

SUPERINTENDÊNCIA DA BORRACHA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DA SERINGUEIRA

CURSO INTENSIVO DE HEVEICULTURA
PARA TÉCNICOS AGRÍCOLAS

Manaus (AM), 02.05 a 02.07.1977

NOÇÕES DE BOTÂNICA E FISIOLOGIA

Eng.º Agr.º Cláudio José Reis de Carvalho
Pesquisador do CNPSe.

1. Anatomia do Cortex - Sistema Laticífero

1.1 - Introdução

O tronco da seringueira é a parte mais interessante da planta sob o ponto de vista econômico, pois através de cortes ou sangrias efetuados na sua casca é que se obtém o produto comercial, o látex. Por conseguinte, um conhecimento básico da anatomia desse órgão (tronco) e mais especialmente da sua casca, é necessário para todas as pessoas que se propõem a trabalhar com Hevea, visto que inclusos na casca estão os vasos laticíferos onde é formado o látex.

1.2 - Crescimento do Caule e formação da Casca

Após a germinação da semente, a planta inicia seu desenvolvimento a começar por um pequeno caule, raízes e primórdios de folhas. Na extremidade do caulículo encontra-se um broto terminal, cujas células, através de constantes divisões mitóticas, formam muitas outras, as quais começam a se diferenciar, e, através desse pro

cesso, vão assumindo as características próprias dos tecidos que irão formar. Este crescimento é chamado de primário e o arranjo dos tecidos nesta fase é denominado de estrutura primária. A medida que a planta vai crescendo no sentido longitudinal (em altura), a diferenciação dos tecidos do caule no sentido do coleto para o broto terminal vai se tornando mais aparente. Esta diferenciação e mudança de estrutura caracteriza-se inicialmente pela formação de um cilindro lenhoso compacto encontrado no interior do caule, o qual é envolvido pela casca. Nesse ponto inicia-se uma nova fase de crescimento, através da ativação de meristemas secundários no interior do caule (câmbio fe logênio), os quais, através da formação de novas camadas concêntricas de tecidos, aumentam a espessura da casca e do cilindro central. Esta fase de crescimento é chamada de secundária e os tecidos derivados dela formam a estrutura secundária do caule.

Quando o caule ainda se apresenta na forma de estrutura primária, a estrutura da casca ainda é bastante simples, e em um corte transversal se pode observar camadas concêntricas de tecidos da parte periférica do caule para o centro.

a) Epiderme - Formada por uma camada simples de células vivas que possuem nas suas faces, em contato com o ar, uma impregnação de cutina, que serve para reduzir a perda de água dos tecidos por ela envolvidos.

b) Casca ou CórTEX - A casca não é propriamente um tipo de tecido, mas sim uma região composta por diversos tipos de tecidos, que se estendem entre a epiderme e uma camada mais interna, chamada de câmbio.

Logo abaixo da epiderme encontra-se:

b.1 - Parênquina clorofiliano - constituído por várias camadas de células vivas e dotadas de cloroplastos. Entre estas camadas, são encontrados alguns vasos laticíferos.

b.2 - Parênquina de reserva - apresenta-se como um único anel de células vivas, ricas em reserva de amido.

b.3 - Anel de esclerenquima

típicamente esclerenquimatosas, mortas, e com fortes impregnações e deposições nas paredes celulares, ficando o espaço interior das células bastante reduzido. Tem função de tecido mecânico, conferindo ao caule uma certa rigidez.

b.4 - Periciclo - é uma camada formada por células parenquimatosas vivas situadas entre o anel do esclerênquima e o câmbio. Nesta camada, entre as suas células, é encontrado o maior número de vasos laticíferos.

c) Câmbio - É um meristema secundário, situado entre a casca e o cilindro central ou lenho. Esta é uma camada de tecido muito importante, visto que através de sua atividade é que são formados os vasos laticíferos e vários outros tecidos.

Conforme assinalado anteriormente, o crescimento secundário do caule, em Hevea, inicia-se muito cedo, e plantas com poucos meses de idade já podem apresentá-lo claramente.

Para um sentido mais prático, no estudo da estrutura secundária das cascas, usa-se mais plantas adultas, que apresentem as estruturas e tecidos mais distintos e que são mais interessantes economicamente.

