

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"
DEPARTAMENTO DE GENÉTICA

FATORES ANATÔMICOS RELACIONADOS COM A PRODUTIVIDADE
DA SFRINGUEIRA (*Hevea* spp.)

PAULO DE SOUZA GONCALVES



*Trabalho de revisão bibliográfica
apresentado à disciplina Desenvol
vimento e Diferenciação em Plantas*

Prof. GERHARD BANDEL

PIRACICABA
ESTADO DE SAO PAULO
JUNHO - 1985

INDICE



	<u>página</u>
1. INTRODUÇÃO	1
2. TIPOS DE CÉLULAS ENCONTRADAS NA <i>Hevea</i>	3
3. A ONTOGENIA DO SISTEMA LATICÍFERO	7
4. ANATOMIA DO SISTEMA LATICÍFERO DO FRUTO E NA SE- MENTE	8
5. ORGANIZAÇÃO ANATÔMICA DA CASCA VIRGEM NA ÁRVORE ADULTA	9
6. REGENERAÇÃO DA CASCA E FORMAÇÃO DE SUBERINA	15
7. CONSIDERAÇÕES QUANTITATIVAS EM TECIDOS LATICÍFE- ROS	16
8. FATORES QUE AFETAM A EFICIÊNCIA DA SANGRIA	28
9. CORRELAÇÃO ENTRE PROPRIEDADES ESTRATURAIS DA CAS- CA E PRODUÇÃO	29
10. ANATOMIA DA FOLHA	30
11. DISCUSSÃO	34
12. CONCLUSÕES	36
13. REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

O latex ocorre no reino vegetal em uma variedade de plantas distribuída em cerca de 12.500 espécies com aproximadamente 900 gêneros (ESAU, 1974). Estas plantas pertencem a 20 famílias, cuja maior parte delas são dicotiledoneas, sendo que as famílias monocotiledoneas estão incluídas no gênero *Regnellidium* das Pteridófitas da família Marciaceas (METCALF, 1961). Destas plantas laticíferas somente cerca de 1.000 espécies de plantas representam 76 famílias e poucas centenas do gênero têm borracha (POLHAMUS, 1962).

Na seringueira (*Hevea* spp.) o latex é encontrado nos tubos e células cujo conjunto é chamado de laticífero. Eles são estruturas tubulares os quais podem ser ramificados e não ramificados, e em muitas espécies um sistema laticífero complexo é formado por anastomose entre os tubos. De acordo com a ontogenia dos laticíferos eles podem ser classificados como tipos articulados e não articulados. A maior parte dos tipos articulados e não articulados são frequentemente referidos como vasos, provavelmente devido a sua semelhança em origem com aqueles dos elementos condutores (PAKIANATHAN, 1980).

Os laticíferos podem ocorrer em qualquer ór-

gão da planta (ESAU, 1974). Na seringueira os laticíferos têm sido observados em todos os órgãos da planta inclusive as folhas, flores, e frutos. Na raiz eles ocorrem no tecido da casca^{1/}. Segundo GOMES (1982), observações de obstrução dos vasos do xilema com latex tem sido confirmadas por Biblioff em 1921, Calvert em 1887. Eles observaram a presença de laticíferos na medula. Presença de laticíferos não foi observado no axis do embrião mas, grande quantidade de vasos estão presente no interior do integumento da semente e no cotilédone (GOMEZ, 1982).

A seringueira é explorada comercialmente pelo seu latex que exuda através de uma excisão sistemática do tecido externo da casca. O latex esta contido principalmente em um sistema de vasos laticíferos articulados anastomozados o qual está orientado no tecido da casca de acordo com um modelo específico. Estes vasos laticíferos, formam o tema central para estudos anatomicos da seringueira. Estudos do modo de ocorrência dos vasos laticíferos por toda a planta, mostra claramente que o principal tecido produtor de latex na seringueira é a casca. Estudos numerosos nas características quantitativas do sistema laticífero nos últimos sessen

^{1/} - O termo casca é usado no sentido comum, para incluir todos os tecidos externos ao cambio vascular.



ta anos tem ido além do conhecimento da produtividade da seringueira.

Nessa revisão, o principal objetivo será descrever os sistemas laticíferos, suas características quantitativa e seu relacionamento com produção e outros parâmetros simples que podem ser mensurados. Outros aspectos significantes de morfologia e anatomia o qual foi estudado no passado também serão revistos na luz de sua importância relativa para o entendimento da produtividade da árvore.

2. TIPOS DE CÉLULAS ENCONTRADAS NA *Hevea*

BOBILIOFF (1923) foi o primeiro a estudar os vários tipos de células presentes na seringueira. Ele descreveu a morfologia e funções dos elementos da célula e vários tecidos tais como, camada exterior da casca "Corki", feloderma, células parenquimatosas, células pétreas, raios medulares, vasos laticíferos e tubos crivosos.

Segundo BANDEL (1979), as células de uma planta são derivadas dos meristemas sem diferenças caracterizadas que serão vistas mais tarde, após diferenciação e desenvolvimento. Algumas células sofrem mais mudanças radicais do que outras células durante o curso de desenvolvimento, tor-



nando-se especializadas em vários graus. Vários tipos de parênquimas celulares são relativamente menos especializados e retêm sua forma e estruturas citológicas não muito diferente de sua meristemática inicial. Outras células, por outro lado desenvolvem paredes grossas ou rígidas, tornando-se desprovida de conteúdo citoplasmático e adaptabilidade funcional e estrutural como as células do esclerenquima. Entre estes dois tipos extremos, existe um número de tipos de células o qual difere em forma, função e atividade metabólica.

Os principais tipos de tecidos encontrados na seringueira são sumarizados abaixo e mostrados na Figura 1.

Epiderme - Uma camada de células contínua externa contornando toda a planta conhecida como epiderme. As células do tecido dessa camada apresentam-se no formato de tijolos, exceto as células guardas "guard cells" do estomato e outras estruturas como pelos, espinhos, etc. As células da epiderme da folha tem a característica de cutícula. Em tecidos sujeito a crescimento secundário, a epiderme é substituída pela periderma.

Periderma - "Cork" ou Felum, cambio "Cork" ou felogênio e o feloderma são os três tipos de células encontradas no periderma. O felôgeno surge na superfície dos órgãos axiais que apresentam crescimento secundário. Ele surge da epiderme, cortex ou floema e produz o tecido "Cork"

