

ANATOMIA DO ESCAPO FLORAL DO CACAU-EIRO  
(Theobroma cacao L.)\*

(Interpretação do fenômeno „Pêco“)

C. Shimoya \*\*

I. INTRODUÇÃO

Cacau-eiro (*Theobroma cacao L.*) é uma das plantas chamadas caulífloras (do latim *caulis* + *flos*, *floris*), difere das fanerógamas comuns. As plantas caulífloras são geralmente arbustos ou árvores que emitem flores no tronco e nos seus ramos lenhosos, e pertencem a várias famílias que vegetam, mais freqüentemente, nas zonas intertropicais que nas extratropicais e por estas razões são menos estudadas.

O presente trabalho tem por objetivo descrever a anatomia do escapo floral (formação da almofada floral) e mais ainda, com este estudo auxiliar a interpretação do fenômeno do „pêco“, tão importante para a economia cacau-eira.

Observa-se em a natureza enorme desperdício, como, por exemplo, milhares de espermatozóide ou de grãos de pólen para um óvulo, milhares de flores para meia dúzia de frutos, centenas de óvulos para poucas sementes. A queda dos frutinhos pode ser natural, como no caso de mangueiras, laranjeiras etc, pois se todas as flores dessem frutos a árvore pereceria, por excesso de carga, e também por diversos agentes climáticos ou do meio, bem como microrganismos causadores de doenças e pragas. Portanto, o fenômeno do „pêco“ e da

\*\* Trabalho apresentado no XVIII Congresso Nacional de Botânica, Guanabara, 22/30/-1-67 pelo Professor Waldomiro Nunes Vidal.

Recebido para Publicação em 15/12/966.

\* Professor de Botânica da Escola de Pós-Graduação da UREMG.

queda de frutinhos é complexo, pois pode originar-se de causas internas ou externas.

Há vários trabalhos como o de NICHOLS (5, 6, 7, 8) que trata do "péco" (cherelle wilt), e que são interessantes, mas tratam somente do desenvolvimento do fruto, partindo do pedúnculo, sem levar em conta a anatomia da base floral (almofada). BOUHARMONT (1) cita caso curioso, em que Naundorf (1959) assinalou ter suprimido a auto-esterilidade em 20% das árvores, enxertando porção da casca contendo almofada floral tirada das árvores autocompatíveis. Anteriormente, ele tinha enxertado ramos floríferos de árvores autoférteis sobre 53 auto-estéreis, e 10 destas produziram sementes por autofecundação. CABRALES (3) narra outro caso em que Naundorf comprovou que cacaueiros completamente inférteis, que, durante 11 anos nunca mostraram flores e nem produziram frutos, floresceram abundantemente e deram frutos, quando se transplantou ou enxertou neles um pedaço de casca com base floral apenas visível, demonstrando assim a existência de hormônios de floração do cacauieiro e a sua necessidade para floração e frutificação. Segundo o referido autor, as árvores incompatíveis transformaram-se em autocompatíveis, após o transplante de tecidos compatíveis com uma porção de base floral.

Eis o problema! Um simples enxerto poderá modificar tão profundamente a estrutura anatomo-fisiológica do cacauieiro?

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O primeiro exemplar de caule foi enviado pelo professor Dr. Paulo Alvim, de Turrialba, Costa Rica, (FIG. 2 e 3) e os demais foram coletados das plantações de CEPEC, Itabuna e Uruçuca, Bahia. O material de caule fora tratado em uma solução de álcool absoluto + glicerina + água, na proporção de 1:1:1, com a finalidade de eliminar ar e amaciá-lo.

Os cortes foram feitos em diversos sentidos com espessura que variaram de 10 a 30 micros, e corados com safranina e hematoxilina Delafield, e as microfotografias tiradas com fotomicroscópio Mikroma de Zeiss.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo anatômico ou histológico é de grande importância, pois todos os seres vivos não possuem estruturas histoló-

gicas fixas ou definitivas, como acontece com os minerais. O estado vivo caracteriza-se pelas modificações, mais ou menos constantes, que variam de intensidade ou profundidade, de acordo com a influência no espaço, no tempo ontogênico e no filogenético.

Assim, observa-se que em um tecido, as células nascem, vivem, desenvolvem e morrem, às vezes, sem deixar os seus traços, após sofrer uma série de diferenciações progressivas.

O cacau (Theobroma cacao L.) é uma planta caulifora (FIG. 1) e possui três modalidades de flor quanto à sua origem: a) na axila de folha. b) Nas axilas de ramos (inclusivo na parte inferior), e, neste caso, quando cessa o desenvolvimento vegetativo, por quaisquer razões, transforma-se em futura almofada floral. c) Em certos períodos do ano, na primavera principalmente, observa-se logo acima da folha um, às vezes, dois pares de hipsófilos ou "prophylls" de HALL (4) que são semelhantes a estípulas e o seu centro origina flor. Nem sempre o desenvolvimento da flor se observa com as peças citadas ainda persistentes, mas pode-se, muitas vezes, observar as flores, após a queda da folha, das estípulas e dos hipsófilos. As pequenas almofadas florais, próximas umas das outras, no decorrer dos anos, com o desenvolvimento progressivo e contínuo, podem fundir-se em uma apenas.

Para melhor conhecimento deste trabalho, a inflorescência do cacau (Theobroma cacao L.) foi dividida em duas partes: a primeira, denominada escapo floral é a porção encontrada no interior do caule, a segunda, é continuação daquela, e denominada almofada floral (FIG. 2, 3, e 4). Segundo HALL (4) a almofada floral é, na verdade, uma inflorescência do tipo monocálio, denominada cincinus, mas a sua ramificação é semelhante a dicásio. A diferença entre monocálio e dicásio, neste caso, consiste apenas no desenvolvimento das gemas florais, uma gema de cada vez, e, no 2º, duas gemas.

Estudou-se em primeiro lugar a anatomia da inflorescência em caule seco de cacau procedente de Costa Rica, com 15 anos de idade, que mostra nitidamente o escapo floral que emerge da medula à casca, no sentido normal ao eixo do caule. Os tecidos do escapo desenvolvem-se de menor intensidade para maior, nos anéis anuais do lenho, tendo uma forma de cálices cônicos, de base sagitada, colocados sobrepostos, em linha reta, que acompanham, deste modo o desenvolvimento anatômico das estações do ano (FIG. 4).

Em novembro de 1965, realizaram-se em Itabuna, CEPEC, os estudos „in loco“ e coletas de material para laboratório de Botânia da UREMG.

Fazendo-se corte transversal, em diversas alturas do caule, observa-se que o escapo floral tem origem medular (FIG. 5), ou, às vezes, parece partir de um vestígio ramífero (FIG. 2) e prossegue o seu desenvolvimento até ao exterior, de maneira progressiva e contínua (FIG. 6, 8 e 9).

O estelo do cacauzeiro é do tipo sifonostelo, que, na fase inicial, é anfiflóico, podendo encontrar anomalia como na FIG. 6 e 5 (caule ca. 10 anos de idade) de lúber inclusivo. A FIG. 7 mostra o lenho primário da região perimedular.

Observa-se na anatomia vegetal, com certa freqüência, uma mudança sucessiva de estrutura do aparelho condutor, no sentido evolutivo ou regressivo, bem como nos tecidos ligados a ele. Baseando-se nesta particularidade, BOUREAU (2) disse que as transições existentes entre diferentes tipos vasculares das mais complexas às mais simples, podem ser estabelecidas, com as espécies atuais, dum grupo dado, como hierarquia fundada na evolução do aparelho condutor das plântulas e em sua relação com o grau de antiguidade.

Inicialmente, o escapo floral é constituído essencialmente de tecido parênquimatoso (FIG. 10) e gradativamente as suas células periféricas da zona limítrofe começam a sofrer as transformações, às vezes, bem profundas. Os vasos sofrem uma desintegração parcial ou mesmo total (lisados). Muitas vezes, os vasos, antes de sofrerem a transformação, enchem-se de uma substância mucilaginosa, de acordo com as FIG. 26, 27 e 30, e logo em seguida tomam direção paralela ao eixo do escapo floral (FIG. 11, 14 e 15). As figuras 21 e 22 representam corte transversal do lenho normal e a figura 20 mostra o aspecto do início de transformação para escapo floral, partindo da figura 21.

Estas observações no desenvolvimento das estruturas para formação do escapo floral dentro do caule, constituem um fenômeno que pode ser denominado „convergência“, termo usado em Zoologia.

Os tecidos da zona de transição ou convergência, antes de sofrerem modificações profundas, como no caso dos vasos, ficam cheios de conteúdos das mais diversas formas: cristais de diversas formas, grânulos ou grãos de diversas colorações, mucilagem ou resina etc. (FIG. 12, 13, 18, e 19), e passam por uma fase regressiva de quase um tecido parenquimatoso, para

logo em seguida entrarem na fase de reorganização. Assim, as fibras lenhosas e os raios lenhosos, inicialmente, sofrem uma regressão, para atingir um tipo parênquima, e mudam de direção, para, mais tarde se integraram no tecido do escapo floral (FIG. 14, 15, 28, 29, 31, 32 e 33). As figuras 14, 15 e 16 mostram diversos aspectos da referida zona entre o escapo floral e a estrutura do caule, entretanto, estas duas estruturas, comparadas no seu conjunto, no curso de desenvolvimento não passam de uma etapa bem particular.

