

## ESTRUTURA ANATÔMICA DO FRUTO DE CAFÉ (1).

ANTONIETA PIA DE TOLEDO. A anatomia do fruto (pericarpo) maduro de diversas espécies de *Coffea* tem sido, nestes últimos anos, objeto de vários trabalhos. Entretanto, embora bastante estudada, a estrutura anatômica desse fruto ainda não se encontra devidamente esclarecida, existindo entre os vários autores, algumas divergências, principalmente com relação à presença e denominação de determinados tecidos.

Com a finalidade de esclarecer esses pontos, são apresentados, aqui, resultados de observações microscópicas que são discutidas e comparados com os outros já relatados em trabalhos anteriores.

**Material e métodos** — Os frutos mais estudados foram os de *Coffea arabica* L. var. *typica* Cramer, em diversos estados de desenvolvimento. Observações menos detalhadas foram também feitas em frutos maduros de *C. Kapakata* Hirsch. (sin. *Psilanthopsis Kapakata* Chev.) e das variedades e cultivares: Maragogipe, Bourbon vermelho, Caturra (vermelho e amarelo), Angustifolia, Moka e Mundo Novo, tôdas da espécie *C. arabica* L.

O material foi fixado em Craif, seccionado ao micrótomo de acôrdo com a técnica adotada por Oliveira (2) e colorido com a solução de corante usada por Dedecca (3). Algumas observações comparativas também foram realizadas em cortes obtidos a mão livre de material fresco ou fixado e montado diretamente em água.

O endocarpo foi estudado mediante maceração-dissociação de seus elementos em solução de Jeffrey e montagem direta em solução saturada de floroglucina em HCL a 18%. O tanino foi observado em cortes, feitos a mão livre, de material previamente fixado em solução aquosa de bicromato de potássio.

**Observações** — A maioria das divisões celulares do pericarpo ocorre, como nos frutos em geral, logo após a fertilização. Assim, um fruto ainda bem novo, de aproximadamente 2 mm de diâmetro, já se apresenta com quase tôdas suas camadas de células formadas, porém, ainda não distintamente diferenciadas nas três regiões do pericarpo.

O exocarpo ou epicarpo, que corresponde à epiderme externa do ovário, é provido de estomas e formado por uma única camada de cé-

(1) Recebida para publicação em 26 de julho de 1961.

(2) OLIVEIRA, A. DOS SANTOS. Cinco estudos sobre Café. IV — Estudo de uma cereja de café arábica. Rev. Café Português, VI (23): 77-81. 1959.

(3) DEDECCA, D. M. Anatomia e desenvolvimento ontogenético de *Coffea arabica* L. var. *typica* Cramer. Bragantia 16: [315]-366. 1957.

lulas poligonais compactamente unidas, de seção quadrangular, com cerca de 10  $\mu$  de espessura.

O mesocarpo é bastante desenvolvido, com 20 a 22 camadas de células maiores, arredondadas, deixando entre si pequenos meatos. É atravessado pelos feixes líbero-lenhosos, que se dispõem, em cortes transversais, em duas ou três séries concêntricas. Mais internamente, as células desta região tornam-se menores e intimamente ligadas, terminando por duas ou três camadas de células também pequenas, mas de seção mais ou menos achatada, a última das quais correspondente à epiderme interna do ovário.

Nesse estado, em que todo o pericarpo é constituído por células parenquimatosas, de paredes delgadas, ainda não se percebe, nitidamente, o limite entre o mesocarpo e o endocarpo.

Durante o desenvolvimento posterior do fruto, as células do pericarpo sofrem uma série de modificações progressivas, algumas das quais somente se verificam ou se completam nos estados finais da maturação do fruto (Fig. 3-A e B). Em consequência dessas modificações, os tecidos dessa região do fruto em estado de *cereja* (completa maturação) adquirem características próprias, permitindo facilmente a sua identificação.

As células do exocarpo (Fig. 1-ex.), cujas paredes tornam-se espessas e cutinizadas, estão dispostas em uma única camada, que se acha regularmente interrompida pelas células dos estomas.

O mesocarpo (Fig. 1-m), que é a região mais desenvolvida do pericarpo, com 1,1 a 1,3 mm de espessura, é constituído por duas porções bem distintas. A mais externa, cuja espessura é de 0,7 a 0,8 mm, é formada por células arredondadas, de paredes espessas, de tamanho pouco variável, sendo mais achatadas e menores as que se encontram nas imediações dos feixes líbero-lenhosos.