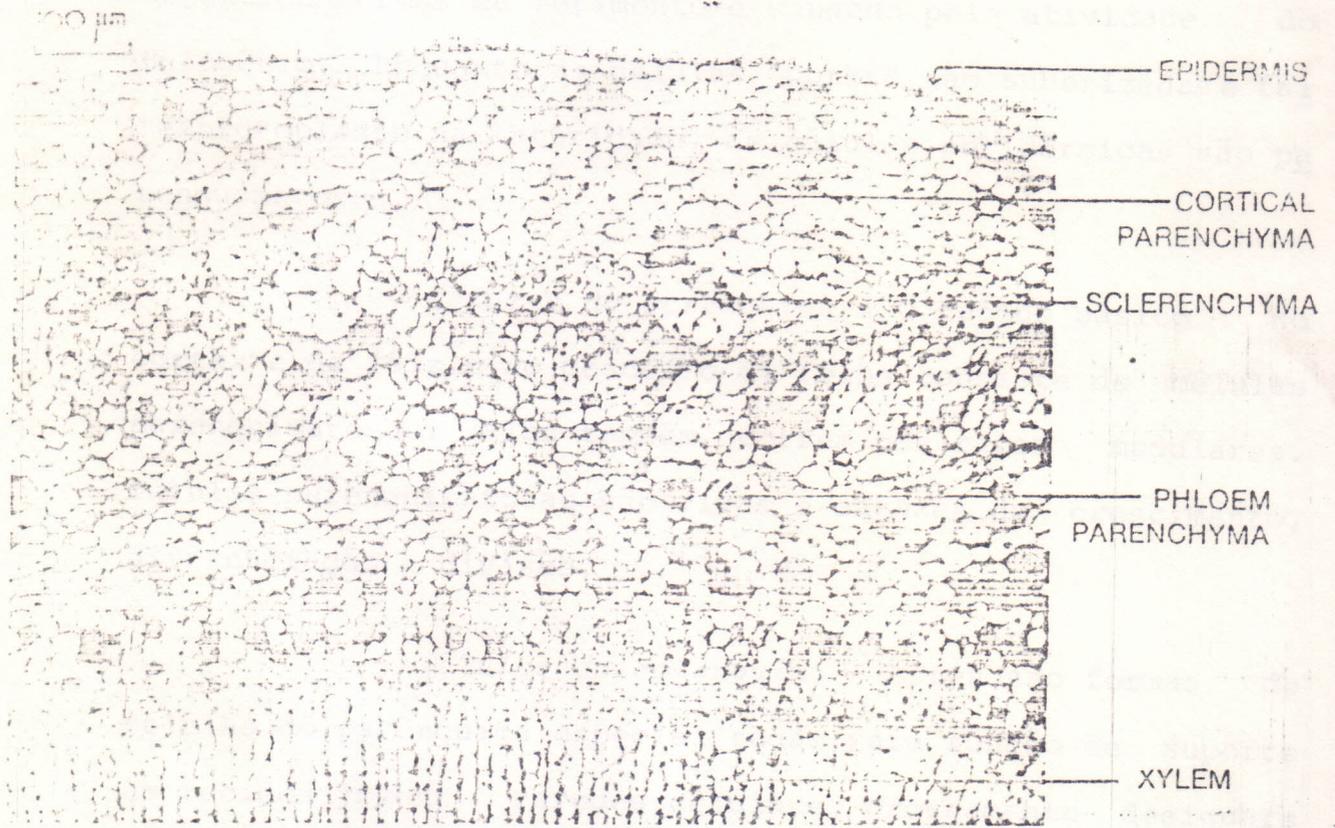


FIGURA 1. Tipos de tecidos encontrados na seringueira.



para lado de fora e felodermo para o lado de dentro. A regeneração primária no tecido da casca cortado após a sangria ou outras formas de ferimento é causada pela atividade do felogênio. Enquanto as células "Corks" são suberizadas e falta protoplasto na maturidade, as células peridérmicas são parenuquimatosas.

Células do parenquima - O tecido básico no cortex e da raiz e do mesofilo da folha consiste de células parenquimatosas. Elas também ocorrem nos raios medulares. Células parenquimatosas são vivas e capazes de crescimento, diferenciação e divisão.

Células do colenquima - Estas são formas de células do parênquima especializadas para função de suporte em tecidos jovens. Paredes celulares grossamente desiguais distinguem elas das células do parênquima.

Células do esclerênquima - Na Hevea células do esclerênquima frequentemente ocorrem como grupo de células ou ocasionalmente individual. Elas têm paredes secundárias grossas as quais são lignificadas e comumente são ausentes de protoplastos.

Xilema - O xilema é o tecido de condução no lenho da planta. Ele tem função de suporte e armazenamento. Os traqueidos conduzem água e elementos do solo. Fibras estão também presentes para o fortalecimento da planta.

Floema - Esse tecido está relacionado com armazenamento e condução de assimilados. Células e tubos crivados se especializam na função de condução, enquanto parenquima associadas tem a função de armazenamento. Fibras também estão presentes com a função de suporte da planta.

Laticíferos - A seringueira é cultivada por seus laticíferos que contêm latex. Uma rede de tubos anastomozados situados entre o parênquima do floema, constitui o sistema laticífero na planta. O citoplasma laticífero é um citoplasma especializado contendo várias substâncias ergásticas e as células articuladas são multinucleadas.

3. A ONTOGENIA DO SISTEMA LATICIFERO

Segundo GOMEZ (1981), uma soma considerável de informações da ontogenia dos laticíferos já existia em outras plantas através da literatura, quando Scott em 1982, pesquisou sementes de seringueiras germinadas. Ele observou que os vasos laticíferos podem ser facilmente detectado através de sua característica de conteúdo granular e pela ausência de grãos de aleurona. Ele descreve estas células como alongadas e menores na secção transversal quando comparadas com as células vizinhas. Na raiz, o sistema hipodérmico é mais avançado em comparação com o sistema vascular dos lati-

cíferos. O autor observou um desenvolvimento semelhante no hipocotilo. A taxa de desenvolvimento dos vasos laticíferos em cada tecido é determinado pela taxa de desenvolvimento do tecido parental.

Já Bobilioff em 1919, citado por GOMEZ (1980), pesquisou a origem dos vasos laticíferos em cotiledones novos e o integumento do interior da semente e observou que os vasos laticíferos surgem de duas maneiras: a) através da absorção da parede transversal de um grupo de células alinhadas e b) através da extensão e crescimento de certas células. Há formação do latex em tais células, quando os vasos se originam. Ele também observou que a peculiaridade de ser capaz de conter latex não foi confinada aos vasos laticíferos propriamente ditos. Sob certas condições, células do parênquima e células dos raios medulares contêm glóbulos de borracha.

4. ANATOMIA DO SISTEMA LATICIFERO NO FRUTO E NA SEMENTE

Segundo MUZIK (1954), o tamanho máximo do fruto da seringueira é alcançado cerca de sete a oito semanas após a fertilização. O ovário, na fertilização é aproximadamente 2,0 milímetros de comprimento e 1,2 milímetros de lar-

gura. O pericarpo é tenso e são observados laticíferos até o tamanho máximo. O exocarpo permanece com latex no seu interior até 10 a 14 dias antes da maturação, quando este seca tornando-se membranoso. A maior parte do tecido laticífero surge até quando a capsula alcança um tamanho considerável. O tecido laticífero é ausente até o tempo da fertilização. O fruto quando maduro abre-se longitudinalmente de forma explosiva, liberando a semente. As sementes muitas vezes são jogadas a 100 metros de distância. Muitas vezes também a semente germina dentro do fruto caído na ausência de explosão.

Sementes clonais tem forma, tamanho e morfologia característica.

5. ORGANIZAÇÃO ANATÔMICA DA CASCA VIRGEM NA ÁRVORE ADULTA

Quando o interesse comercial da seringueira floresceu, as primeiras pesquisas de Scott e Calvert expandiram no circuito Europeu e mais tarde nos laboratórios das plantações da seringueira do Sudeste da Ásia (GOMEZ, 1980). Ao lado dos problemas de ontogenia, distribuição e citologia, as características quantitativas de organização estruturais sob várias condições hereditárias e ambientais receberam muita atenção. Existem também considerável atenção prestada pa

ra estas características, quando elas afetavam a exploração e propagação da planta.

Segundo GOMEZ (1982) até 1917, as informações disponíveis de Bryce e Campbell, eram suficientes para suprir informações de estruturas de casca da seringueira adulta, tecido este significativo no que diz respeito a exploração da latex na árvore.

Após descrever a organização do tecido laticífero na casca da seringueira eles distinguiram duas zonas, uma zona interior a macia, e uma zona, a dura, cuja dureza foi atribuída a presença de elementos esclerificados. Estes elementos esclerificados e a natureza do seu desenvolvimento recebem alguma atenção em relação a facilidade da sangria. Eles observaram a presença de abundante células "TANNIN" na casca e através de estudos quantitativos, demonstraram que a iniciação dos vasos laticíferos do cambium nas árvores maduras foi um processo ritmico e que existiu uma diminuta iniciação dos vasos laticíferos durante o período de inverno. Foi observado também que o número de anéis de vasos laticíferos tangenciais no caule decresce com o aumento em altura de amostragem e que a distância entre os anéis de vasos laticíferos foi irregular. Eles também demonstraram um coeficiente de correlação positiva entre o número de anéis de vasos laticíferos e a espessura da casca.



Trabalho no Sudeste da Ásia foi sumarizado por BOBILIOFF (1923). Os problemas pesquisados foram entretanto de um caráter similar para aqueles relatados acima. BOBILIOFF estabeleceu correlações de produção com características anatômicas.