Em um corte transversal no tronco de uma seringueira adulta, pode-se distinguir inicialmente na sua casca três regiões distintas. Na parte mais externa, em lugar da epiderme original, encontra-se uma camada suberosa mais ou menos espessa. Mais internamente, há uma região onde predominam as "células pétreas" e poucos vasos laticíferos, esta região é chamada de "casca dura". Mais internamente ainda, entre a "casca dura" e o "câmbio", uma outra região onde as "células pétreas" são menos frequentes e, ao mesmo tempo um maior número de vasos laticíferos, sendo esta região chamada de "casca macia".

Uma outra diferença entre as estruturas primárias e secundárias

rias da casca são os raios medulares que na estrutura primária não diferem das células do parênquima, porém na estrutura secundária apresentam-se como células alongadas radialmente que em cortes transversais aparecem como estruturas radiais distintas.

1.3-Estrutura secundária do caule

- Camada suberosa ou suber - O caule passa muito pouco tempo protegido apenas pela epiderme, sendo que nesse estágio ainda apresenta cor verde. A epiderme, apesar de reduzir a perda de água do caule, devido à cutinização da face externa de suas células e arranjo destas sem deixar espaços intercelulares, ainda não protege bem os tecidos do caule contra o calor e choques mecânicos, portanto é logo substituída pelo suber, um tecido formado por células mortas, com suas paredes fortemente impregnadas por "suberina", que atua melhor como isolante. A formação do suber torna-se aparente através da coloração marrom que apresenta. Em plantas de viveiro pode-se perceber as partes basais do caule marrons e as apicais ainda verdes, havendo ainda uma faixa de transição.

O suber origina-se de um meristema secundário chamado câmbio berígeno ou felogênio. O felogênio por sua vez é formado através da dediferenciação de uma camada de células situadas logo abaixo da epiderme, chamada hipoderme. Abaixo da hipoderme há uma camada de células clorofiladas apresentando reforços da parede nos ângulos, demonstrando a sua característica colenquimatosa; mas devido ao fato de os reforços não serem bem desenvolvidos, não diferem muito das outras células parenquimatosas da casca.

O "felogênio" por divisão de suas células, forma camadas de tecidos suberosos no sentido externo e outras células vivas no sentido interno, constituindo um tecido chamado "feloderme". Devido a este aumento de espessura, causada pela formação de novas células, a epiderme se rompe e desaparece, sendo substituída pelo su

ber. Depois, por contínuas divisões do felogênio, as células
externas, portanto mais velhas de suber, se destacam em forma de
escamas.

O conjunto de suber, felogênio e feloderme, é chamado de "periderme", não sendo este de muita importância sob o ponto de vista prático, pois não possui vasos laticíferos.

Através da divisão das células desse tecido (também um meristema secundário), formam-se tecidos importantes, e, principalmente, vasos laticíferos; daí sua grande importância como camada regeneradora da casca que, em Hevea, é a parte explorada.

Através da atividade do felogênio e do câmbio, dá-se o aumento de espessura da casca, porém o câmbio contribui em maior proporção para esse aumento. Em consequência, as camadas formadas vão sendo empurradas mais e mais para fora e os vasos laticíferos, a medida que se afastam do câmbio, vão perdendo a sua funcionalidade e, continuamente, vão sendo substituídos por outros.

Células pétreas - grandes proporções da casca em Hevea são constituídas por células pétreas; a coloração amarela da casca, seu brilho e aspereza, quando se efetua a sangria, devem-se à sua ocorrência. As células pétreas são elementos mecânicos que têm função de conferir maior rigidez à casca, ocorrendo em maior número nas cascas mais velhas. Estas células se originam de células parenquimatosas, as quais formam nas suas paredes anéis concêntricos de deposição de substâncias lenhosas, aumentando portanto cada vez mais a espessura da parede e diminuindo o lúmen celular, causando a desorganização e morte do protoplasto. A formação das células pétreas depende de fatores hereditários e ambientais e a sua maior e menor ocorrência é importante porque pode dificultar a sangria, havendo em algumas árvores uma maior proporção de casca dura em relação à casca macia, com efeitos na produção de látex.

Em árvores cultivadas em solos pobres, existe um grande desenvolvimento de células pétreas, pois as deficiências nutricionais retardam o crescimento em espessura. Em árvores cultivadas em solos

assimilados e uma maior intensidade de crescimento em espessura , e formação de um maior número de novos órgãos! Nas plantas cultivadas em solos deficientes, há uma menor formação de fotoassimila dos; estes são translocados das folhas para as células da casca e aí são usados para formação das cpelulas pétéreas.

Como foi dito anteriormente, a formação de células pétéreas depen de também de influências hereditárias; mas, sendo um caráter muito influenciável pelo meio, um mesmo clone pode apresentar dife rentes proporções das mesmas quando cultivadas em locais diferen tes.

