaso, medimos o comprimento e a largura.

Dessa maneira medimos 250 fibras e vasos lenhosos, em cada disco.

Em fichas separadas e numeradas de 1 a 10, anotamos as mensurações.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

a - **Comprimento das fibras**- Os resultados médios obtidos pelas mensurações das fibras nas duas plantas, constam de Tabela I.

TABELA I

MÉDIAS DE COMPRIMENTO DE FIBRAS EM MICROS

Nº das amostra	1a planta	2a planta	Totais
* 1	747,34	781,22	1.528,56
2	879,78	842,11	1.721,89
3	927,24	857,40	1.784,64
4	936,54	928,80	1.865,34
5	927,94	989,00	1.916,94
6	1.111,98	1.157,56	2.269,54
7	1.073,28	1.040,08	2.113,36
8	985,56	1.019,64	2.005,20
9	924,50	1.076,80	2.001,30
** 10	1.030,28	971,80	2.002,08
Total	9.544,44	9.664,41	19.208,85

* - Anel mais interno

** - Anel mais externo

Pelo exame desses resultados, pode-se prever a existência de um período, na vida da planta, em que as fibras lenhosas atingem um comprimento máximo na região da 6a amostra e que corresponde, aproximadamente, ao 11º e 12º anéis de crescimento.

A análise da variância desses resultados consta da Tabela II, que nos indica a existência de uma diferença significativa entre amostras, ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA II

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Causa variação	G. L.	S. Quadrados	Q. Médio	F
Repetições	1	719,65	719,65	0,318
Amostras	9	196.978,29	21.886,48	9,668**
Resíduo	9	20.374,94	2.263,88	
Total	19	218.072,88		

A observação estatística desses dados confirma existir uma tendência dos comprimentos das fibras aumentarem até mais ou menos na região da 6a. amostra (que corresponderia a aproximadamente à idade de 12 anos) da planta, quando se formaram os 11º e 12º anéis, supondo que cada ano tenha formado um anel apenas). A seguir, o comprimento dessas fibras de cresce até a 10a. amostra. Isso indica que as fibras produzidas pelas cambiais iniciais, nos diferentes anéis de crescimento, têm comprimento significativamente diferentes e aumentam gradativamente do anel mais interno até atingirem os anéis medianos, onde se verifica a existência de um máximo no comprimento das fibras. Após esse máximo, passam a diminuir o comprimento até os anéis mais externos.

Uma análise da regressão, feita pelo método dos

polinômios ortogonais, deu os resultados constantes da Tabela III.

TABELA III

ANÁLISE DE REGRESSÃO

Causa da Variação	G.L.	S. de Quadrados	Q. Médio	F.
Regressão Linear	1	107.342,51	107.342,51	47,42**
Regressão Quadrática	1	55.902,26	55.902,26	24,69**
Desvio Regressão	7	33.733,52	4.819,07	2,13
Resíduo	9	20.374,94	2.263,88	

Observa-se ser altamente significativa a regressão linear e quadrática, pois o teste F indicou a significância ao nível de 1% de probabilidade.

Pelos método dos polinômios ortogonais encontramos a equação de regressão (1)

$$(1) \quad y = 660,09 + 105,5402 x - 7,27583 x^2,$$

onde x indica o número da amostra e y o comprimento das fibras. Como se vê, é um trinômio do segundo grau, cujo máximo ocorre para $x = 7,25$. É um máximo teórico que concorda, aproximadamente, com o verificado na 6a. amostra.

Resumimos na tabela IV seguinte os comprimentos médios das fibras das plantas medidas e o comprimento calculado pela equação de regressão nº 1.

TABELA IV

COMPRIMENTOS MÉDIOS OBSERVADOS E CALCULADOS.