Formam-se os traqueídes no meio do novo parênquima, na região do lenho (FIG. 18 e 19) e na região cortical, da mais profunda para periferia, conforme as figuras 17, 24, 25, 34, 35, 36 e 37.

As combinações possíveis do sistema liberiano e do sistema lenhoso primário e secundário no interior do cilindro central, podem ter início na base do escapo floral, região periférica do lúber primário (FIG. 5) e posteriormente na altura do lúber secundário (FIG. 36).

É bastante interessante observar o parênquima da almofada floral (FIG. 38 e 39) e da do cicatriz ramífero (FIG. 40 e 41) cujas células são riquíssimas em conteúdo e apresentam mucilagem, intensificando-se cada vez mais, à medida que se aproximam da periferia.

A FIG. 42 representa corte transversal, parcial, de caule jovem e a FIG. 43 mostra o aspecto ampliado do lúber do mesmo material. A estrutura anatômica do cacauzeiro será apresentada oportunamente.

### 3. 1. Interpretação Anatômica do Fenômeno „Peco“

O meristema periférico da almofada floral desenvolve-se e deve emitir segundo tipo de inflorescência cincinus uma ou mais gemas ou botões florais. A existência de incisão ou constrição na base de pedicelo pode, talvez, ser explicada do seguinte modo: O meristema cresce e rompe a resistência do envoltório protetor (súber), sai assim, certa porção quase mecânicamente, como uma massa expulsa através de orifício, dando aspecto mamiliforme. Esta porção de tecido será protegido imediatamente por epiderme e logo em seguida aparecerá meristema, que dará o futuro botão floral, ficando, porém, com incisão na base. Segundo BOUHARMONT, (1) esta incisão diminui de profundidade com o desenvolvimento do fruto, porém nunca chegará a desaparecer completamente.

Observando-se os fenômenos de micro e macrosporogênese, fertilização, embriogênese, isto é, da formação da flor ao fruto, o cacaueiro sofre, no curso deste desenvolvimento, um período de relativo repouso, seguido de intensa atividade fisiológica, depois repouso, e assim por diante, de maneira intermitente. Assim é que: a) com 10 dias tem início o fenômeno de microsporogênese, SHIMOYA (9); b) com 30 dias o macrosporogênese e fertilização; c) da fertilização a divisão do zigoto, 50 dias, segundo NICHOLS (7); d) deste estádio ao fim de 80 dias, aproximadamente, o frutinho cresce rapidamente, e realiza-se a formação do álbumen, NICHOLS (8) e finalmente a fase final que é o desenvolvimento do embrião, à custa do álbumen.

Demonstrou-se neste trabalho, que a inflorescência está intimamente ligada, de modo anatômico, com toda a estrutura do caule.

Ocorre o péco, geralmente, em bilro de 50 a 60 dias de idade, e coincide com o início do período de grande intensidade fisiológica para a formação do álbumen. Existem várias causas de fenômeno, com sejam: doenças, pragas ou de ordem genética etc., mas também poderiam ser de ordem fisiológica. Assim, pergunta-se: Como consequência de uma contração do lenho dificultando a passagem de seiva? A contração do lenho poderá ser causada por um período de estiagem que a planta tenha sofrido? Também a freqüência das contrações diárias no período em que a carga da planta seja demasiadamente forte? Tudo isto ainda poderá ser relacionada com o meio! o fenômeno é, de fato, complexo, e assim requer para elucidação do problema, a colaboração de vários setores da ciências botânicas!

#### 4. SUMÁRIO

O cacaueiro (Theobroma cacao L.) é uma planta cauliflora. Emite flor em três regiões distintas: a) na axila de folha; b) na axila de ramo, em toda a extensão; c) no meio ou entre par de hipsófilo ou prófilos do ramo.

Quando as flores nascem de almofadas próximas, poderão, no curso de desenvolvimento, fundir-se em uma só.

A inflorescência foi dividida, para efeito do estudo, em duas partes:

A primeira foi denominada de escapo floral que tem a sua origem na região periférica da medula, e cresce juntamente com todos os tecidos do caule, porém mantendo sempre a sua

individualidade própria, e vai até a base da almofada, e, portanto, no sentido normal ao eixo do caule. O escapo que cresce harmônicoamente com os elementos do caule, apresenta, na região do lenho secundário, um aspecto de mancha retilínea que, observada com cuidado, possui uma forma de sobreposição de cones de base sagitada, e cada cone corresponde a um anel de crescimento anual. Na região limítrofe ou de convergência histológica, observam-se transformações bem profundas das células de ambos os órgãos, podendo sofrer anastomose para dar origem, mais tarde, a dois órgãos perfeitamente definidos e organizados.

A segunda foi denominada almofada floral, que tem a forma de um cone, cuja base fica localizada na periferia do caule, que é a inflorescência propriamente dita, isto é, onde se verifica a emissão de flores. A almofada fica, às vezes, parcialmente invaginada na porção cortical, e, como no caso anterior, os tecidos de ambos os órgãos se ligam perfeitamente, estabelecendo uma verdadeira função anatomo-fisiológica.

A inflorescência é um tipo monocálio denominado cincinus.

A estrutura anatómica do caule e da inflorescência acham-se em estreita organização, e assim pode-se admitir que uma contração do lenho, por exemplo, causada por uma estiagem que a planta sofrera, poderia obstruir ou dificultar a circulação da seiva, colaborando, desta maneira, para a manifestação do fenômeno do péco.

## 5. SUMMARY

The cacao (*Theobroma cacao L.*) is a plant which blooms on the stem. Flowers emerge in three distinct regions on the stem: a) in leaf axils; b) in the axils of the branches along the entire length; c) in the middle or between prophylls of the branches.

When the flower-cluster emerge in close bunches, they may, in the course of development, merge into only one.

An inflorescence was divided, for the purposes of the study, into two parts.

The first was named the scape which has its origin in the periphery of the pith, and grows together with all of the tissues of the stem, but always maintaining its own individuality, and extends to the base of the flower-cluster, and therefore in the normal sense to the axis of the stem. The scape which grows

harmoniously with the elements, in the regions of the secondary xylem, an aspect of a rectilinear spot, which, observed with care, has a form of superposition of cones with arrow-shaped bases, and each corresponds to an annual ring. In the region of the convergence of the tissues one observes a profound transformation of the cells of both organs, can undergo anastomosis to give the origin later of both organs perfectly defined and organized.

The second was named the flower-cluster, which has the form of a cone whose base is located in the periphery of the stem, and which is properly named an inflorescence since this is where the flowers are emitted from. The flower-cluster at times is partially invaginated in the cortical portion and, as in the previous case, the tissues of both organs connect perfectly establishing one true function anatomically and physiologically.

The inflorescence is a type of monochasium called a cincinus.

The anatomic structure of the stem and the inflorescence are found to be strictly organized, and thus it may be found that a contraction of the xylem, for example, caused by a drought that the plant suffers can obstruct or partially block the circulation of the sieve tubes, contributing in this manner to the manifestation of the phenomenon of cherelle wilt.

## 6. LITERATURA CITADA

1. BOUHARMONT, J., - Recherches cytologiques sur la fructification et l'incompatibilité chez *Theobroma cacao* L., Publications de l'Institut National pour l'Etude agronomique du Congo, Série Scientifique, 89:7-117 (plus 41 photos), 1960.
2. BOUREAU, E., - Anatomie Végétale. Tome I, II e III, Presses Universitaires de France, Boulevard Saint-Germain, 108, Paris, 753 pp. 1954, 56, 57.
3. CABRALES, E. A. B., - Un arbol de cacao con frutos partenocarpicos en el valle del Cauca. Cacao en Colombia, 3: 93-105, 1964.
4. HALL, C. J. J. Van., - Cacao. Second Edition, with illustrations, MacMillan & Co., Limited, St. Martin's Street, London, 514pp. 1932.

5. NICHOLS, R., Xylem Occlusions in the Fruit of Cacao (Theobroma cacao) and their Relation to Cherelle Wilt. Annals of Botany, N. S., 25(100): 463-475. 1961.
6. \_\_\_\_\_ Studies of Fruit Development of Cacao (Theobroma cacao) in Relation to Cherelle Wilt. I. Development of the pericarp. Annals of Botany, N. S. 28 (112): 619-635, 1964.
7. \_\_\_\_\_ Studies of Fruit Development of Cacao (Theobroma cacao) in Relation to Cherelle Wilt. II. Auxins and Development of the Seeds. Annals of Botany, N. S. 29(114): 181-196, 1965.
8. \_\_\_\_\_ Studies of Fruit Development of Cacao (Theobroma cacao) in Relation to Cherelle Wilt. III. Effects of Fruit-thinning. Annals of Botany, N. S. 29 (114): 197-203, a, 1965.
9. SHIMOYA, C., Microsporogénesis em cacau (Theobroma cacao L.), Experientiae, Viçosa 5(1): 1-16, 1965.

#### LEGENDAS DAS FIGURAS

FIG. 1 - Fotografia do caule de cacau, mostrando as almofadas florais com bilro, flores e botões florais. Redução ca. x 2, 5.