1.4-Sistema Laticífero

As unidades anatômicas constituintes dos vasos laticíferos' são células diferenciadas formadas a partir do câmbio. A diferencia ção processa-se periodicamente em camadas de células concêntricas ' com o câmbio, e durante este processo se distingue várias fases como: alongamento no sentido vertical, dissolução dos septos entre cé lulas justapostas, formando-se tubos contínuos de grande extensão,' e formação de ramificações laterais que estabelecem grande número de anastomoses entre os vasos de uma mesma camada (são raras as anastomoses entre vasos de camadas diferentes).

- Citologia dos vasos laticíferos - um vaso laticífero diferenciado apresenta-se como uma célula viva, com o diâmetro aproximado de 20 micra. O citoplasma é reduzido apenas a uma fina camada que se confunde com a membrana celular.

O núcleo permanece ativo. Também são encontradas outras organelas como: ribossomos, mitoândrios e dictiossomos (vesículas de Golgi). O interior do laticífero é preenchido quase totalmente por um sistema coloidal chamado látex, composto da fase líquida chamada soro (pH 6,8) e partículas globulares de diversos tamanhos envoltas por membranas lipoprétéicas. As menores partículas possuem borracha no seu interior. As partículas maiores chamadas de "lutóides",

sao tambem de muita importancia, e

terior tem carga elétrica positiva (pH 5,5), enquanto sua membrana externa, assim como a de todos os outros glóbulos, tem carga elétrica negativa (pH 6,8), tornando o sistema equilibrado. Quando os lutoídes se rompem e liberam seu soro ácido, pode ocorrer desequlibrio do sistema e coagulação das outras partículas em suspensão, mas a quantidade total de soro dos lutoídes não é suficiente para a coagulação de todo o volume de latex correspondente; portanto, a coagulação devido ao rompimento de um lutoíde fica restrita às suas proximidades. Existem ainda partículas maiores que os lutoídes, chamados de partículas de Frey-Wissling, que conferem a cor amarelada ao látex de certos clones ou espécies e condicionam também o teor de resinas.

- Distribuição dos Laticíferos na planta - os anéis de laticíferos ocorrem em todas as partes da planta, das raízes às folhas. No caule a sua distribuição diminui no sentido do coleto para o ápice dos ramos, o mesmo ocorrendo do coleto para a ponta das raízes; o número de anéis de laticíferos depende da espessura da casca, mas pode haver grande variação de padrões de distribuição. Os anéis de laticíferos não se dispõem verticalmente no tronco, mas, sim, apresentam uma inclinação de cerca de 5° da esquerda para a direita. Devido a estes fatos é que se tornam importantes alguns detalhes como a abertura do painel de sangria, seu direcionamento (da esquerda para direita) e sua inclinação (30°) pois visa-se ao atingimento de uma maior número de laticíferos por ocasião da sangria. Os laticíferos mais velhos (mais externos) contribuem pouco em produção, sendo que a principal produção de látex é dada pelos vasos mais jovens, portanto mais próximo ao câmbio. Na sangria, deve-se pois dar atenção para a profundidade do corte, devendo o mesmo ser profundo o bastante para atingir o maior número possível de vasos na casca macia, sem no entanto atingir a região cambial, pois, quando se danifica esta camada a regeneração de casca não é perfeita,

formando-se novas situações que
chegando, quando muito frequentes, até a danificar inteiramente o
painel.

- O mecanismo de escoamento do látex - como se sabe, as plantas superiores absorvem água ao solo através das raízes. Esta água é conduzida do local de absorção (raízes) até as folhas através dos vasos lenhosos (xilema). Da quantidade total de água absorvida, somente uma pequena parte é usada no metabolismo da planta, sendo grande parte perdida para o ar através principalmente das folhas por transpiração.

A transpiração é geralmente mais acentuada durante o dia e sua velocidade depende de fatores intrínsecos e extrínsecos à planta, como por exemplo melhores mecanismos de restrição à transpiração ou maior ou menor unidade relativa do ar, insolação, ventos, etc.

Geralmente as plantas durante o dia perdem muito maior quantidade de água do que aquela absorvida pelas raízes. Com isso se estabelece na planta um "deficit" hídrico devido ao atraso de absorção em relação à perda por transpiração, resultando em uma pressão negativa (tensão) dentro dos vasos do xilema, havendo um deslocamento de parte da água das células de tecidos próximos para os vasos lenhosos na tentativa de restabelecer o equilíbrio. O resultado global deste fenômeno é a contração quase imperceptível dos tecidos do caule devido à tensão interior.