Como demonstrou Franco (\*), algumas dessas células encerram substâncias tânicas (Fig. 1-t) que, quando fixadas ao bicromato de potássio, tomam a cor alaranjada ou pardo-escura. É comum, também, o oxalato de cálcio sob a forma de areia cristalina.

A porção mais interna do mesocarpo (Fig. 1-zm), de 0,4 a 0,5 mm de espessura (na parte situada entre as duas sementes a espessura é, geralmente, um pouco maior), é formada por um tecido mucilaginoso que corresponde, nos frutos maduros de café, à camada de mucilagem que envolve o pergaminho das sementes.

(\*) FRANCO, C. M. Sobre compostos fenólicos no café. J. Agronomia, 2 (3): (131)-138, 1939.

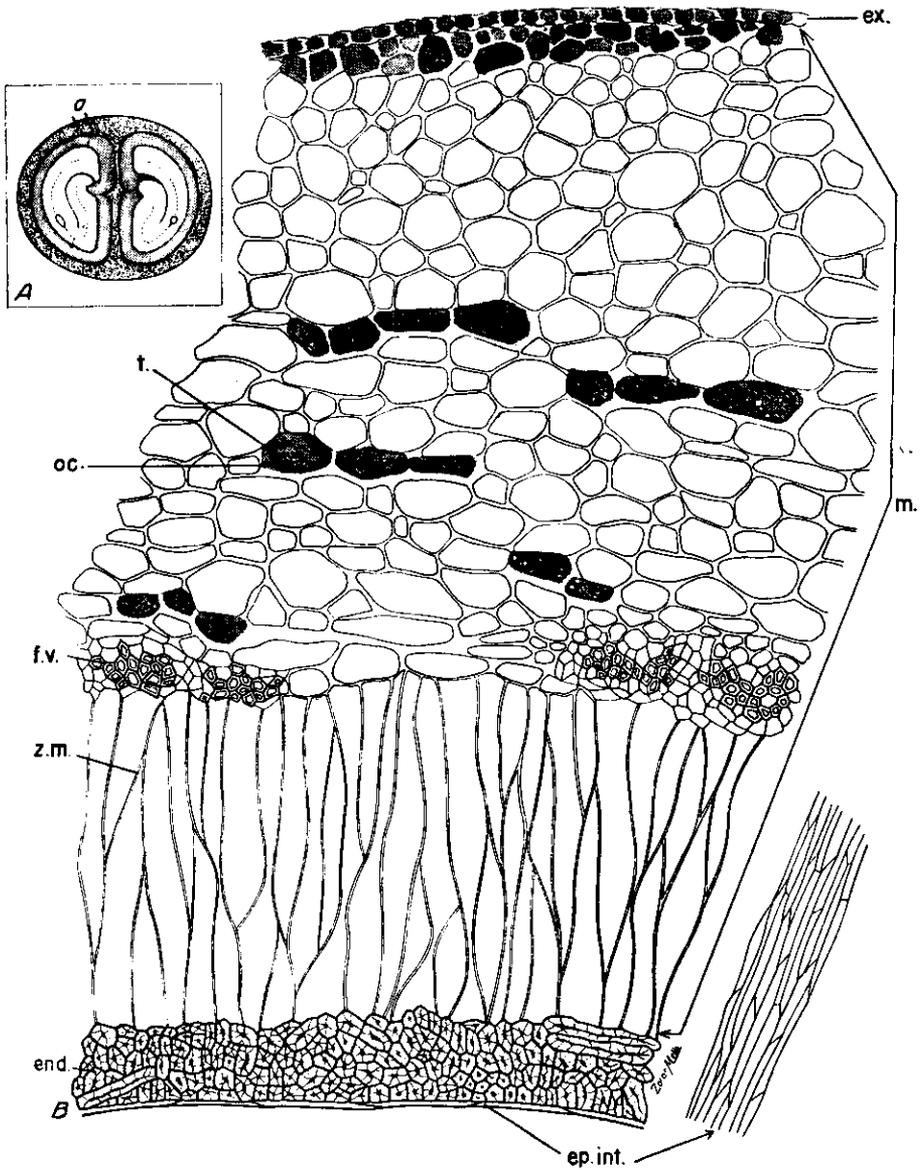


FIGURA 1. — Fruto maduro de *Coffea arabica*, var. *typica* Cramer. A — corte transversal esquemático (2 X). B — detalhes histológicos do setor (a) mostrando: exocarpo (ex.); mesocarpo (m); tanino (t); cristais de oxalato de cálcio (o. c.); feixe vascular (f. v.); zona mucilaginosa (z. m.); endocarpo (end.); epiderme interna (ep. int.); (105 X).