FIG. 2 - Idem, corte transversal, à esquerda, acima, uma almofada floral, em corte tangencial, à direita, acima, idem interceptado por vestígio de um ramo. Tamanho natural.

FIG. 3 - Idem, idem, região mediana da almofada por meio de escavação. Idem.

FIG. 4 - Idem, idem, o espaço floral. Idem.

FIG. 5 - Microfotografia do corte transversal do caule, mostrando, à esquerda, o lenho, na altura mediana o espinho floral e logo abaixo deste uma mancha de líber, do centro para a direita o parênquima da medula. Aumento x ca. 48.

FIG. 6 - Idem, idem, da figura anterior com maior aumento a mancha liberiana. Idem x ca. 65.

FIG. 7 - Idem, idem, da esquerda para direita o lenho secundário, primário e medula. Idem x ca. 65.

FIG. 8 - Idem, na parte mediana, o escapo floral, quase tangencial, em que se vê em pontos claros a transformação parcial dos vasos lenhosos. Idem x ca. 60.

FIG. 9 - Idem, da figura anterior, na região entre a casca e o lenho secundário. Idem x ca. 60.

FIG. 10 - Idem, mostrando o início do escapo floral partindo da medula. Idem x ca. 70.

FIG. 11 - Idem, mostrando a zona de transformação ou de ligação entre o lenho e o escapo floral, na sua base. Idem x ca. 440.

FIG. 12 e 13 - Idem, no lenho secundário. Observa-se a formação de traqueides e parênquima, cujas células são ricas em conteúdos. Idem x ca. 440.

FIG. 14, 15 e 16 - Idem, aspectos topográficos dos tecidos affluentes, isto é, do escapo floral com os do caule. Idem x ca. 60.

FIG. 17 - Idem, mostrando traqueides do escapo floral, rodeados de parênquima rico em conteúdos e, às vezes, com função meristemática. Idem x ca. 440.

FIG. 18 - Idem, figura semelhante a 17 tirada com contraste de fase. Idem x ca. 440.

FIG. 19 - Idem, mostrando a formação de traqueides. Idem x ca. 440.

FIG. 20 - Idem, início de transformação do lenho secundário para escapo floral. Idem x ca. 300.

FIG. 21 e 22 - Idem, lenho normal. Idem x ca. 300 e 230.

FIG. 23 - Idem, aspecto de transformação ou de metamorfose de elementos do lenho secundário para escapo floral, vê-se no centro um vaso, paralelo a ele, as fibras e no sentido normal a estas, os raios. Idem x ca. 230.

FIG. 24 - Idem, região da casca, à esquerda, o escapo floral. Idem x ca. 440.

FIG. 25 - Idem, início de transformação de raios lenhosos secundários. Idem x ca. 440.

FIG. 26 e 27 - Idem, duas focalizações na mesma região de um vaso lenhoso e traquides em disposição oblíqua. Idem x ca. 230.

FIG. 28 e 29 - Idem, início de transformação do lenho secundário em tecido do escapo floral. Idem x ca. 230.

FIG. 30 a 34 - Idem, das figuras anteriores, mostrando a riqueza de conteúdo celular. Idem x ca. 230 (32 ca. 440)

FIG. 35 e 36 - Idem, mostrando traqueides do escapo floral na região cortical. Idem x ca. 230 e 60.

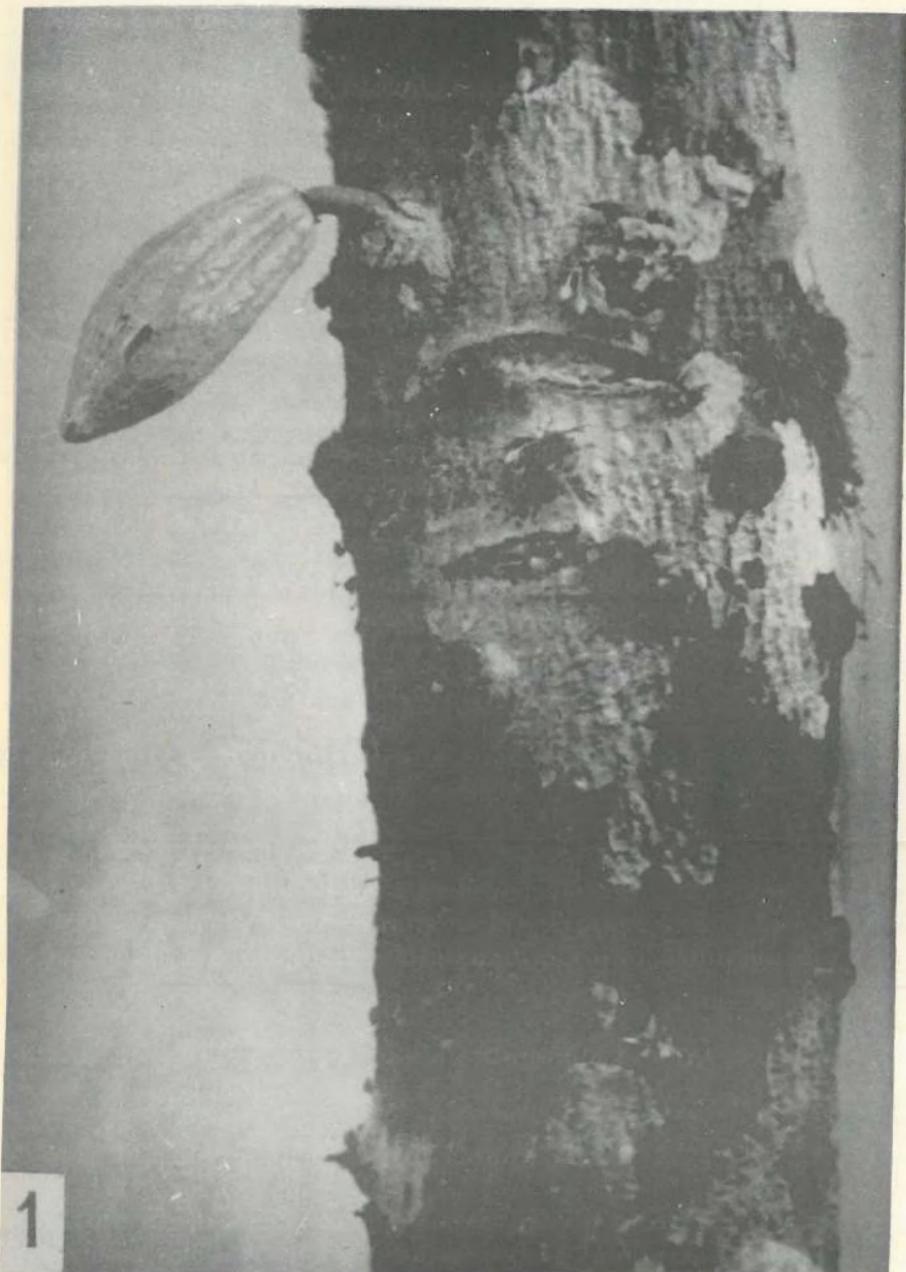
FIG. 37 - Idem, lenho secundário periférico, ao lado do escapo floral. Idem x ca. 60.

FIG. 38 e 39 - Idem, parênquima cortical junto ao escapo floral. Idem x ca. 355.