Segundo GOMEZ, 1981, em uma secção transversal da casca os vasos laticíferos são circulares ou de alguma forma irregular justaposto ao parênquima vizinho. Eles são arranjados em filas regulares quase paralela ao cambio. Considerando a árvore completa, eles estão entretanto em anéis concêntricos como visto na secção longitudinal da árvore. Esses anéis ou filas são separados por zonas de elementos crivosos e células do parênquima no que diz respeito ao floema. Em cortes longitudinais radiais, os vasos aparecem como tubos retos os quais são anelados e abertos. Os vasos da parte macia do interior da casca parece continuo em cada fila; mas na parte externa da casca ele aparecem como tubo descontínuos. Essa aparência é devida a dilatação dos tecidos externos (Na secção tangencial o sistema de vasos laticíferos assemelham-se a uma malha de rede de pescaria). Secções tangenciais finas não mostram tal modelo quando é cortada de maneira tangencial, mas secções mais grossas especialmente preparadas para esse propósito mostram claramente a semelhança de uma rede anastomosada de tubos (Figura 2). Uma forma tridimensional é mostrada na Figura 3, objetivando mos

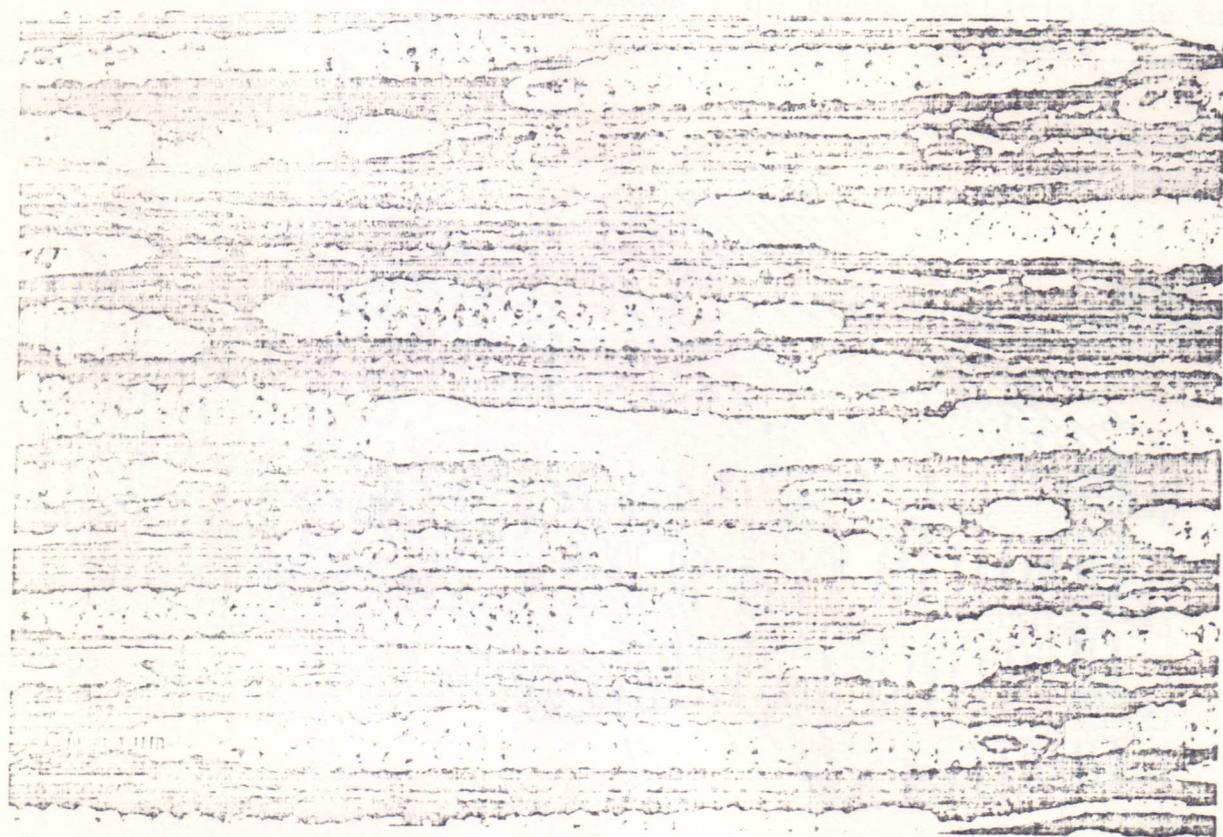


FIGURA 2. Secção tangencial grossa da casca. A parte escura corresponde a rede de vasos laticíferos.

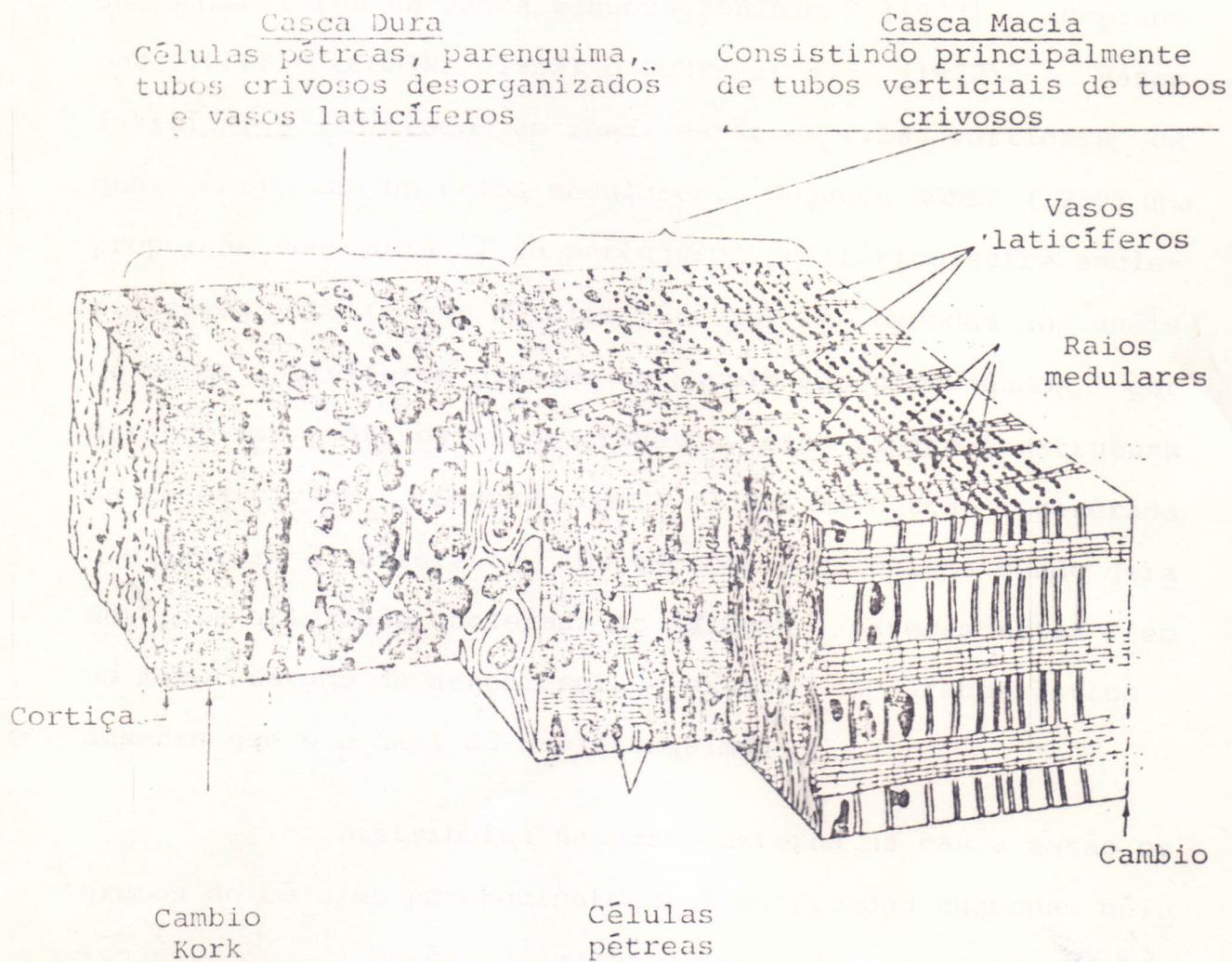


FIGURA 3. Diagrama trimensonal da estrutura da casca da se-
ringueira (*Hevea brasiliensis*).

(Fonte: RICHES e GOODING, 1952)



trar uma visão clara e compreensível do sistema anastomosado dos laticíferos na casca segundo BOBILIOFF (1923) e adaptado por RICHES e GOODING (1952) e GOMEZ *et alii* (1972). Vasos laticíferos (mostrados em rosa) estão em filas verticais os quais contornam os raios medulares. Segundo GOMEZ (1980) uma proporção considerável do parênquima periférico sofre esclerificação para formar células p^étreas. As camadas dos anéis de vasos laticíferos próximo ao cambio são circundados por parênquimas e ativos tubos crivosos, caso típico da estrutura da casca virgem. Segundo GOMEZ (1982) em casca regenerada a estrutura é diferente. Os tecidos periféricos sendo gerados pela atividade acelerada do ~~f~~alôgeno, parecem estar em um menor estado de senescência e existe uma característica ausente que é o anel do esclerenquima.