Esse tecido, cuja formação somente se verifica nos estados finais da maturação do fruto, em consequência de transformações estruturais e químicas que ocorrem nas células das últimas camadas do mesocarpo, é muito difícil de ser convenientemente seccionado, motivo pelo qual sua estrutura se torna, também difícil de ser observada e representada.

Nas espécies e variedades ora examinadas, esse tecido é formado por duas a três camadas de células alongadas, dispostas em paliçadas e de paredes bastante delgadas, cuja estrutura é melhor observada em cortes a mão livre, feitos em material fixado.

Nos frutos secos, esse tecido perde água e se contrai, o mesmo acontecendo com o resto do mesocarpo, cujas células se tornam enrijecidas; em cortes transversais, os feixes vasculares ficam dispostos em um único anel.

Intimamente ligado a essa zona mucilagínosa, vem um tecido formado por quatro a seis camadas de células altamente esclerificadas, que constitui o endocarpo do fruto ou, como é comumente denominado, o «pergaminho da semente» (Fig. 1-*end.*). Ao contrário da anterior, o endocarpo é a região mais dura do pericarpo e a primeira a atingir seu completo desenvolvimento, o que se dá antes mesmo da maturação total do fruto.

Os componentes desse tecido são esclereídes de forma e dimensões variáveis, apresentando, algumas vezes, bifurcações em suas extremidades; as paredes são bastante espessas e de superfície lisa ou com cristas salientes e exibem pontuações do tipo ramificado (Fig. 2). Os esclereídes mais longos formam grupos mais ou menos grandes que se cruzam e se limitam por outros menores constituídos por esclereídes mais curtos.

Limitando a cavidade da semente é encontrada uma única camada de células, de paredes finas, que corresponde à epiderme interna do ovário. Essas células, cujas paredes persistem delgadas até a maturação do fruto, são achatadas e quase imperceptíveis (Fig. 1-*ep.-nt.*).

**Discussão** — O estudo anatômico do fruto de café anteriormente feito por Ukers<sup>(5)</sup>, Winton e Winton<sup>(6)</sup> e Beille<sup>(7)</sup>, foi novamente

(5) UKERS, WILLIAM H. All about coffee. 2ª ed. New York, The Tea & Coffee Trade Journal Company, 1955. 818 p.

(6) WINTON, A. L. & WINTON, K. B. The structure and composition of foods. New York, John Wiley, 1939. 589 p. v. 7.

(7) BEILLE, L. Anatomie comparative du genre *Coffea* et de quelques Rubiacées — Inorées. In Chevalier, A. Les caféiers du globe. III. Systématique des caféiers et faux-caféiers, maladies et insectes nuisibles. Paris, Lechevalier, 1947. 356 p. (Encyclopédie biologique n° 28).

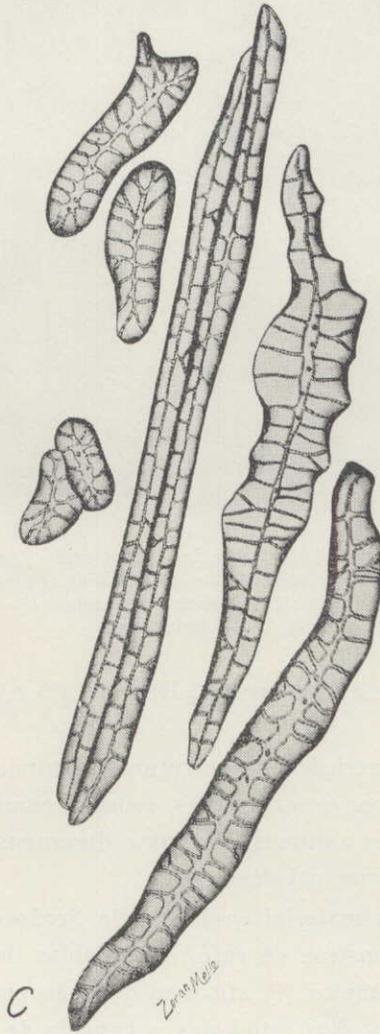


FIGURA 2. — Esclereídes dissociados do pergaminho (300 X).