Amostras	Comprimento de fibras observado (médias)	Comprimento de fibras calculado pela equação de regressão
1	764,28	758,36
2	860,95	842,07
3	892,32	911,23
4	932,67	965,84
5	958,47	1.005,90
6	1.134,77	1.031,40
7	1.056,68	1.042,36
8	1.002,60	1.038,76
9	1.000,65	1.020,61
10	1.001,04	987,91

Vemos pelos resultados teóricos que a região da 7a. a mostra é a que apresenta os maiores comprimentos de fibras.

b - Comprimento dos Vasos

TABELA V

MÉDIA DE COMPRIMENTO DE VASOS EM MICROS.

Nº das amostras	1a. planta	2a. planta	Totais
* 1	246,88	248,94	495,82
2	275,88	241,27	517,15
3	272,37	270,54	542,91
4	261,95	263,92	525,87
5	271,78	277,56	549,34
6	282,47	265,14	547,61
7	278,10	260,22	538,32
8	279,72	241,60	521,32
9	264,20	274,05	538,25
** 10	278,53	265,68	544,21
Total	1.711,88	2.608,92	5.320,80

* - Anel mais interno

** - Anel mais externo

A análise da variância deu o seguinte resultado.

TABELA VI

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Causa Variação	G. L.	S. Quadrados	Q. Médio	F
Plantas	1	530,04	530,04	3,79
Amostras	9	1.286,28	142,92	1,02
Residuo	9	1.258,98	139,89	
Total	19	3.075,30		

O resultado da análise não foi significativo, indicando que não houve variação na região de medição, bem como não significativo as variações entre plantas.

Concluimos que, nas plantas estudadas, o comprimento dos vasos é, em média, de $266,04 \pm 2,84$ micros, indicando a tendência de ser mantido o tamanho nos diferentes anéis de crescimento.

c - Largura de vasos

MÉDIA DAS LARGURAS DOS VASOS EM MICROS

Amostras	1a. planta	2a. planta
1	83,5	78,7
2	96,1	64,6
3	121,2	107,1
4	127,9	96,3
5	98,7	102,1
6	135,3	113,9
7	120,7	113,2
8	117,5	117,5
9	101,4	113,6
10	114,7	109,1

A análise da variância deu o seguinte resultado

Causa variação	G. L.	S. Quadrados	Q. Médio	F
Amostras	9	509,04	509,04	4,82*
Plantas		4.087,62	454,18	4,30
Resíduo		950,27	105,59	
Total	19	5.546,93		

A análise da variância indicou significância ao nível de 5% de probabilidade para amostras, indicando isto que os vasos têm larguras significativamente diferentes de uma amostra para outra. Isso tem importância biológica, pois são os vasos lenhosos responsáveis pela circulação da seiva bruta, a qual parece ter o máximo de circulação ao nível da 6a. amostra. Isso nos leva a pensar que, de fato, o período de maior atividade vital da planta com relação aos elementos lenhosos se dá mais ou menos na idade de 11 a 12 anos, quando se formam os 2 anéis da 6a. amostra. Leva-nos também a pensar que a planta tem o seu período de senectude nessa idade (11 a 12 anos). Esta observação concorda com PRIESTLEY (1930), quando afirma que o aumento do comprimento da fibra resulta da pressão causada pela maior expansão no diâmetro dos vasos lenhosos nas plantas com anéis porosos.

d - Espessura das fibras

MÉDIAS DA ESPESSURA DAS FIBRAS EM MICROS

Amostras	1a. planta	2a. planta
1	3,4	4,4
2	5,0	5,0
3	5,5	5,6
4	5,8	5,4
5	5,6	5,7
6	5,8	5,7
7	6,0	5,6
8	5,8	5,4
9	5,5	5,5
10	5,9	5,7

Neste caso os resultados diferem muito pouco, não só em relação às plantas como em relação às amostras. Não há diferenças significativas, o que se pode verificar fazendo a análise da variância, como nos casos anteriores. Neste caso a largura das fibras é em média 5,42 micros ou mais precisamente $5,42 \pm 0,19$.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Observações macro e microscópicas, mensurações do elemento do Xilema-Secundário, foram procedidas em duas peças com 1 cm de espessura e obtidas por secção transversal do caule de duas plantas de *Tecoma chrysothrica*, Mart, as quais, segundo informações, tinham aproximadamente a idade de 20 anos e mediam mais ou menos 15 a 16 cm de diâmetro. Em exames macro e microscópicos foram contadas 20 zonas de crescimento.