Distribuída na parte externa da casca estão os grupos de células paraquimatosas lignificadas chamadas células p^étreas. A dureza da casca depende da quantidade de células p^étreas presentes. Segundo GOMLZ (1982), Bobiliooff reconheceu cinco tipos diferentes de casca baseada na distribuição de células p^étreas.

6. REGENERAÇÃO DA CASCA E FORMAÇÃO DE SUBERINA

Segundo PAKIANATHAN (1980) a casca reage aos ferimentos induzidos pela sangria com a formação de tecido cicatrizado. O tecido cicatrizado consiste de cortiça no exterior e parênquima cortical ou feloderma no interior. O cambio vascular também é ativado para produzir tecido novo em uma proporção acelerada. Segundo GOMEZ (1980) Bibilioff observou que em seis meses de renovação pode ser encontrado um aumento significativo no número de anéis de vasos laticíferos. Após um ano, o número de anéis de vasos laticíferos alcançam o nível original na casca virgem. Na casca regenerada a proporção de casca macia é maior do que na casca original. Quando a casca torna-se mais velha, células ptreas são formadas o qual aumenta com a idade do cortex.

Em um estudo comparativo em quatro plantas adultas enxertadas BILLINGTON (1929), observou que a renovação foi muito rápida no início e vagarosa mais tarde de tal forma que seis meses mais tarde o crescimento da casca regenerada não foi mais rápida do que a do crescimento normal da casca virgem.

ABRAHAM (1980) observou um aumento em espessura da casca como resultado da aplicação de óleos vegetais e minerais como uma consequência da ativação do cambio corti-

cal. Nenhum aumento de tecidos laticíferos foi observado. Os óleos foram aplicados com e sem presença de 2, 4-D. Todos os tratamentos entretanto tinham um efeito benéfico na renovação da casca, mas efeitos altamente significantes foram observados somente em tratamentos contendo, 2, 4-D.

7. CONSIDERAÇÕES QUANTITATIVAS EM TECIDOS LATICIFEROS

- a. *Número de anéis de vasos laticíferos* - O número de anéis de vasos laticíferos é uma característica clonal (GOMEZ *et alii*, 1972), que também é influenciado pela taxa de crescimento da árvore. Maior o crescimento, maior a frequência com o qual os anéis de vasos laticíferos são originados, portanto maior o seu número. A relação de crescimento entretanto difere entre clones, pela existência de clones de baixo crescimento com grande número de anéis de vasos laticíferos e clones com crescimento rápido em pequeno número de anéis.

- b. *Efeito da idade no número de anéis de vasos laticíferos* - Segundo GOMES *et alii* (1972) um importante determinante do número de anéis de vasos laticíferos é a idade da planta. Neste aspecto os autores mostram na Figura 4 a rela

ção existente entre o número de anéis de vasos e idade das árvores para os clones RRIM 501 e RRIM 623, com dados tomados de vários experimentos na Malásia. Podemos ver na figura que a relação manteve-se, linear até 15 anos de idade, mas depois disso foi observado que no clone RRIM 501 existe uma redução na taxa de produção de anéis de vasos laticíferos e a idade da árvore para os dois clones não diferiram significativamente, segundo o autor.

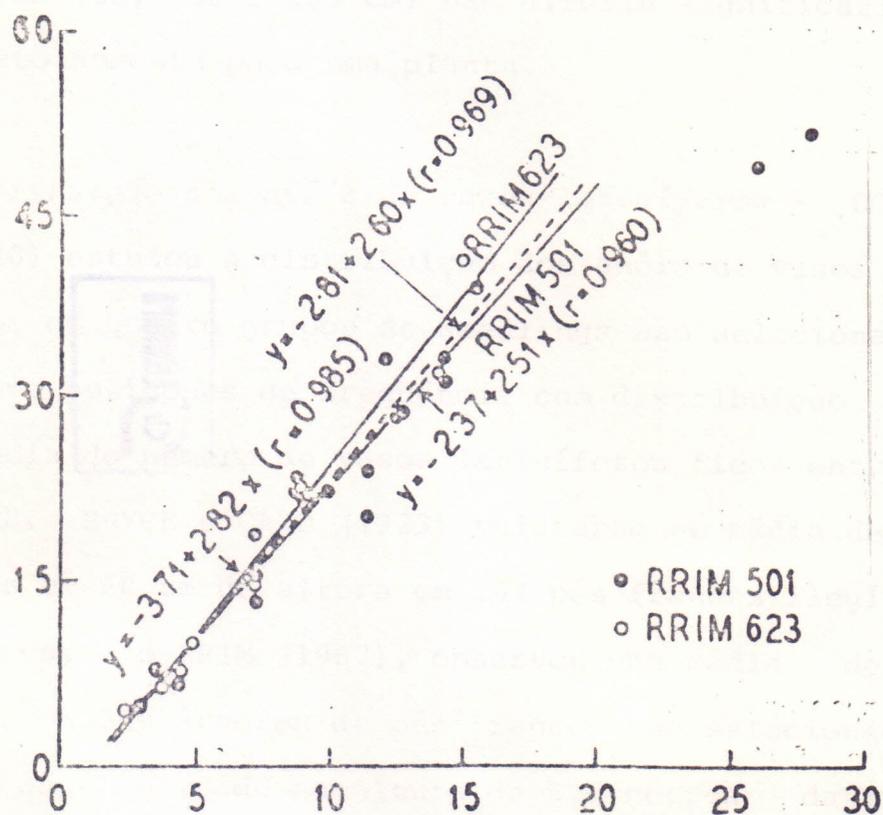


FIGURA 4. Relação entre número de anéis de vasos laticíferos e idade da árvore.

(Fonte: GOMEZ *et alii*, 1972).

- c. *Efeito da altura em relação ao número de anéis de vasos laticíferos* - Defende-se no geral de que em pés francos os número de anéis de vasos laticíferos declina com o aumento da altura na amostra retirada da casca. O efeito de altura de amostragem no número de anéis de vasos laticíferos foi estudado em árvores de 32 anos de idade de nove clones por GOMEZ *et alii* (1972) que observou que o número de anéis de vasos laticíferos em três alturas diferentes (50, 150 e 250 cm) não diferiu significativamente, exceto somente para uma planta.
- d. *Distribuição dos anéis de vasos laticíferos* - BOBILIOFF (1920) estudou a distribuição dos anéis de vasos laticíferos em quatro grupos de seedlings não selecionados e obteve polígonos de frequência com distribuição normal. A média do número de vasos laticíferos ficou entre 8,63 e 11,28. BRYCE e GADD (1923) relataram uma média de 11,25 anéis em 60 cm de altura em 161 pés francos ilegítimos de 10 anos, e o RRIM (1967), observou uma média de 13,1 anéis em 599 árvores de pés francos não selecionados de oito anos de idade na altura de 5,0 metros da planta. GOMEZ *et alii* (1972) estudaram 10 enxertos de cada 112 clones de oito anos e meio de idade e obteve um histograma de frequência com um valor médio de 25,6 anéis. Esses grupos de dados referidos acima são expressos em curvas de frequência cumulativa na Figura 5 e dão uma indicação do

aumento no número de anéis de vasos laticíferos em gerações sucessivas do plantio de material durante os 50 anos. Embora melhoramento e seleção não são baseados em número de anéis de vasos laticíferos, existe uma seleção inconsciente dessa propriedade obviamente devido a seu relacionamento com produção. O número máximo de anéis nos pés francos selecionados da década de 1920 foi de 27 o qual está próximo da média do número de anéis dos clones modernos. Segundo GOMEZ (1980), isso enfatiza o fato que através dos anos, seleção baseada na produção tem resultado em um aumento correspondente no número de anéis de vasos laticíferos. Isso é esperado da alta correlação de produção com número de anéis de vasos laticíferos (WYCHERLEY 1969; NARAYANAN *et alii*, 1973; GONÇALVES *et alii*, 1980).