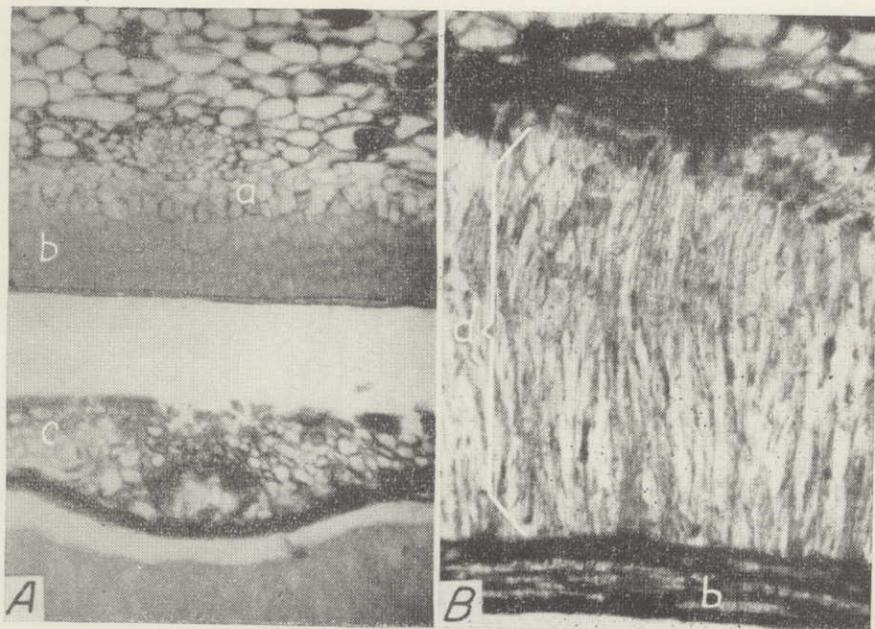


FIGURA 3. — Corte transversal do fruto de *Coffea arabica*, var. caturra vermelho (90 X). A — fruto verde mostrando: a — células que vão dar origem à zona mucilaginosa; b — endocarpo; c — película prateada. B — fruto maduro: a — zona mucilaginosa já formada; b — endocarpo.

efetuado por Menezes e Maniero (8), Dedecca (3) e, mais recentemente, por Rabéchault (9).

O exame das descrições da estrutura anatómica do pericarpo do fruto maduro feitas por êsses autores, mostra, como já nos referimos, que existem entre elas algumas dúvidas e divergências, cuja discussão constitui o objetivo principal desta nota.

Trabalhando com material enviado pela Seção de Café dêste Instituto, ou seja, 30 amostras de café, constituídas de grãos maduros e verdes, Menezes e Maniero (8) afirmam que não encontraram, nas espécies e variedades por êles estudadas, a camada de células paliçádicas esclerenquimatosas sôbre o endocarpo. Constataram, «todavia, em cortes de algumas espécies e variedades de café, logo acima do endocarpo,

(8) MENEZES, J. B. (júnior) & MANIERO, JORDANO. Sôbre a estrutura microscópica do fruto de café. Rev. Inst. Adolfo Lutz. 13:(99)-111. 1953.

(9) RABÉCHAULT, H. Anatomie comparée de fruits et graines de caféiers cultivés. In Coste, René. Les caféiers et Les cafés dans le monde. Paris, Editions Larose, 1959. Tome second, 1.º V., 372 p.

a presença de uma «nova camada paliçádica» com células estreitas e de paredes finas, que se distingue facilmente da camada paliçádica apresentada pelos citados autores».

Em seu estudo de anatomia de *Coffea arabica* L. var. *typica* Cramer, Dedecca (3) diz que «internamente, no limite com o endocarpo e constituindo as últimas porções do mesocarpo, aparecem uma ou duas camadas de células colunares, com tôda as características de um tecido paliçádico e à qual Menezes e Maniero denominam «nova camada paliçádica».

Referindo-se à zona gelificada encontrada por Beille (7) «entre as camadas internas do mesocarpo e do endocarpo», Dedecca (3) diz, ainda, que «esta zona, que se mostra constituída por três a quatro camadas de células esclerenquimatosas dispostas à maneira de uma paliçádica, é, com tôda a certeza, a mesma assinalada por Ukers (5) e Winton e Winton (6), nos seus estudos sôbre a estrutura do fruto de café». Dessa maneira, conforme êle mesmo afirma, suas «investigações confirmam, amplamente, a afirmação de Menezes e Maniero (8), ou seja, a da não existência da referida zona do pericarpo do fruto de *C. arabica* L. var. *typica* Cramer».