As zonas de crescimento foram separadas de duas em duas mediante um exame previo em lâminas montadas e coloridas, obtidas por secção transversal ao longo de toda a extensão radial da peça. De cada duas zonas foi retirada um porção radial e em seguida macerada com H_2O_2 a 20 Vol. Os elementos assim dissociados e isolados foram medidos ao microscópio com a ocular micrométrica 20 x e objetiva 40 x.

As mensurações de cada elemento nos diversos anéis de crescimento foram analisadas estatisticamente com a finalidade de se verificar a existência de correlação entre o comprimento das fibras e o anel que o produziu.

Das observações macro e microscópicas, da análise estatística das mensurações dos elementos lenhosos, pode-se concluir que:

- 1 - As plantas em estudo mostra perfeitamente as zonas de crescimento, as quais são em número de 20 e correspondem a idade da planta.
- 2 - o comprimento das fibras é significativamente variável de anel para anel e tem o seu máximo comprimento no 11º e 12º anel de crescimento.

3 - Essas plantas nas condições em que viveram, tiveram seu período de senectude na idade de 11 a 12 anos, quando se formaram o 11º e 12º anel.

4 - O comprimento dos vasos e a largura das fibras nos diferentes anéis de crescimento não mostram variação significativa de anel para anel.

5 - A largura dos vasos lenhosos, nos diferentes anéis de crescimento, é significativamente variável e tem a sua máxima largura na região de 6a. amostra, a qual corresponde aproximadamente à região onde se verifica o máximo comprimento das fibras lenhosas.

6. SUMMARY

This paper deals with the macroscopic and microscopic observation of the growth rings in two disks from the crossing section of wood stem of *Tecoma chrysothrica* and also deals with statistical analysis of the size of fiber and vessel member in different growth rings of secondary xylem.

By statistical analyses of variance the authors verified the following: first, the fiber reaches its utmost length at the 11th and 12th growth rings; second, the vessel member reaches its utmost width in the same region as the fiber length. This point out there is certain correlation between the width of vessel member with the fiber length at the same growth rings.

There was no statistical significance in the variation of the vessel length and the fiber width.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PEREIRA, J. A. - Contribuição para a identificação micrográfica das nossas madeiras. Bol. Lab. Ens. Mater. (Escola Politécnica de São Paulo) 9:1-165, 1933.

- MANIERI, C. - Identificação das principais madeiras de comer
cio no Brasil. Bol. Inst. Pesq. Tecnol. 46:1-189, 1958.
- ALMEIDA, D. G.; ARAÚJO, P. A. de MATOS BARROS, E. P. -
Comprimento dos elementos fibrosos. Arq. Ser. Florestal.
4:7-86, 1950.
- SPURR, S. H. HYVARINEN, M. J. - Wood fiber length as rel
ated to position in tree and growth. Botanical Rev. 20
(9):561-575, 1954.
- BAILEY, I. W. SHEPARD, H. B. - Sanio 's laws for the var
iation in size of coniferous tracheids. Bot. Gaz. 60:
66-71, 1915.
- PRITCHARD, R. P. BAILEY, I. W. - The significance of
certain variation in the anatomical structure of wood. Fort.
Quart. 14(4):662-672, 1916.
- PRIESTELEY, J. H. - Studies in the physiologoy of cambial activ
ity. III. The seasonal activity of the cambium. New Phytol.
29:56-73, 1930.



FOTOGRAFIA A:

Parte do disco obtido por secção transversal do caule de Tecoma Cbrysothrica, onde se vê os anéis de crescimento.

Secção transversal do caule lenhoso da mesma planta vista ao microscópio, onde se observa a separação entre dois anéis de crescimento (aumento de 486,4).

FOTOGRAFIA B:



