

ANATOMIA E DESENVOLVIMENTO ONTOGENÉTICO DO FRUTO E DA SEMENTE DE MANDIOCA (1). ANTONIETA PIA DE TOLEDO. O presente trabalho, sobre a anatomia e o desenvolvimento ontogenético do fruto e da semente de mandioca (*Manihot utilissima* Pohl.), tem por finalidade completar estudo semelhante efetuado pelo autor (2). O estudo da parte vegetativa da mandioca, do ponto de vista anatômico, foi realizado detalhadamente por Viégas (3) em 1940.

Graner (4), em 1935, contribuiu com o estudo citológico da mandioca, Netolitzky (5), em 1926, Lander (6), em 1946, e Singh (7), em 1954, publicaram também resultados de estudos sobre a anatomia das sementes em *Euphorbiaceae*.

Os frutos, sementes e óvulos em diferentes fases de desenvolvimento, foram fixados em Craif, seccionados ao micrótomo com uma espessura variável de 15-19  $\mu$  e coloridos em uma solução de corante usada por De-decca (8).

O endocarpo foi estudado, mediante maceração de seus elementos em solução de Jeffrey e montados diretamente em água.

**Fruto — características morfológicas** — O fruto da mandioca é uma cápsula globosa com 15 mm de diâmetro, marrom-acinzentada, rugosa, tricoca, cocas bivalvas e monospermas. As sementes são pequenas, lisas, marmoreadas, medindo aproximadamente 10 mm de comprimento e 6 mm de largura, oval-elípticas, carunculadas.

**Anatomia e desenvolvimento** — Após a fertilização, o ovário sofre uma série de modificações estruturais, traduzidas em um aumento de tamanho e número de camadas de células, além de um espessamento e linhificação das paredes celulares.

Em cortes transversais e longitudinais, o fruto verde, mas já completamente desenvolvido, apresenta-se com as regiões do epicarpo, mesocarpo e endocarpo bem diferenciadas e distintas (figura 1).

O epicarpo consta de células poligonais desprovidas de tricomas de qualquer espécie e com numerosos estômatos (figura 1-C). O mesocarpo

(1) Recebida para publicação a 19 de agosto de 1963.

(2) TOLEDO, A. P., Anatomia e desenvolvimento ontogenético da flor da mandioca (*Manihot utilissima* Pohl.). *Bragantia* 22 (no prelo).

(3) VIÉGAS, A. P., Anatomia da parte vegetativa da mandioca. Campinas, Instituto Agronômico, 1940, 32 p. 65 figs. (Boletim técnico n.º 74).

(4) GRANER, E. A., Contribuição para o estudo citológico da mandioca. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1935.

(5) NETOLITZKY, F., Anatomie der Angiospermen-Samen. Berlin, 1946.

(6) LANDER, M., Seed development in *Acalypha rhomboideae* and some other *Euphorbiaceae*. *Amer. J. Bot.* 33:562-568, 1946.

(7) SINGH, R. P., Structure and development of seeds in *Euphorbiaceae*: *Ricinus communis* L. *Phytomorphology* 4:118-123.

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

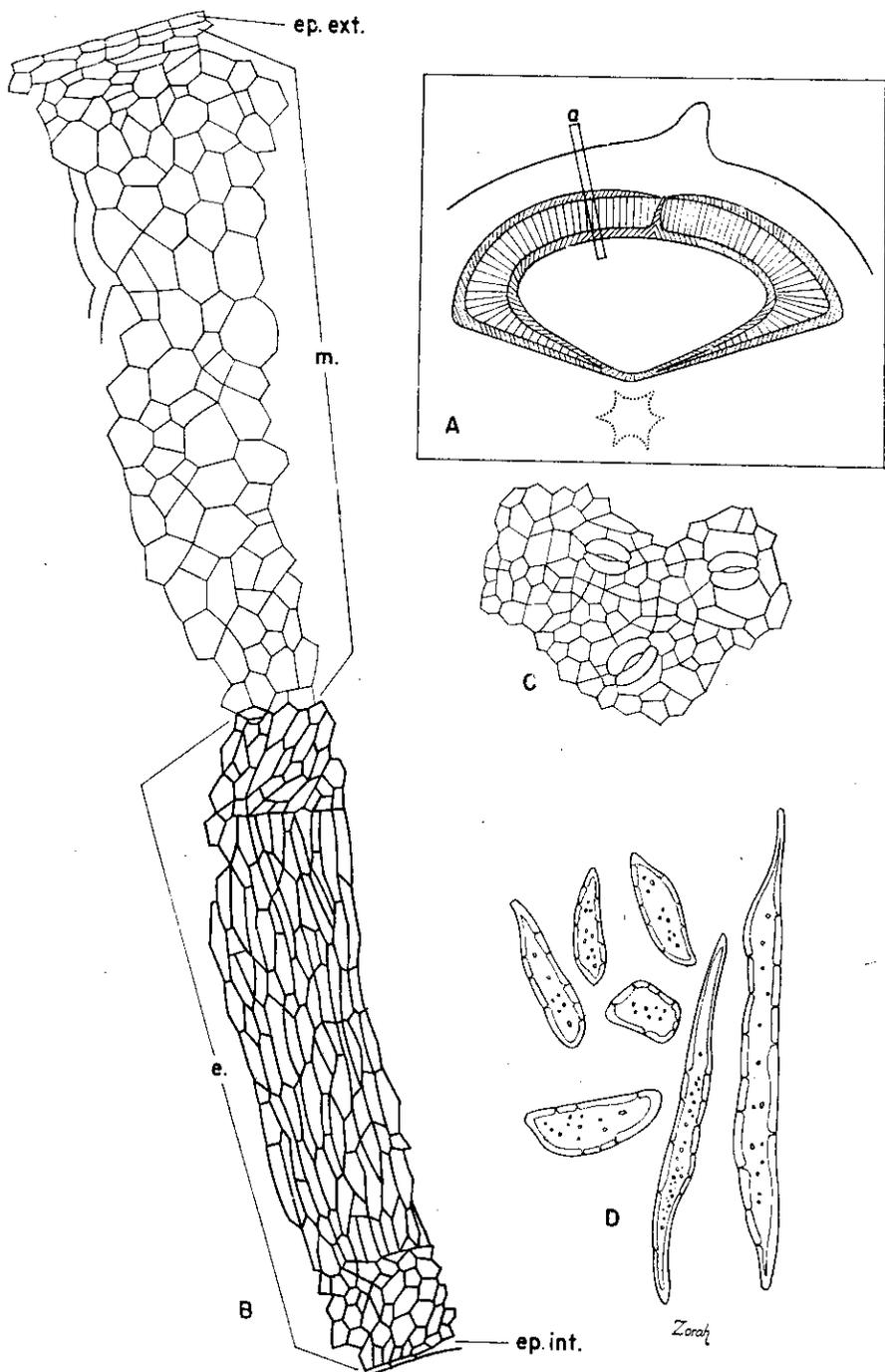


FIGURA 1. — Fruto verde, completamente desenvolvido: A — Corte transversal esquemático ( $4\times$ ). B — Detalhes histológicos do setor (a) mostrando epicarpo (ep); mesocarpo (m); endocarpo (end); epiderme interna (ep. int.) ( $50\times$ ). C — Vista superficial do epicarpo do fruto mostrando os estomas ( $175\times$ ). D — Esclereídes dissociadas ( $500\times$ ).

tem uma espessura variável de 1,7 a 2 mm, atingindo 2,7 a 3 mm na região das asas, e é formado de células parenquimatosas. Os feixes líbero-lenhosos, que correspondem aos do ovário, são em número de três por carpelo, apenas mais desenvolvidos e ramificados. Os vasos laticíferos se acham associados principalmente ao líber. As drusas de oxalato de cálcio são abundantes nas células desse parênquima. Ao redor de cada loja, encontra-se uma zona esclerosa ou endocarpo do fruto (figura 1-B), constituído de esclereídes de forma e dimensões variáveis, dispostos em diferentes direções e que exibem pontuações do tipo simples (figura 1-D). Esta região apresenta, na parte dorsal do carpelo, uma espessura quase uniforme de 1,2 a 1,3 mm, que vai diminuindo progressivamente até a região central do fruto. Com relação à disposição dos esclereídes, o endocarpo apresenta três zonas bem distintas, a saber: a) uma em contato direto com as células do mesocarpo, onde a disposição dos esclereídes segue a curvatura da loja; b) uma logo abaixo, mais desenvolvida, cujos esclereídes apresentam disposição radial em relação à loja e c) a última, com disposição semelhante à primeira.

Forrando a cavidade da semente, encontra-se uma camada de células de paredes delgadas, que corresponde à epiderme interna do ovário (figura 1-B).

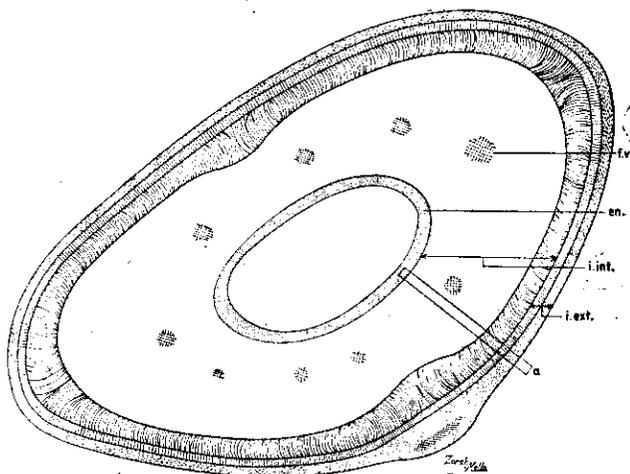


FIGURA 2. — Desenho esquemático da semente quase madura, segundo um corte transversal (50 ×); *i. int.* = integumento interno; *i. ext.* = integumento externo; *end.* = endosperma; *f. v.* = feixe vascular.

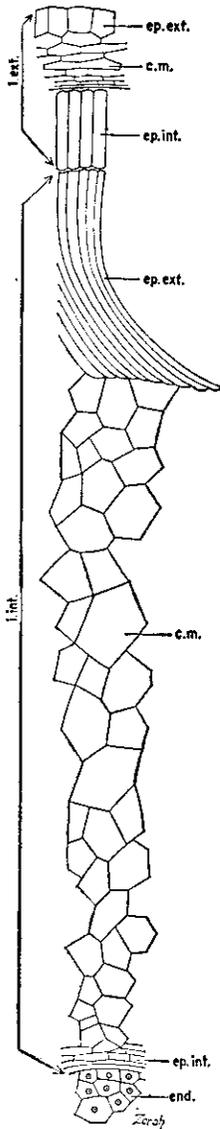


FIGURA 3. — Detalhes histológicos do setor (a) assinalado na figura anterior (156 X): *ep. ext.* = epiderme externa; *ep. int.* = epiderme interna; *c. m.* = camada mediana; *i. ext.* = integumento externo; *i. int.* = integumento interno; *end.* = endosperma.

À medida que o fruto se vai desidratando, as células do mesocarpo vão-se tornando vacuoladas e achatadas. Nos frutos completamente secos, o pericarpo está reduzido praticamente ao endocarpo.

A deiscência do fruto de mandioca se verifica com o secamento do parênquima médio, isolando um carpelo de cada lado do eixo placentar; ao mesmo tempo, cada lóculo, devido à disposição das fibras, abre-se do ápice para a base.

**Óvulo** — *Desenvolvimento* — As investigações sobre o desenvolvimento do óvulo em mandioca foram detalhadamente realizadas por Graner (4).

Este estudo revelou que o óvulo é ortótropo na sua fase inicial para tornar-se logo depois anátropo pelo desenvolvimento mais rápido de um dos lados. A célula-mãe do megasporóio apresenta-se bem diferenciada quando os dois integumentos acham-se perfeitamente formados. Quando a célula-mãe do megasporóio se divide em duas, os integumentos já se desenvolveram completamente, tendo coberto todo o nucelo e formado a micrópila na extremidade superior. Cada uma dessas células se divide novamente, dando origem a quatro, das quais três se desintegram e apenas um dos megasporóios formados é que, depois de três divisões sucessivas do núcleo, passa a ser o saco embrionário. O desenvolvimento do saco embrionário segue o curso normal.