Entretanto, embora reproduzindo um desenho de Tschirch e Oesterle, no qual essa camada paliçádica é realmente mal representada, dando a idéia de se tratar de células esclerenquimatosas, Ukers (5) não diz, em seu trabalho que as referidas células são dêsse tipo. Ao contrário, ao se referir a essa camada, que êle designou de «parenquima ou células paliçádicas», o autor a descreve como sendo um tecido mole, constituídos de células alongadas, cujas paredes, apesar de muito finas, são mucilaginosas e capazes de absorver grande quantidade de água.

Winton e Winton (6) por sua vez, apresentando um desenho semelhante ao de Ukers (5), apenas se referem a essa camada como sendo formada por células paliçádicas de paredes grandemente intumecidas («greatly swollen walls»).

Beille (7), finalmente, apesar de considerar as camadas de células de paredes espessas esclerenquimatosas do pergaminho como sendo a região mais interna do mesocarpo, menciona a existência de uma zona gelificada localizada entre o pergaminho e o resto do mesocarpo, à qual êle atribui um papel muito importante no preparo industrial do café.

Segundo êsse autor, essa zona é constituída de mais de uma camada de células que circundam exteriormente o pergaminho, cujas paredes se gelificam e sua forma se torna, com a maturação do fruto, cada vez mais difícil de definir.

A afirmação de Menezes e Maniero (<sup>2</sup>), posteriormente confirmada por Dedecca (<sup>3</sup>), de que a camada paliçádica ou zona gelificada dos autores acima referidos é constituída de células esclerenquimatosas, não corresponde, portanto, à realidade.

Nestas condições, a «nova camada paliçádica com células estreitas e de paredes finas» encontradas por Menezes e Maniero (<sup>2</sup>), nada mais é senão a mesma que Ukers (<sup>1</sup>), Winton e Winton (<sup>6</sup>) e Beille (<sup>7</sup>) denominaram, respectivamente, parênquima ou células paliçádicas, camada paliçádica e zona gelificada. Na descrição ora apresentada, êsse tecido corresponde à zona mucilaginosa (Fig. 1-z. m.).

Mais recentemente, estudando a estrutura anatômica do fruto de café de várias espécies e variedades, Rabéchault (<sup>9</sup>) discute a questão da existência dêsse tecido paliçádico, mas não a esclarece suficientemente. Embora achando que Menezes e Maniero (<sup>2</sup>) não fizeram senão confirmar as observações de Beille (<sup>7</sup>), êsse autor diz, referindo-se ao tecido em questão: «Não sabemos, com efeito, como e quando êle se forma e em que grupos taxonômicos (clone, raça, variedade)», e termina admitindo que «estas células talvez tenham, em certos casos, a faculdade de esclerificar, o que confirma a opinião de Tschirch e de Winton».

Quanto à não existência dêsse tecido paliçádico (zona mucilaginosa) mencionada por Menezes e Maniero (<sup>2</sup>) em diversas espécies e variedades e por Rabéchault (<sup>9</sup>) em uma variedade de *C. arabica* L. (Java Noun), parece não haver dúvida de que isso se verificou em consequência da maturação incompleta dos frutos examinados ou, possivelmente, por terem sido usados frutos sécos. Esta zona mucilaginosa, cuja presença pode ser facilmente observada pelo simples despolpamento do grão, foi, aliás, constatada pelo autor desta nota em tôdas as espécies e variedades examinadas por Menezes e Maniero (<sup>2</sup>), e parece encontrar-se, como afirma Beille (<sup>7</sup>), em todo o gênero de *Coffea*.  
SEÇÃO DE BOTÂNICA, INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DE SÃO PAULO.

## THE ANATOMICAL STRUCTURE OF THE COFFEE FRUIT

**SUMMARY**

The anatomy of the ripe fruit (pericarp) of several varieties and species of *Coffea* has been object of study by many investigators. In spite of these studies, the anatomical structure of this fruit is not yet well known, there being some doubts about the presence and denomination of a tissue localizes between the mesocarp innermost cell layers and the endocarp.

Based on observations made on different species and varieties of *Coffea* and comparing them to those reported in the literature, the writer presents some explanations aimed at clarifying the existing doubts.