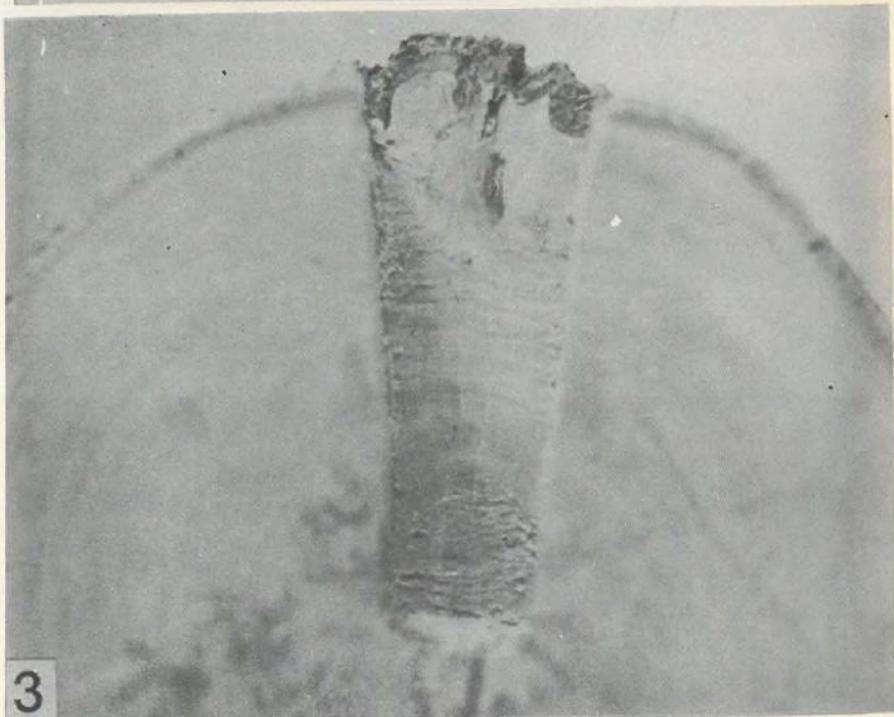
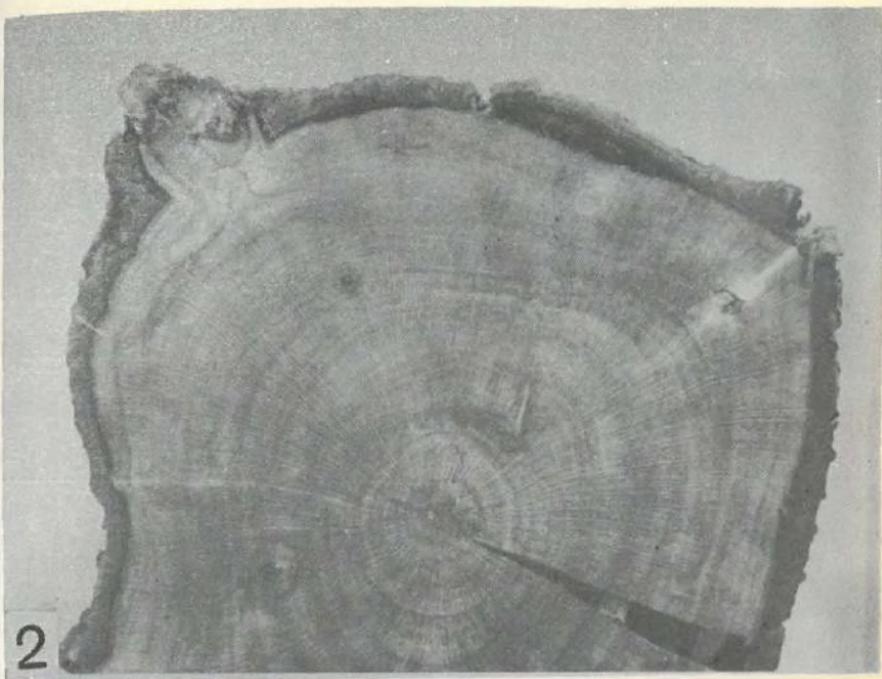
FIG. 40 e 41 - Idem, cicatriz de um ramo em fase de ser reintegrado à estrutura do lenho. Idem x ca. 37.

FIG. 42 - Corte transversal de caule do cacaueiro normal. Idem x ca. 60.

FIG. 43 - Idem, região do lúber. Idem x ca. 355.