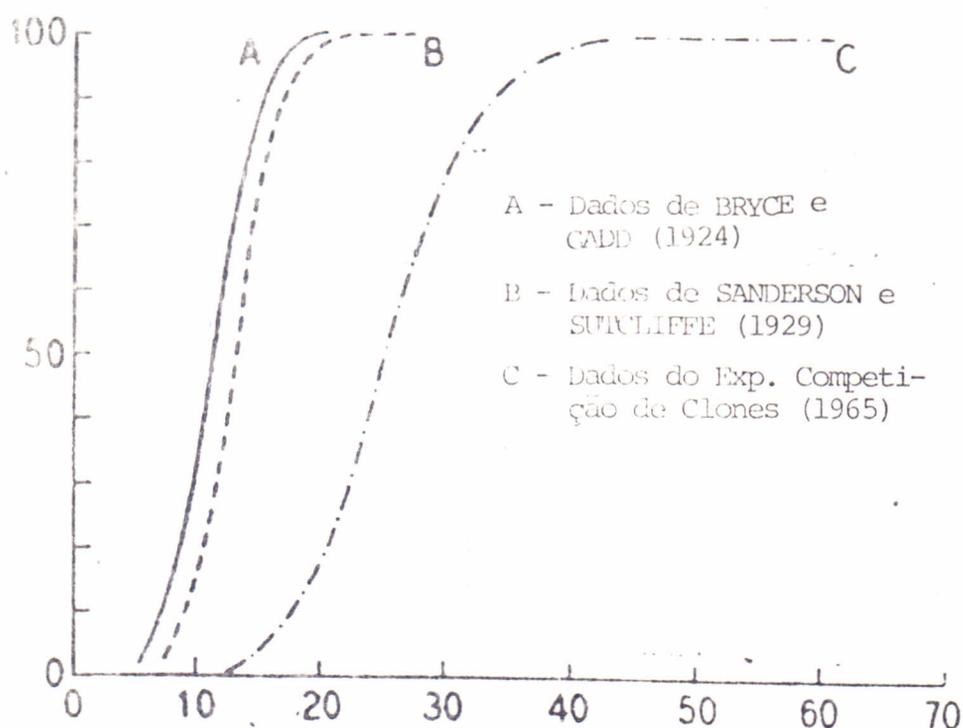


FIGURA 5. Porcentual da distribuição da frequência cumulativa de anéis de vasos laticíferos para "seedlings" não selecionados (A e B) e clones (C) de mesma idade.

(Fonte: GOMEZ *et alii*, 1972).



e. *Densidade dos anéis de vasos laticíferos na casca* - Os anéis de vasos laticíferos, são originados das células cambiais, na forma de anéis sucessivos. Normalmente eles são empurrados para fora durante o desenvolvimento do crescimento. Mensurações adicionais em 112 clones estudados por GOMEZ *et alii* (1972), mostrou que 40% dos anéis estarem dentro de 1 mm do cambio, e que o número de anéis

decrecem para zero em uma distância de 5,8 mm.

Segundo GOMES (1980) a concentração dos anéis de vasos laticíferos na casca difere bastante entre os clones. Dos 112 clones estudados, a proporção de anéis de vasos laticíferos dentro de 1 mm do cambio foi 55% em um clone, 50% em cinco clones e 30-45% em 98 clones. Entre todos os clones 20-55% dos anéis de vasos laticíferos estavam no primeiro milímetro do cambio, 10-35% no segundo e 10-30% no terceiro milímetro.

- f. *Distância entre os consecutivos anéis de vasos laticíferos* - A variação na distância média em micras entre qualquer dois consecutivos anéis com aumento da distância do cambio é mostrado na Figura 6. Diferenças clonais tornam-se proeminentes além do terceiro milímetro do cambio.

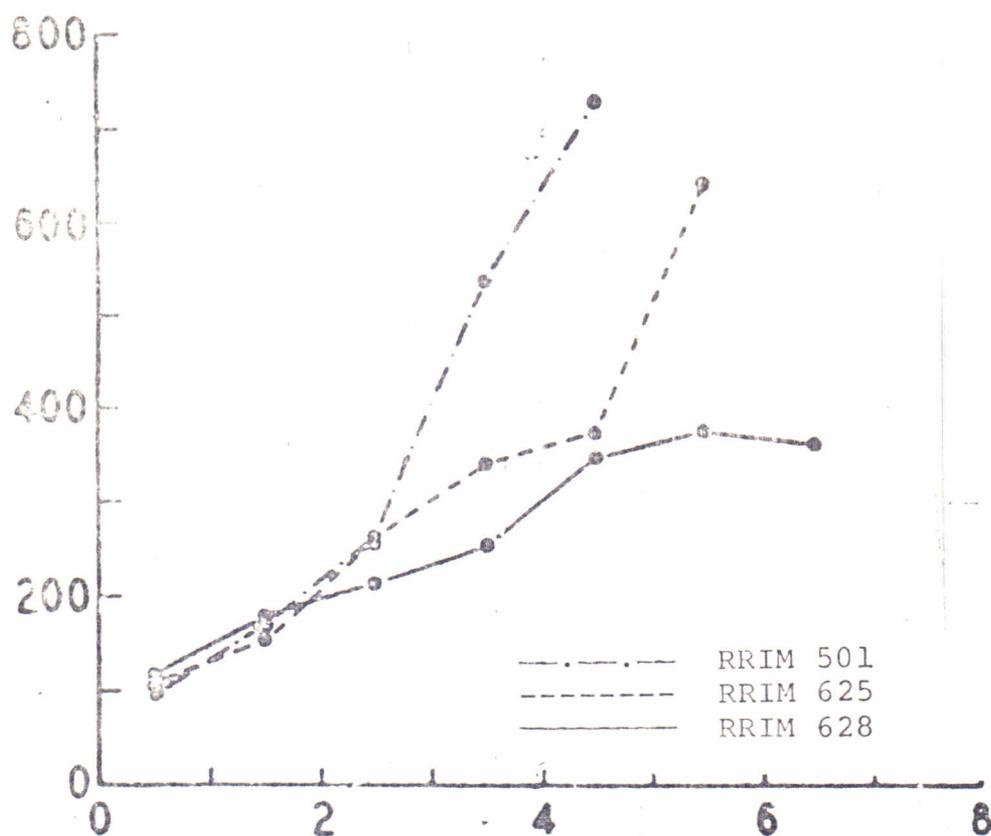


FIGURA 6. Variação na distância média (μ) entre qualquer dos consecutivos anéis de vasos laticíferos, por intervalos de 1 mm do cambium: dado de 3 clones.

(Fonte: GOMEZ *et alii*, 1972).

- g. *Efeito da idade sobre a densidade dos anéis de vasos laticíferos* - A distribuição dos anéis de vasos laticíferos na casca virgem muda de maneira significativa com a idade da árvore (Figura 7). Em árvores abaixo de cinco anos de idade os anéis são concentrados nos primeiros 4-5 mm; 40% estando no segundo milímetro. Ao longo de cinco anos um modelo aparece de uma alta concentração próxima ao cambium.

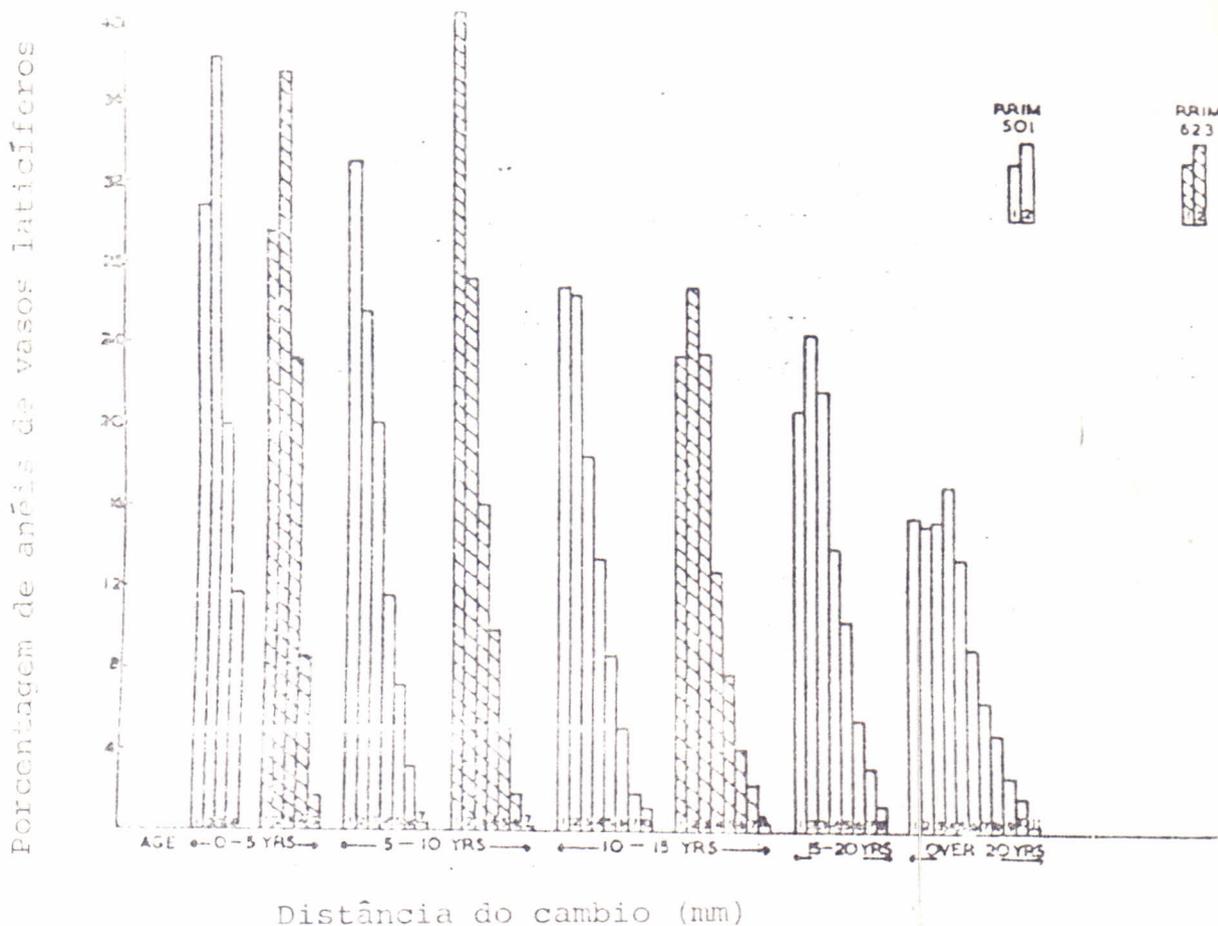


FIGURA 7. Distribuição de anéis de vasos laticíferos dentro da casca de árvores de diferentes idades: Dados de três clones.

(Fonte: GOMEZ *et alii*, 1972).

h. *Densidade de vasos laticíferos dentro de anéis* - Segundo GOMEZ (1972), a qualidade de tecido laticíferos produzido por uma árvore depende não somente sobre o número de seus anéis de vasos laticíferos mas também sobre o número de vasos laticíferos em cada anel. A Figura 8 mostra a densidade de vasos laticíferos por milímetro de anel (em

anéis próximo do câmbio e naqueles na casca produtiva) para diferentes classes de circunferência para três clones. Diferenças são significantes entre as duas posições e diferenças clonais são também aparente. Densidade de vasos laticíferos é mais alta em meios próximo ao cambio do que naquelas da parte externa da casca.





FIGURA 8. Número de vasos laticíferos por mm de anel de vaso laticífero.

(Fonte: GOMEZ *et al.*, 1972).

i. *Diâmetro dos vasos laticíferos* - Os estudos de RICHES e GOOBING (1952) reporta a influência do diâmetro dos vasos laticíferos sobre a taxa de fluxo do latex na equação de Poiseville para o fluxo viscoso em uma capilaridade, onde é mostrada que o volume do fluxo é proporcional para a quarta força do raio de capilaridade. A Tabela 1 mostra o diâmetro médio dos vasos laticíferos de 25 clones, o qual corresponde somente os primeiros cinco anéis próximo do câmbio. O diâmetro médio vai de 32,35 a 144,75 μ correspondendo a uma diferença do potencial em fluxo de mais do que cinco vezes entre o menor e o maior de todos os va sos. Diferenças clonais significantes são evidentes.

TABELA 1. Média dos caracteres: número de anéis de vasos laticíferos (NA), diâmetro de vaso (DV), densidade de vaso em 5 mm de anel. (DVI) de vinte e cinco clones de seringueira com um ano de idade.

Clones	Paternal	EC (mm)	NA	DV (μ m)	DVL
IAC 207	IAN 873 Poliploidiz.	1,80	1,78	123,24	18,02
IAC 222	IAN 873 Poliploidiz.	1,67	1,70	144,75	17,80
IAC 206	IAN 873 Poliploidiz.	1,58	1,40	97,85	17,71
IAN PB	PB 86 x Fx4542	1,40	1,53	103,37	17,38
IAN 6158	Fx 43-655xPB 186	1,26	1,00	72,66	16,84
IAN 6717	Fx 43-655xPB 86	1,41	1,17	83,33	17,83
IAN 2945	Fx 516xPB 86	1,83	1,95	130,69	15,35
IAN 2829	Fx 516xPB 86	1,57	1,60	114,71	17,76
IAN 4488	Fx 4421xTjir 1	1,28	1,41	94,07	17,38
IAN 2975	Fx 516xPB 86	1,53	1,30	32,35	17,85
IAN 3384	Fx 652xPB 186	1,55	1,34	95,90	17,86
IAN 6121	Fx 4037xPB 86	1,47	1,11	79,32	17,52
Fx 25	F 351 x Av 49	1,40	1,31	88,70	17,72
Fx 3864	PB 86 x FB 38	1,33	1,12	79,51	17,26
Fx 3925	F 4542 x AV 363	1,50	1,41	94,72	17,43
Fx 4037	F 4542 x PB 86	1,48	1,12	80,42	17,75
AC 53	Clone-primário	1,47	1,10	82,33	17,80
AC 55	Clone-primário	1,40	1,40	94,44	17,20
AC 68	Clone-primário	1,12	1,07	72,77	16,33
RO 54	Clone-primário	1,20	1,00	69,67	16,53
RO 60	Clone-primário	1,08	1,06	71,12	16,12
PFB 1	Clone-primário	1,10	1,13	74,59	16,42
PFB 4	Clone-primário	1,25	1,32	88,11	16,36
PFB 26	Clone-primário	2,00	1,27	80,41	16,04
Altar do chão	Clone-primário	1,40	1,33	89,61	17,44
DMS	1%	0,46	0,81	42,63	2,33
	5%	0,40	0,70	37,11	2,03

8. FATORES QUE AFETAM A EFICIÊNCIA DA SANGRIA

A profundidade do corte tem uma grande influência na produção através do número de anéis de vasos laticíferos atingidos na operação de sangria. Diferenças clonais sobre a distribuição espacial e densidade dos anéis de vasos laticíferos influenciam diretamente a eficiência de sangria. Segundo ABRAHAM (1980) uma média de 40% dos anéis de vasos laticíferos são deixados inatingidos na operação de sangria normal com o objetivo de preservar o cambio sem que haja qualquer injúria na casca nova regenerada.

Segundo GOMEZ e CHEN (1967) os vasos laticíferos são orientados na casca em um ângulo de $2,1$ a $7,1^{\circ}$ para a direita. Diferenças clonais têm sido demonstradas nesses caracteres. Foi calculado que a inclinação do corte deve ser em um ângulo de 30° da esquerda para a direita. Para pés francos (árvores de sementes) a inclinação recomendada é de 25° .



9. CORRELAÇÃO ENTRE PROPRIEDADES ESTRUTURAIS DA CASCA E PRODUÇÃO

Várias correlações tem sido demonstrada entre número de anéis da vasos laticíferos e produção de árvores (GONÇALVES *et alii*, 1980; NARAYAMAN *et alii*, 1973; GONÇALVES *et alii*, 1984). O número de anéis de vasos laticíferos parece ser a característica mais importante altamente correlacionada com produção.

GUNNERY (1935) encontrou uma alta correlação entre diâmetro de tubos crivosos e produção. Ele encontrou árvores com produções altas com grandes tubos crivosos. FERNANDO e TAMBIANI (1970) aceitou essa hipótese e encontrou semelhante correlação. O único estudo extensivo desse problema foi o de NARAYANAN *et alii* (1974) que encontraram uma baixa correlação entre diâmetro de tubos crivosos e produção em enxertos de 33 meses de idade.

Com o objetivo de seleção é de grande utilidade de relacionar caracteres de plantas jovens com produção de árvores adultas. Poucas são as tentativas no sentido de correlacionar essas características de planta jovem com produção de árvores adultas (GONÇALVES, 1980; FRIM, 1966). NARAYANAN *et alii*, (1974) estudou a correlação entre produção de clones com 33 meses de enxertado com produção obtida 56

meses após exortia e relacionou estas a propriedades estruturais tais como circunferência, espessura da casca, número de anéis de vasos laticíferos, distância entre os anéis de vasos laticíferos, diâmetro dos vasos, diâmetro dos tubos criosos, Índice de obstrução e outras propriedades do latex. Das correlações observadas, circunferência e número de anéis de vasos laticíferos foram duas propriedades estruturais importantes na determinação da produção em plantas jovens. Trabalho semelhante foi conduzido por GONÇALVES *et alii* (1982) com plantas de 12 meses e 36 meses de idade.

10. ANATOMIA DA FOLHA

A folha é o mais importante órgão lateral nascido sobre o caule. Embora sua função na vida da planta seja importante pouco é conhecido acerca da anatomia da folha principalmente na seringueira sob o aspecto de diferentes fenotipos.

BOBILIOFF (1923) foi o primeiro a descrever a anatomia da folha. Scott, citado por GOMEZ (1982) pesquisou a distribuição dos tecidos laticíferos na folha. A folha de seringueira consiste de três folíolos, a lâmina fo-

liar e dorsiventral em tipo e a face superior apresenta um brilho sendo mais escura do que a superfície inferior, que por sua vez é fosca e de cor mais clara. A Figura 9 mostra um esquema de epiderme superior e inferior respectivamente. Os estômatos estão presentes somente na epiderme inferior e o número de estômatos por unidade de área de folha tem sido pesquisado por SENANAYAKE (1969) e SANANAYAKE e SENANAYANAKE (1970). Eles observaram que diferentes espécies de *Hevea* podem ser distintas por características foliares abaxial tais como tipo da película, da epiderme, semelhança das células epidérmicas, células estomáticas e presença de pêlos epidérmicos. A herança de caracteres de espécies dominantes para híbridos específicos mostraram que os caracteres podem ser de grande utilidade para o reconhecimento de híbridos e também para identificar paternais em hibridizações naturais e artificiais. Através da observação de 25 cultivares de *Hevea brasiliensis* elas melhoraram uma grande amplitude de densidade de estômatos, por unidade de área foliar. Entretanto, não existiu correlação entre densidade de estômato e capacidade de produção de plantas observadas. Eles acharam que haveria necessidade de pesquisas no que diz respeito a variação desse caráter sob diferentes condições agroclimáticas, antes de utilizar esse critério para identificação de clones de *Hevea brasiliensis*.

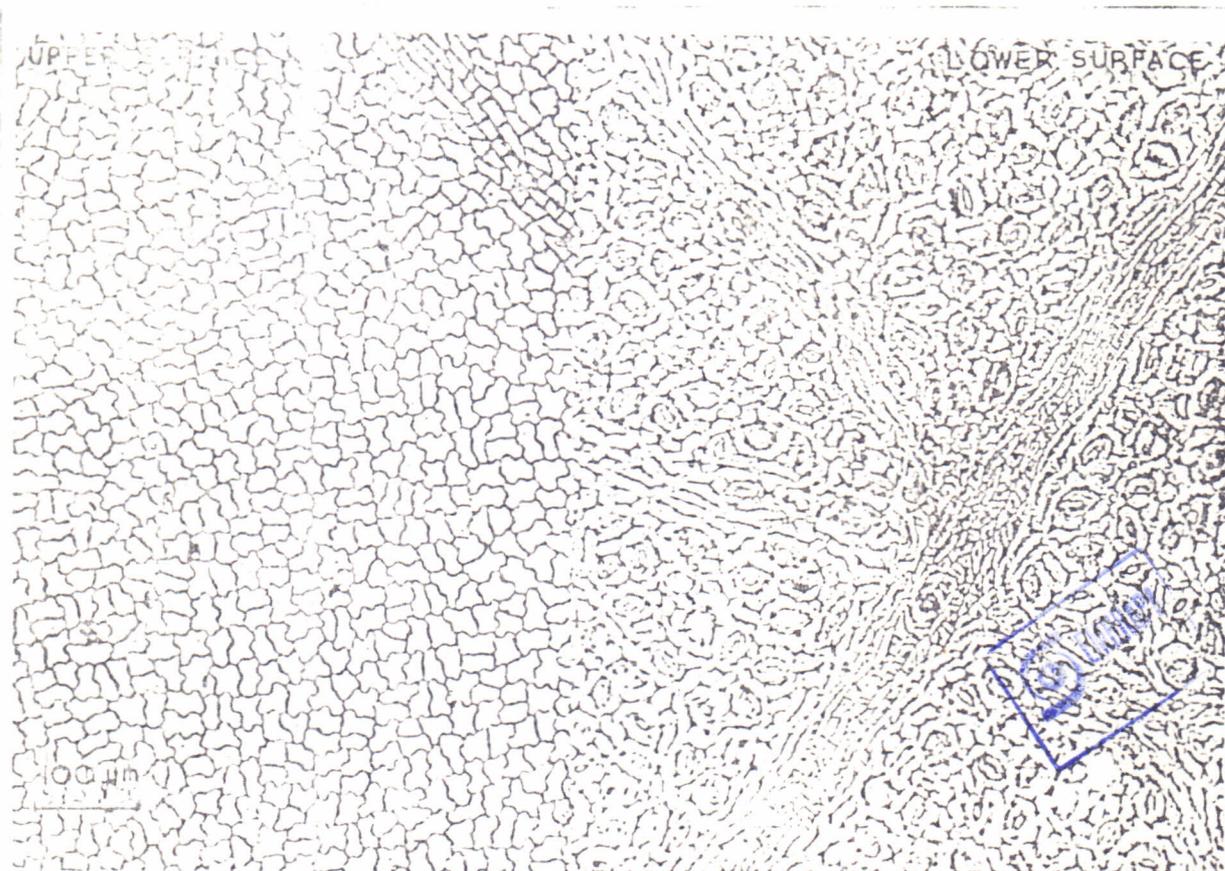


FIGURA 9. Microfotografia da parte superior e inferior da folha de *Hevea*.

A característica cerosa da superfície superior das folhas observada em microscópio eletrônico (Figura 9) também mostrou diferenças clonais porém a quantificação dessa propriedade foi difícil, ficando seu uso qualitativo na forma de identificação clonal (GOMEZ, 1982).

GOMEZ *et alli* (1980) estudou vários caracteres de folhas de 11 clones. Ele fez 3 observações na espes-

sura da folha, espessura da camada palissádica, espessura da camada esponjosa, número de células palissádicas por unidade de área, e número de estômatos na camada mais baixa da epiderme. Ele observou que a área superficial dos folíolos não é significativamente diferente dos clones. O número de estômatos na epiderme inferior dos clones são significativamente diferentes. A mesma ordem de diferenças entre clones é detectado para um número de caracteres tais como: número de células na epiderme superior, espessura da folha, espessura da camada palissádica, número de células por unidade da camada palissádica em unidade do tecido esponjoso. Na espessura do tecido esponjoso, a ordem de diferenças clonais foi significativa ao nível de $P = 0,01$.

AMAND (1962) estudou o relacionamento entre ângulo de folha e produtividade de *Hevea*. Ele observou que o ângulo de ligação da folha ao caule, variando de $51^{\circ}51'$ a $65^{\circ}45'$ e que existe uma correlação negativa com produção das árvores. Nenhum outro trabalho tem até então confirmado ou levado tal correlação a sério.

11. DISCUSSÃO

A maneira mais exata de verificar a capacidade real de produção de um novo clone de seringueira consiste em proceder à sua sangria, quando a planta atinge o diâmetro ideal, coletando o latex produzido, coagulando e pesando depois a borracha seca obtida de sucessivas sangrias. Quanto mais longo o período de sangria, mais exata será a determinação, levando-se em conta o fato de que a seringueira aumenta paulatinamente sua produção com a idade. Desta forma somente após a idade de corte é que se tem indicação dos caracteres de um clone quanto à sua produção, sendo então necessários muitos anos para se precisar a potencialidade de um novo clone de seringueira.