Durante o período noturno, ocorre o inverso. Pois estando os estômatos fechados e não havendo aquecimento pela radiação solar, e ocorrendo menores "deficits" de pressão de vapor, a transpiração cai consideravelmente. Nessas condições a absorção de água pelas raízes pode suprir os tecidos e a planta recupera-se do "deficit" hídrico diurno, estabelecendo no interior do caule uma pressão positiva e uma volta ao normal e uma dilatação imperceptível do caule.

Quando a seringueira durante a noite se recupera do "deficit" hí

drico diurno, ocorre no interior dos laticíferos um turgor de até 14 atmosferas. Quando se sangra a planta ao amanhecer, antes de iniciar o aumento de transpiração com a radiação solar, provoca-se na superfície dos vasos cortados uma queda abrupta da pressão de até 14 atmosferas para 1 atmosfera, iniciando-se assim o fluxo e expulsão do látex por contração elástica dos vasos e aumento de área drenada através das anastomoses dos laticíferos.

Devido à perda de água, de que é constituída grande parte do látex, pela drenagem dos laticíferos, a água contida nas células de tecidos próximos (floema) desloca-se para o interior dos laticíferos, havendo uma diluição gradual do látex, que aumenta após o fluxo inicial.

A parada do fluxo dá-se por obstrução de cada vaso, isoladamente, por micro-coágulos. Estes micro-coágulos resultam da desestabilização e coagulação de algumas micelas de látex, após o rompimento da membrana dos lutóides menos estável que a das outras partículas do látex, liberando pequeníssimas frações ácidas que se encontram no seu interior. Com a queda progressiva de pressão de turgência no decorrer do fluxo, torna-se cada vez mais difícil a expulsão desses micro-coágulos que se acumulam progressivamente na superfície cortada do vaso, terminando por obstruí-los.

- Índice de obstrução - por causas ainda não bem conhecidas, existe uma grande variação entre clones na duração do fluxo. Para quantificar esta diferença, convencionou-se um parâmetro chamado de "Índice de Obstrução" (I.O.), dado pela fórmula:

$$I.O. = \frac{\text{VOLUME ESCORRIDO NOS PRIMEIROS 5 MINUTOS}}{\text{VOLUME TOTAL ESCORRIDO}} \times 100$$

Dai deduz-se que a duração do fluxo está relacionada inversamente com o Índice de Obstrução.

- Determinação da área de drenagem no tronco - um outro fator que muito contribui para o rendimento da sangria é o que se chama de

"Área de Drenagem do Latex no Tronco", ou, em outras palavras, a área da casca de onde o látex se desloca para fluir na superfície sangrada. Obviamente, os clones poderão ser mais ou menos produtivos em função da área de casca que contribui para a produção de látex na sangria.

De um modo geral, nos cortes descendentes, a área de drenagem estende-se para baixo do corte, afunilando-se lateralmente e um pouco para cima de cada uma das extremidades do corte.

- Influência das variações diurnas e estacionais das condições atmosféricas no volume de látex produzido - ao amanhecer, a perda de água da planta por transpiração começa a se intensificar devido à maior incidência de radiação solar, aumento do "deficit" de saturação de vapor d'água na atmosfera, etc.

Como já falado anteriormente, o "deficit" hídrico que se estabelece na planta se transmite das folhas para os vasos lenhosos, onde passa a existir uma pressão negativa interior (tensão) nas colunas líquidas, processando-se então uma transferência de água dos vasos do floema, que, por sua vez, perdem pressão de turgor. a perda de pressão de turgor exerce uma grande influência sobre a velocidade e duração do fluxo de látex, provocando a sua redução. Mas o efeito do "deficit" hídrico sobre o fluxo não se faz sentir instantaneamente em todo o caule, mas, sim, inicialmente nas partes mais altas evoluindo para as partes basais do tronco. Portanto, é muito importante não permitir a formação de galhos muito baixos nas árvores porque provavelmente provocam maior redução no fluxo de látex.

O rendimento da sangria é maior se esta for iniciada nas primeiras horas da manhã, indo até mais ou menos às 9 horas, dependendo naturalmente de fatores climáticos locais, pois em áreas como Cambodja e Tailândia, com período seco prolongado, é costume fazer a sangria à noite. Também é importante que as plantas tenham um sistema radicular profundo e bem formado para um melhor suprimento de água em períodos secos.