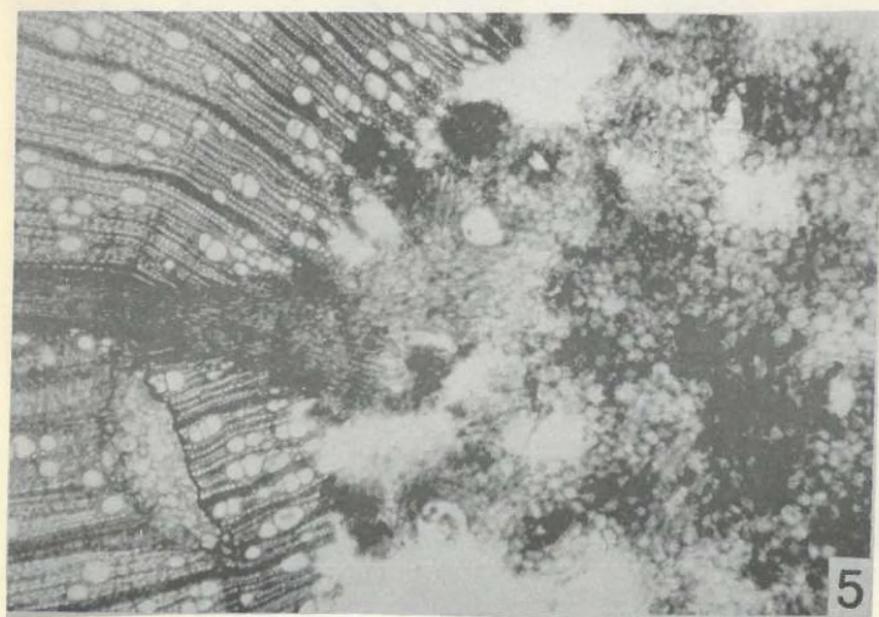


1

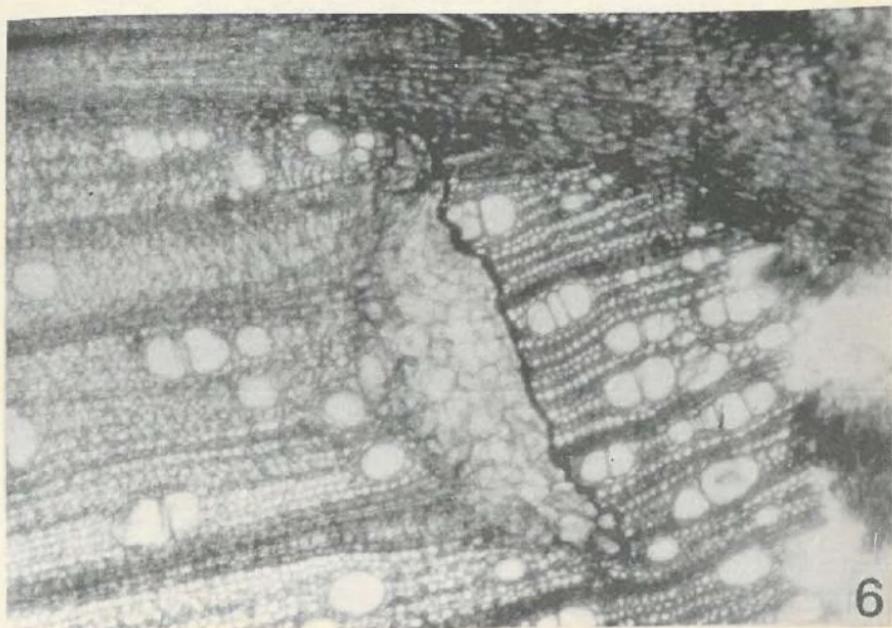




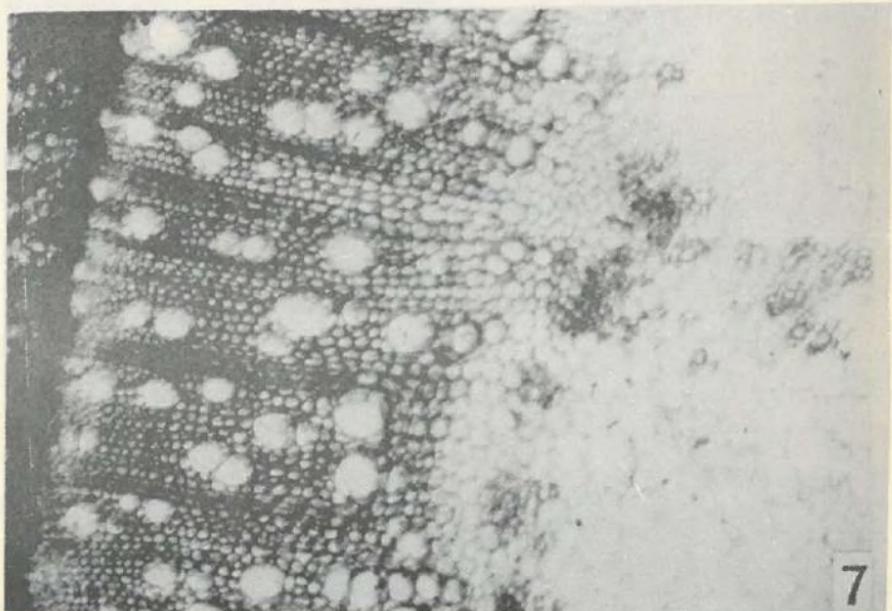
4



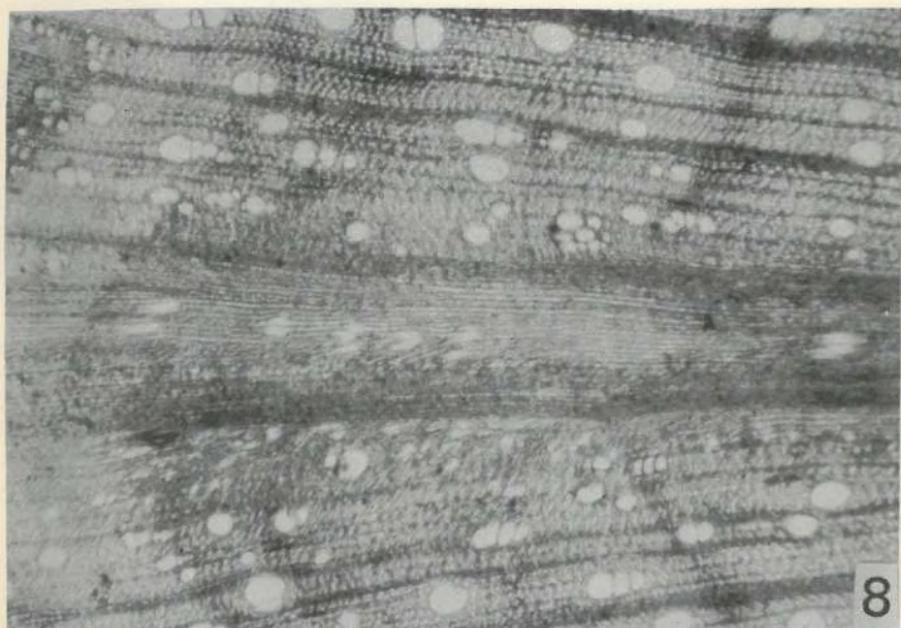
5



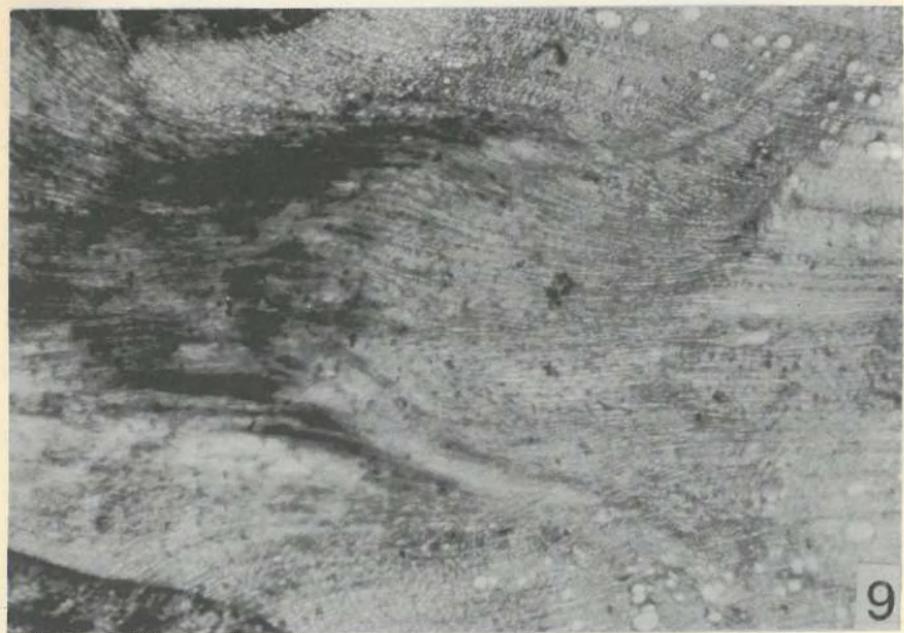
6



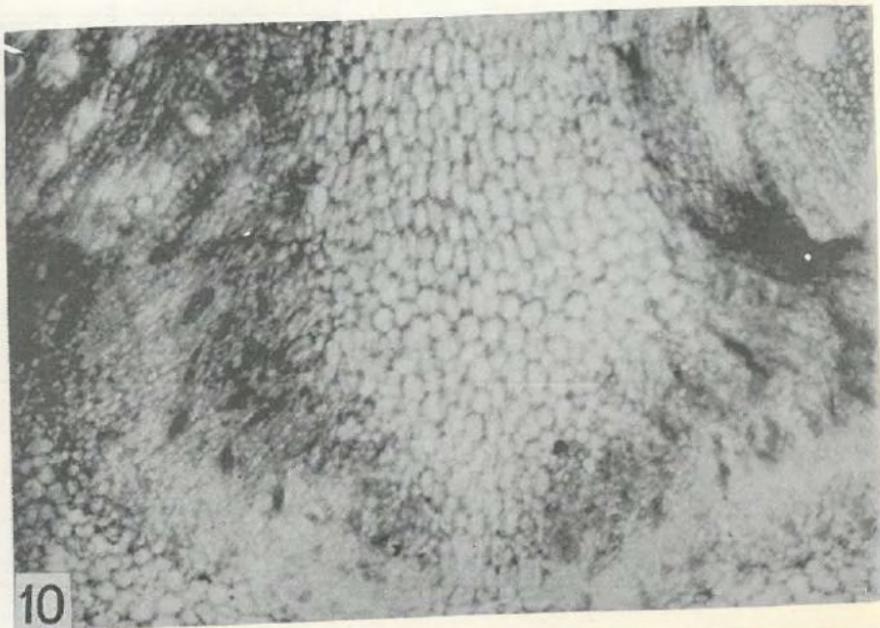
7



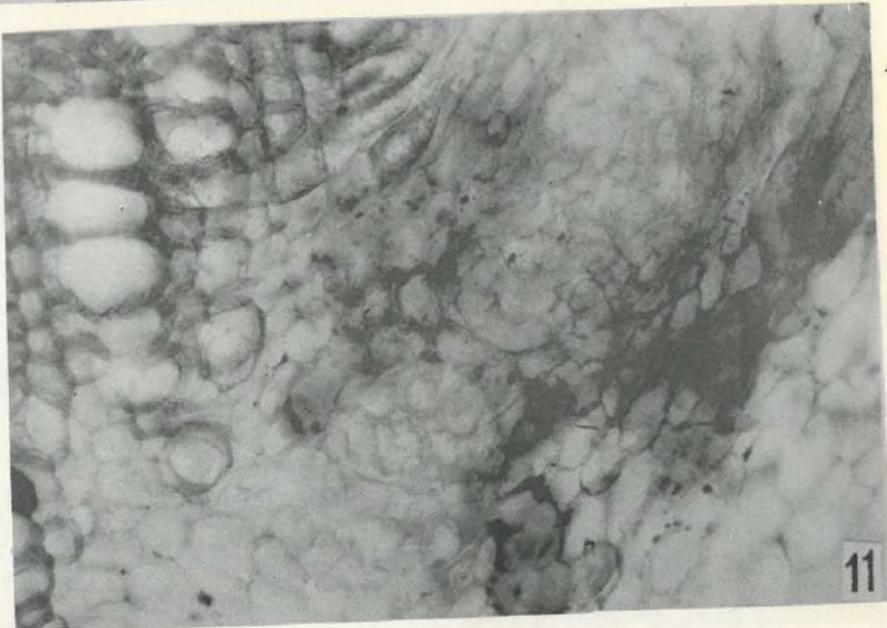
8



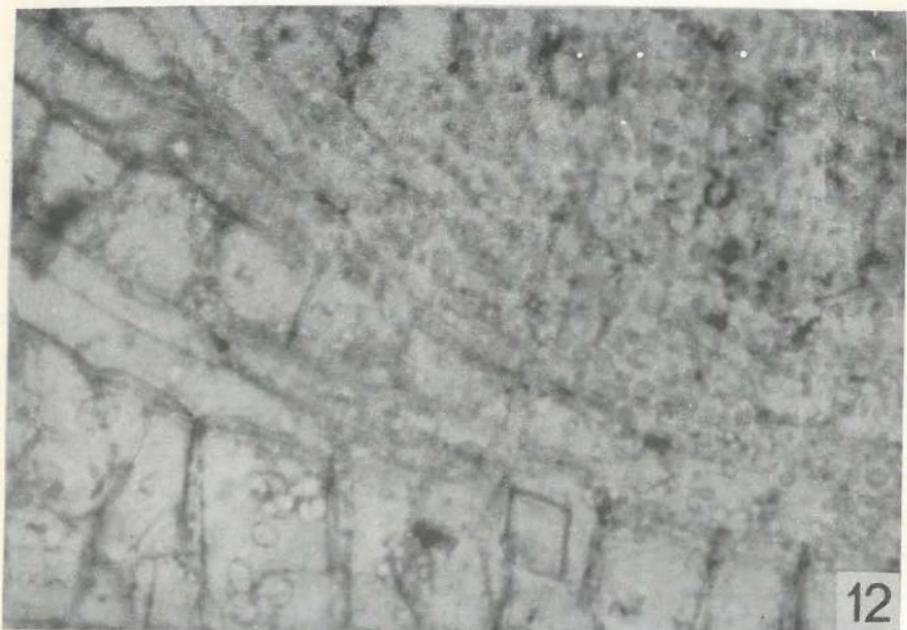
9



10



11



12



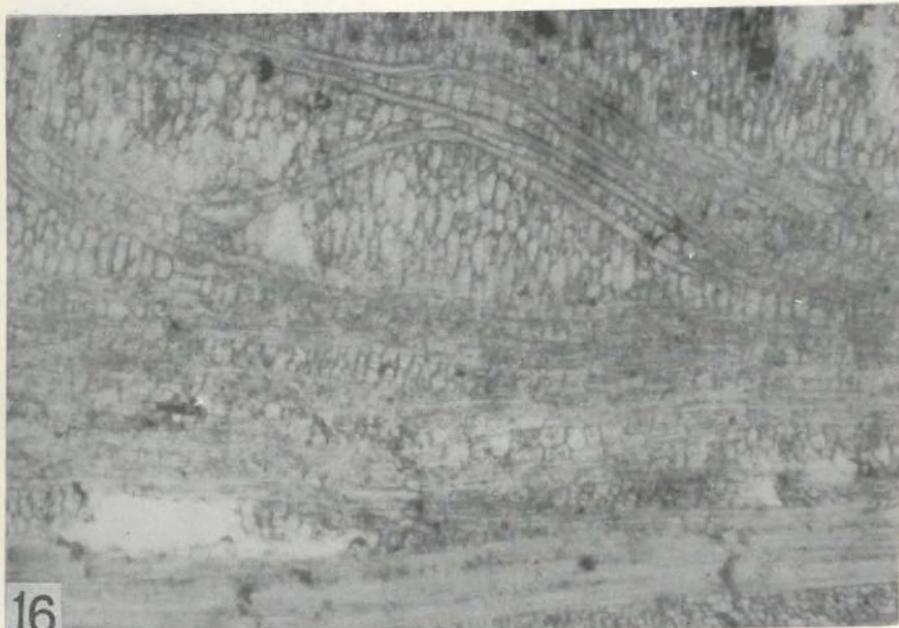
13



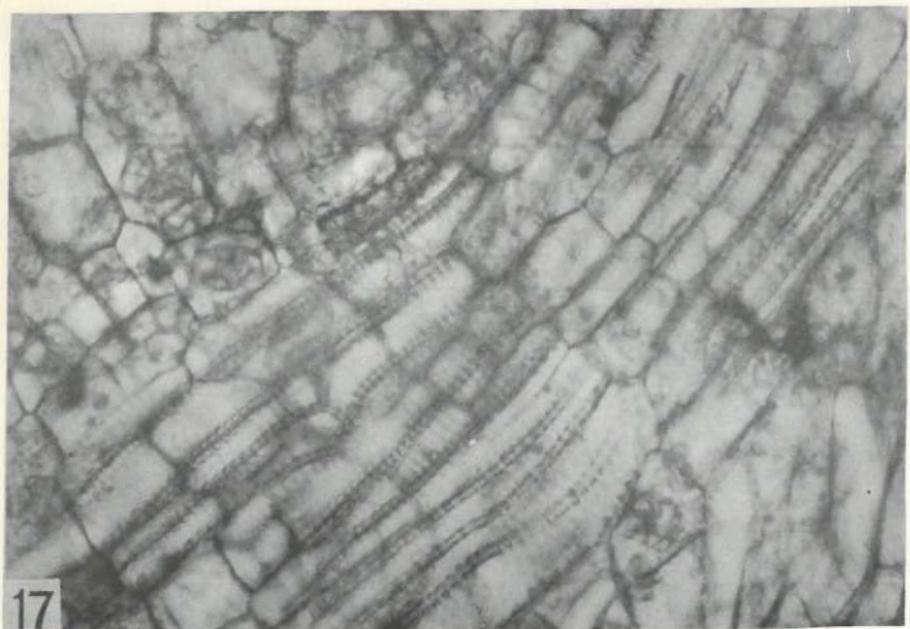
14



15



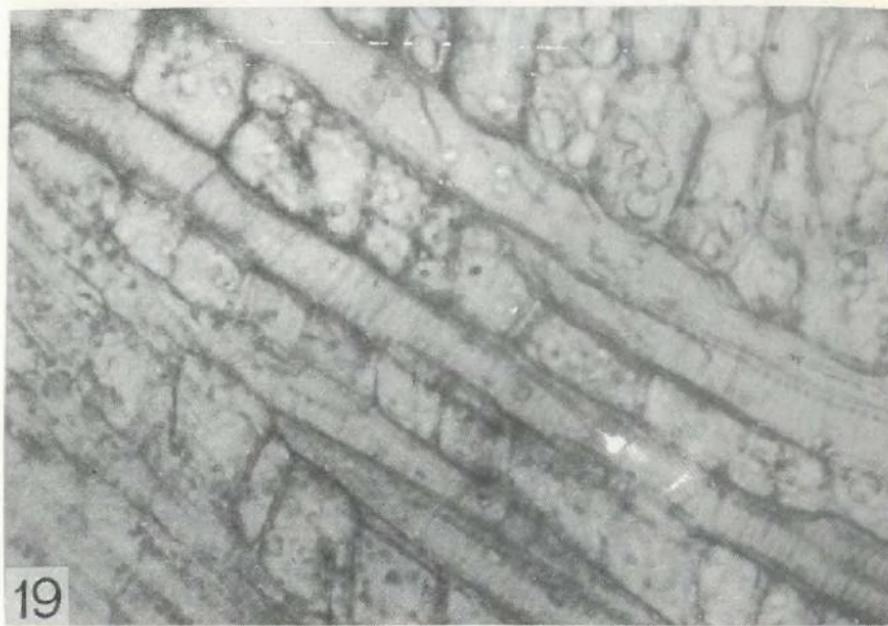
16



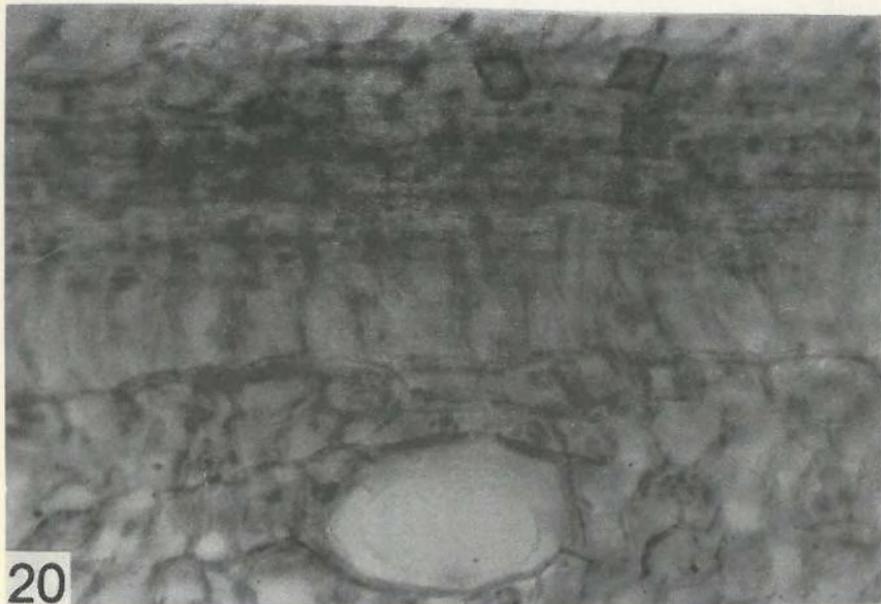
17