A utilização de plantas jovens para predizer a produção provável de uma árvore adulta reduziria consideravelmente o tempo necessário para produzir um clone para uso em plantio de grande escala. O método mais direto de predizer a produção seria correlacionar a produção e outros caracteres quantitativos de árvores adultas com os mesmos caracteres em plantas jovens. No Brasil poucos são os trabalhos desenvolvidos nesse sentido. Os resultados existentes neste campo são aqueles resultantes de pesquisas conduzidas no Sudeste Asiático, razão pelo qual não poderão ser extrapoladas.

dos para as nossas condições; o material básico asiático é constituído exclusivamente de material de *H. brasiliensis*, coletado na região de Boin (Pará), enquanto que no Brasil, além do material ser de outra origem, o "Mal-das-folhas" causado pelo *M. microcyclus olei*, levou os nossos melhoristas a trabalharem com hibridações interespecíficas.

Correlações mostram a associação entre caracteres, os quais podem ser de origem genética ou fenotípica (resultado da influência ambiental no comportamento genético), sendo as de origem genética mais importantes no melhoramento, porque quando utilizadas, poderão predizer uma melhor resposta para a seleção.

Baseados nesse aspecto, dois tipos de correlações são sugeridas neste trabalho. A primeira é, por assim dizer, a correlação que é observada no campo comumente denominada correlação fenotípica e a outra, a que mede a associação genética, de dois caracteres X e Y. De acordo com FALCONE (1975), esta última interfere ou participa na seleção, sendo causada por efeito pleiotrópico, definido pelo mesmo autor como a propriedade de um gene afetar dois ou mais caracteres, ou por ligação gênica.

Sugere-se também que sejam pesquisadas associações entre árvores matrizes silvestre coletadas na floresta amazônica e sua progênie no aspecto não só de caracteres

anatômicos de casca, mas também no aspecto de resistência a doenças, propriedades do latex no estágio juvenil, e resistência ao vento.

12. CONCLUSÕES

1. Os principais tipos de tecidos encontrados na seringueira são: epiderme, periderme, células do parênquima, células do colênquima, células de esclerenquima, xilema, floema, e os laticíferos.
2. Em relação a ontogenia do sistema laticífero, foi observado no início da germinação das sementes que os vasos laticíferos podem ser detectados facilmente pela característica do conteúdo granular e pela ausência de grãos de aleurona.
3. Após a descrição da organização dos tecidos laticíferos na casca da seringueira, pesquisadores distinguiram duas zonas; uma no interior a zona macia e a do exterior a zona dura. A característica desta última ser mais dura, foi atribuída pela presença de elementos esclerificados.

4. Os vasos laticíferos na casca estão situados em filas ver
ticais os quais tecem os raios medulares. Existem muita
anastomose dentro dos anéis porém poucos ou nenhum entre
eles.
5. A casca normalmente reage a qualquer injúria induzida, pe
la sangria através a formação de tecido cicatrizado. Es-
se tecido consiste de tecido "Cork" no exterior e felo-
dermo no seu interior.
6. Um aumento na espessura da casca como resultado da aplica
ção de vários óleos vegetais e minerais é uma consequên-
cia da ativação do cambio cork, porém nenhum aumento do
tecido laticífero foi observado.
7. Número de anéis de vasos laticíferos é uma importante ca-
racterística estrutural da casca que é hereditária. Alia
da a esta, também existe uma série de outras característi
cas interrelacionadas que determinam a produção de uma ár
vore adulta. Como muitas diferenças clonais são demons-
tradas em muitas características, podemos dizer que elas
são também hereditárias.
8. A produção de uma árvore de seringueira, pode ser um re-
sultado dos caracteres fenotípicos mantidos por várias ge

- BOBILIOFF, W., 1923. Anatomy and Physiology of *Hevea brasiliensis*. Zurich. Institut Orell Fussli.
- BILLINGTON, P., 1929. Observations on bark Thickness and renewal in Malayan buddings. *J. Rubb. Res. Inst. Malaya* 1: 125.
- BRYCE, G. e CAMPBELL, L.E., 1917. On the mode of occurrence of latex vessels in *Hevea brasiliensis*. Dept. Agric. Ceylon Bull., 30, 1.
- BRYCE, G. e GAAD, C.H., 1923. Yield and growth in *Hevea brasiliensis*. Dept. Agric. Ceylon Bull. 68.
- DICKENSON, P.B., 1969. Electron microscopical studies of latex vessel system of *Hevea brasiliensis*. *J. Rubb. Inst. Malaya*, 21(4): 543-559.
- ESAU, K., 1974. Anatomia das plantas com semente. Editora da USP, São Paulo, 293 p.
- FALCONER, D.S., 1975. Introduction to Quantitative Genetics Oliver & Boyd. London pp. 365.
- FERNANDO, D.M. e TAMBIAH, M.S., 1970. Sieve tube diameters and yields in *Hevea species*. A preliminary study. *Quar. J. Rubb. Research. Inst. Ceylon*, 46: 28.

- GONÇALVES, P. de S.; ROSSETTI, A.G.; VALOIS, A.C.C. e VIEGAS, I.J.M., 1984. Estimativas de correlações genéticas e fenotípicas de alguns caracteres quantitativos em clones jovens de seringueira. *Rev. Brasil. Genet.* VII, 1. 95-1011.
- GONÇALVES, P. de S.; PAIVA, J.R. de e ROSSETTI, A.G., 1982. Eficiência do miniteste de produção na seleção precoce de plantas de seringueira em relação ao teste Hamaker Morris-Mann. *Pesq. Agrop. Bras.* 17(8): 1145-1153.
- GUNNERY, H., 1935. Yield prediction in *Hevea*: A study sieve tube structure in relation to latex yield. *J. Rubb. Res. Inst. Malaya* 24: 1.
- HEBANT, C.; DEVIC, C. e FAY, E. de 1981. Organisation fonctionnelle du tissu producteur de l'*Hevea brasiliensis*. *Caoutchoucs et Plastiques* 614: 99-101.
- METCALF, C.R., 1967. Distribution of latex in the plant Kingdom. *Econ. Bot.*, 21. 115.
- MUZIK, T.J., 1954. Development of fruit, seed, embryo and seedling of *Hevea brasiliensis*. *Amer. J. Bot.*, 41, 39.
- NARAYANAN, R.; GOMEZ, J.B. e CHEN, K.T., 1973. Some structural factors affecting productivity of *Hevea brasiliensis*: II Correlation studies between structural factors and Yield. *J. Rubb. Res. Inst. Malaya.* 23: 285.

- NARAYANAN, R.; HO, C.Y. e CHEM, K.T., 1974. Clonal nursesey studies in *Hevea*. III. Correlations between yield, struxtural characters, latex constituents and plugging index. *J. Rubb. Res. Inst. Malaya*, 24: 1.
- PAKIANATHAN, S.W., 1980. Physiology of Latex Flow and Water relations. In: RRIM training manual on tapping, tapping systems and yield stimulation of *Hevea*. *Rubber Research Institute of Malaysia* Kuala Lumpur, 27-41.
- POLHAMUS, L.G., 1962. *Rubber*, Leonard, Hill, London, 300 p.
- RICHES, J.P. e GOODING, E.G.B., 1952. Studies in the physiology of latex. I. Latex flow on topping - theoretical considerations. *New Phytol.* 51, 1.
- RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA, 1967. Rep. Rubb. Res. Inst. Malaya, 1966, p. 25.
- SANSIDAR, M.; ABDUL A.M.; SIVANADYAN, K. e GOMEZ, J.B., 1975. Effects of mineral deficiencies on bark anotonu of *Hevea brasiliensis*. International Rubber Conference. 1975. Kuala Lumpur.
- SENANAYAKE, Y.A.D., 1969. Species specific abaxial foliar characteristics of *Hevea benthamiana* Mull. Arg. *Hevea brasiliensis* Mull. Arg. and *Hevea spruceana* (Benth) Mull. Arg. and their expression in interspecific hybrids. *Quar. J. Rubb. Res. Inst. Ceylon*, 45, 22.

SENANAYAKE Y.A.D. e SAMARANAYAKE, P., 1970. Intraspecific variation of stomatal density in *Hevea brasiliensis* Mull Arg. *Quar. J. Rubb. Res. Inst. Ceylon*, 46, 61.

WYCHERLEY, P.R., 1969. Breeding of *Hevea*. *J. Rubb. Res. Inst. Malaya*, 21: 38.