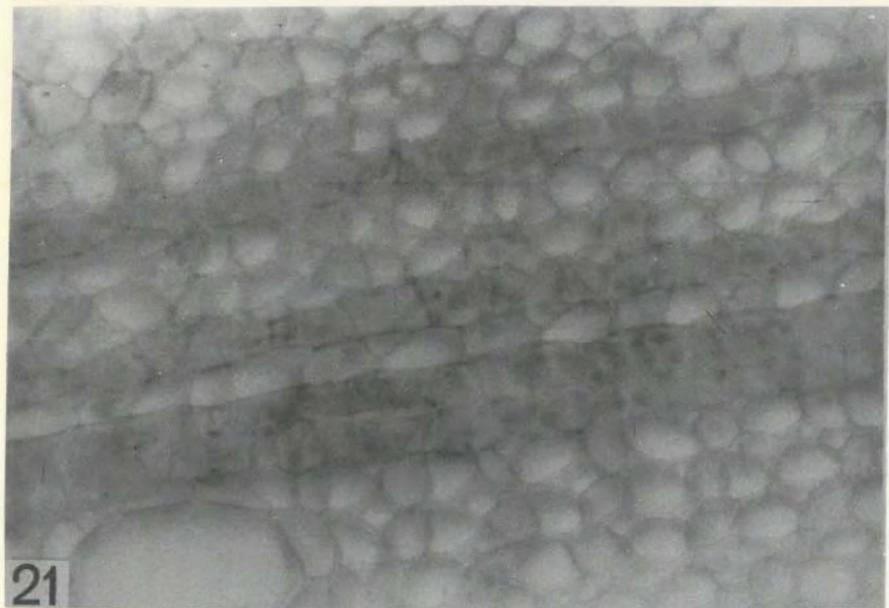
18



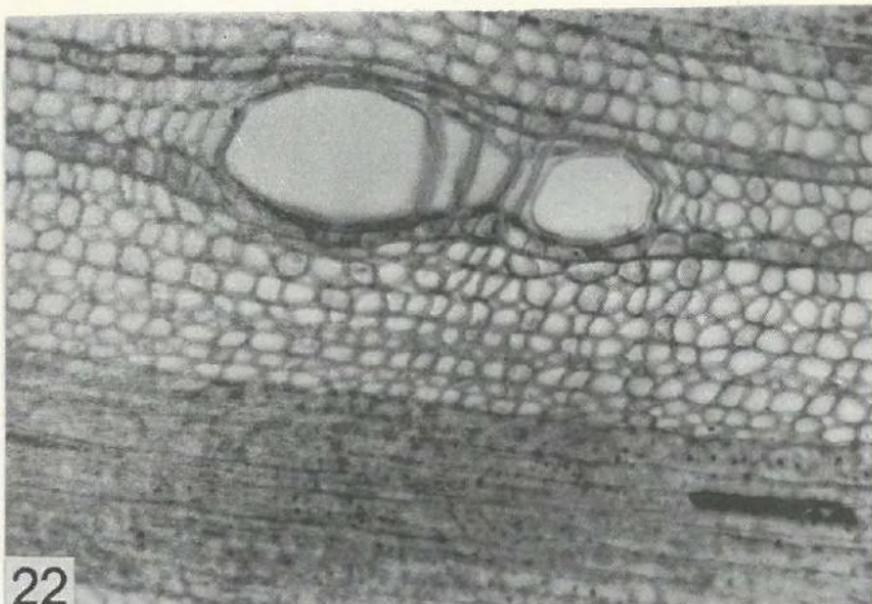
19

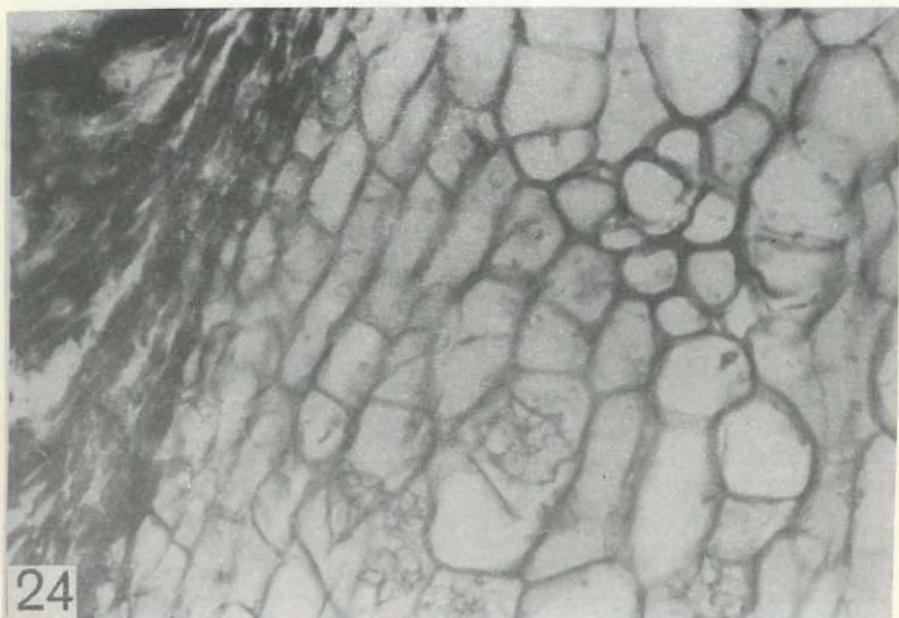


20

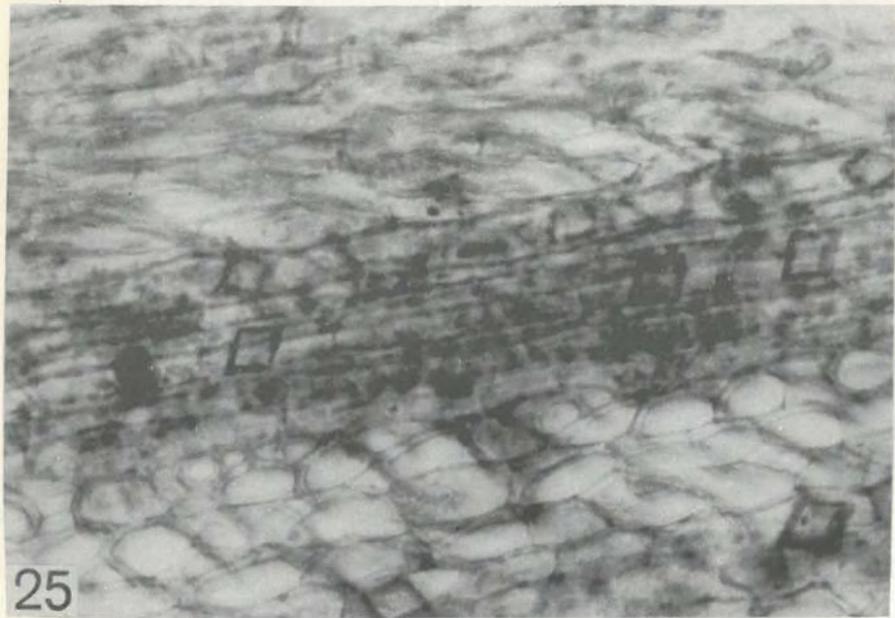


21

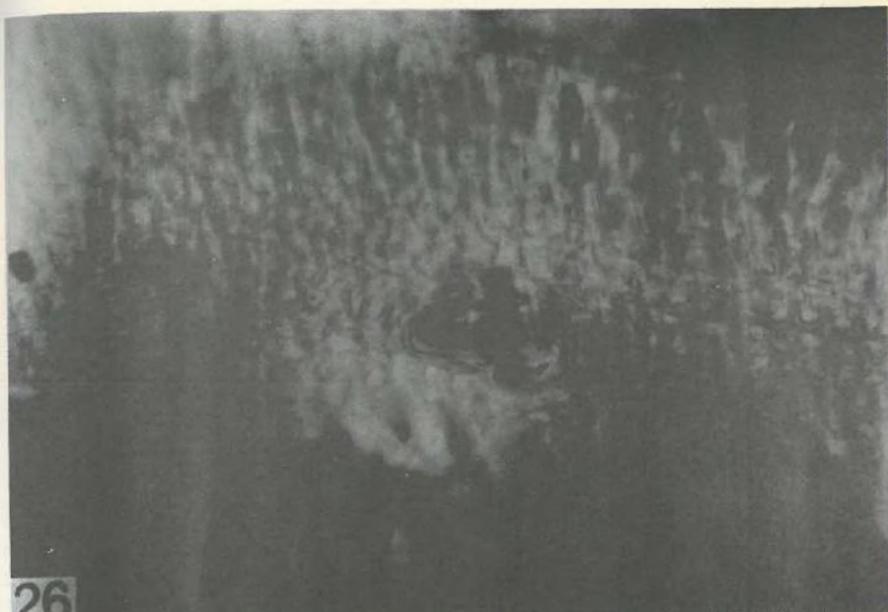




24



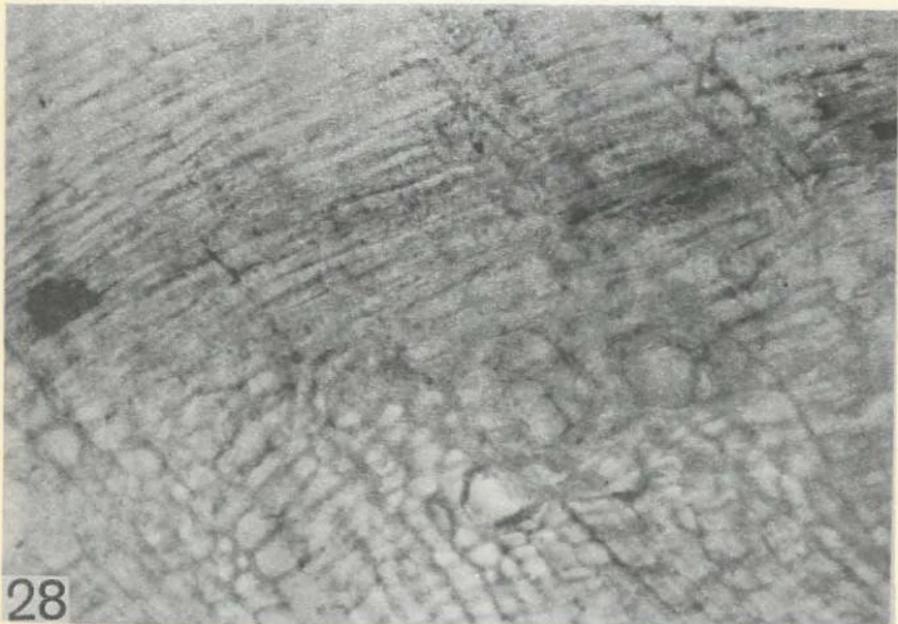
25



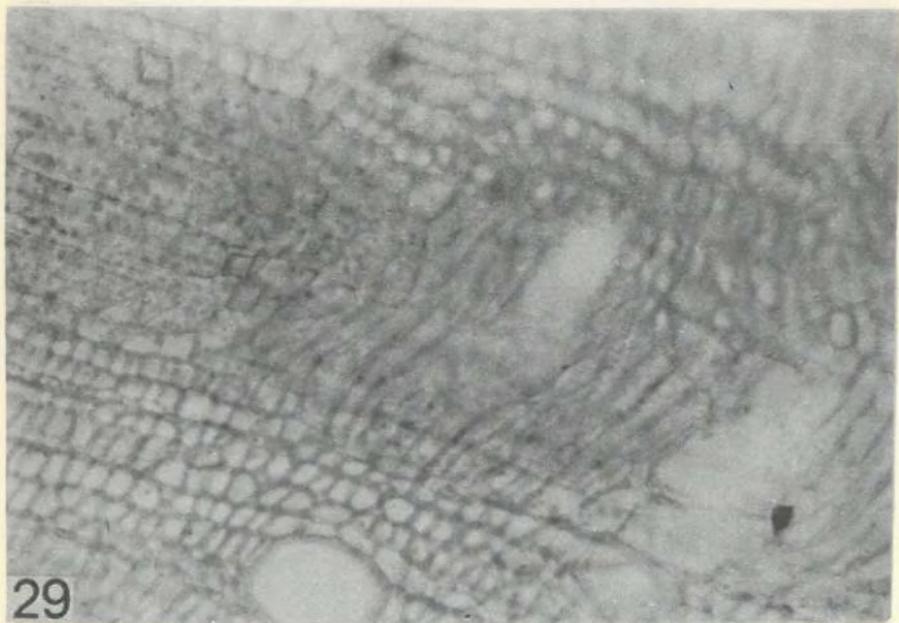
26



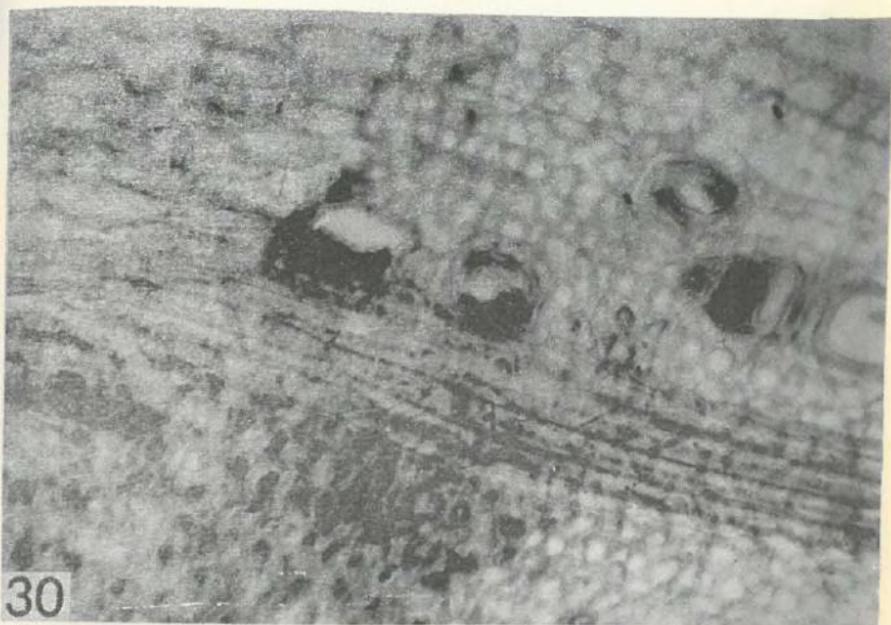
27



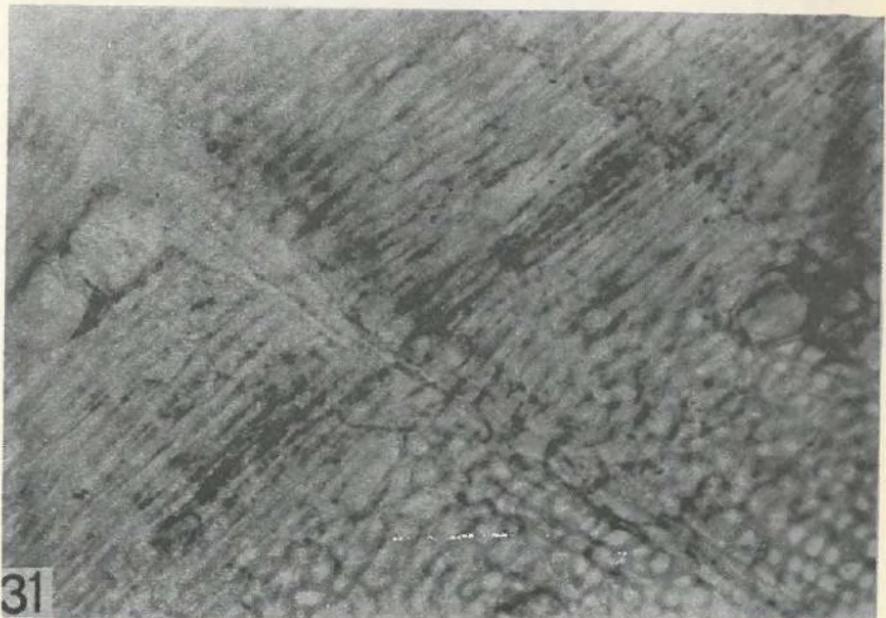
28



29



30

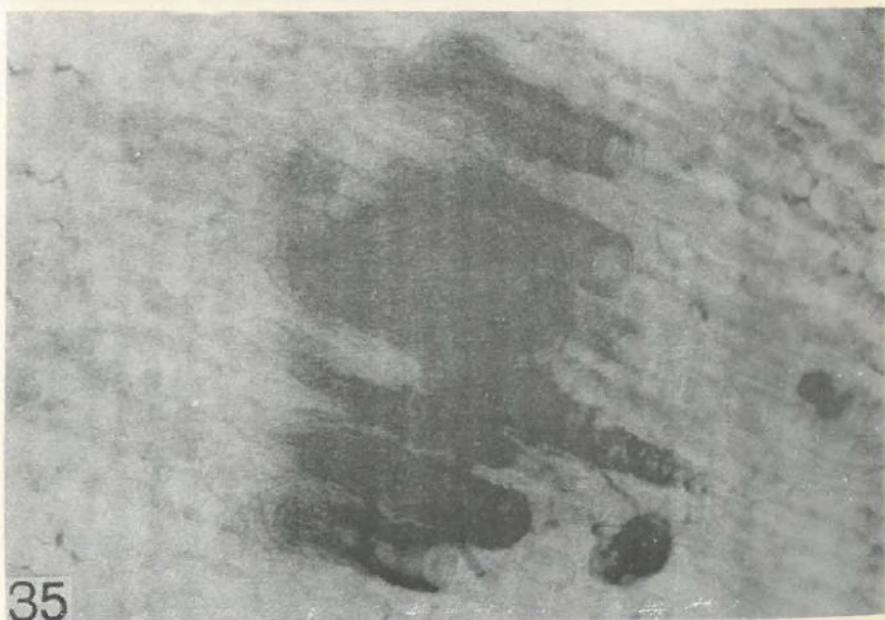


31





34



35



36



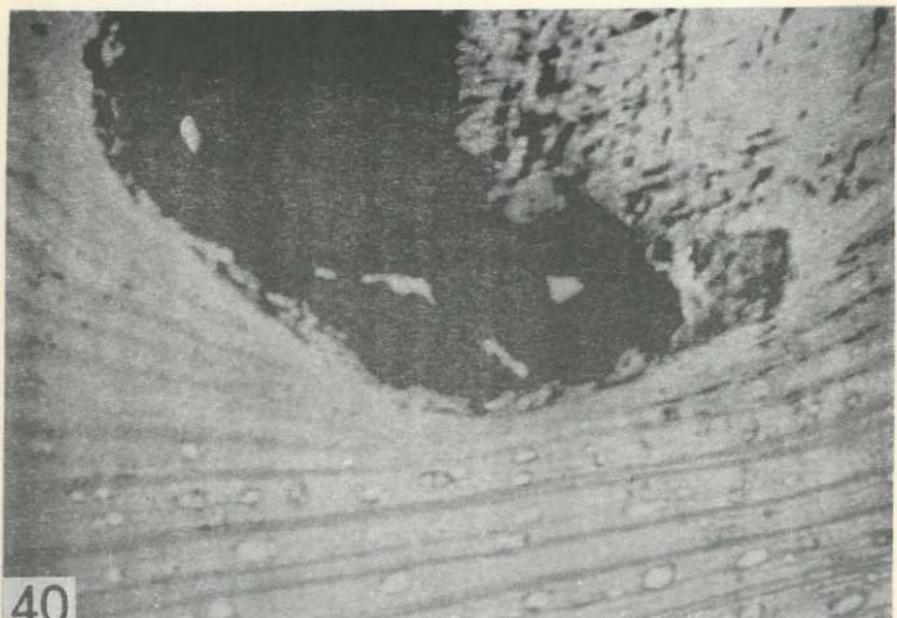
37



38

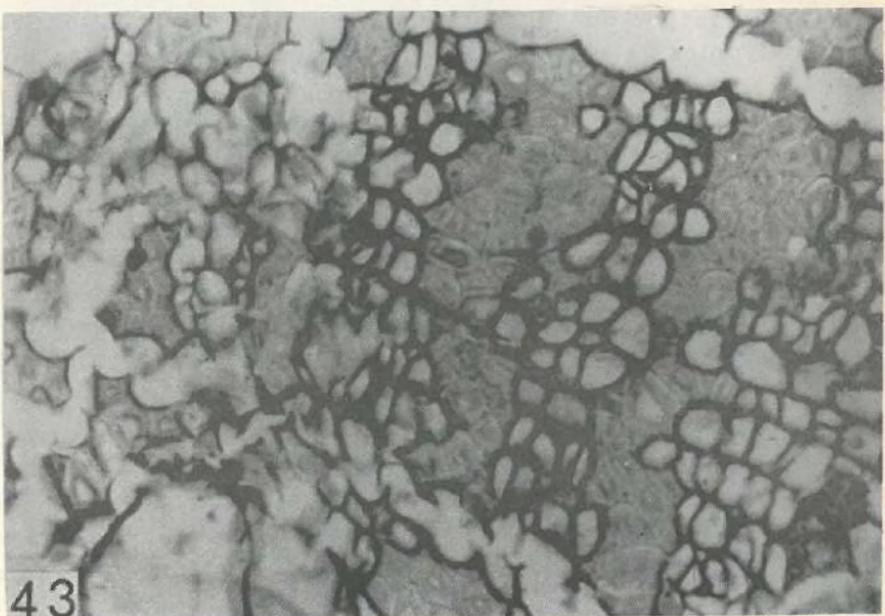


39





42



43