À medida que o nucelo começa a se desenvolver, da mesma placenta cresce outra intumescência do lado oposto ao que dá origem ao nucelo. É o tecido obturador, que mantém estreita ligação com o nucelo e serve de condução ao tubo polínico.

**Anatomia** — As epidermes externa e interna de ambos os integumentos apresentam-se formadas de células isodiamétricas. Entre as epidermes externa e interna de cada um dos integumentos encontra-se um parênquima de células vacuoladas e poligonais.

O feixe vascular do óvulo sofre uma curvatura ao passar da placenta para o funículo e chega até a região da chalaza, de onde envia ramificação para o segundo integumento do óvulo.

**Semente** — Após a fertilização, o óvulo sofre uma série de modificações até o estágio de semente. Há o desenvolvimento do endosperma, que é do tipo nuclear. O embrião diferencia-se em radícula e cotilédones antes de o endosperma tornar-se celular. Isto foi também observado por Singh (7) em *Ricinus communis* L. Ao mesmo tempo, as células do nucelo vão-se tornando vacuoladas e acabam sendo amassadas.

A ativa proliferação da região chalazal e das células do integumento interno é responsável pelo aumento da semente. As modificações anatómicas que ocorrem no integumento interno são as seguintes: as células da epiderme interna alongam-se tangencialmente e vão pouco a pouco perdendo o seu conteúdo (figura 2 e 3). As células do mesófilo, ao mesmo tempo que aumentam de tamanho, vão-se tornando vacuoladas e, juntamente com as células da epiderme interna, ficam achatadas e vão constituir, com o amadurecimento da semente, uma camada fina de côr branca e de consistência papirosa (figuras 2, 3 e 4). As células da epiderme externa alongam-se muito, curvam-se mais ou menos, conforme a região da semente, e acabam ficando esclerenquimatosas com pontuações do tipo simples (figuras 4-A e D).

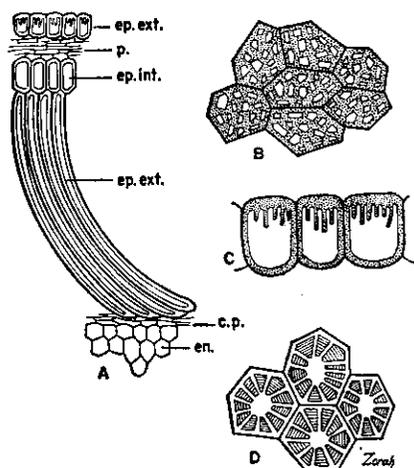


FIGURA 4. — Semente madura: A — Corte transversal mostrando a estrutura do endosperma (135 ×); ep. int. = epiderme interna; ep. ext. = epiderme externa; i. int. = integumento interno; p. = parênquima de células amassadas; c. p. = camada papirosa. B — Vista superficial da epiderme externa do integumento externo (500 ×). C — Células da epiderme externa do integumento externo, segundo um corte transversal (500 ×). D — esclereídes, segundo um corte tangencial (500 ×).

No integumento externo ocorrem as seguintes modificações estruturais: as células da epiderme externa nas sementes maduras sofrem engrossamento nas suas paredes tangenciais, que projetam no íumen delas (figuras 4-A, B e C), enquanto que as células do mesófilo se alargam, perdem o seu conteúdo e acabam por se tornar comprimidas (figura 4-A). O comportamento das células da epiderme interna é bastante semelhante ao das células do mesófilo.

A carúncula desenvolve-se através de divisões de células do integumento externo perto da micrópila.

O endosperma é composto de células poliédricas ricas em substâncias de reserva, principalmente óleo. SEÇÃO DE BOTÂNICA, INSTITUTO AGRONÔMICO. SÃO PAULO.

## ANATOMY AND DEVELOPMENT OF THE MANIOC FRUIT AND SEED

### SUMMARY

The manioc fruit is a trilocular capsule with a seed in each locule. The epicarp is represented by a layer of polygonal cells and has many stomata. The mesocarp is formed by several layers of large polyhedral cells in the unripe fruit which become compressed and flattened in the ripe fruit. The endocarp is constituted of sclereids which exhibit simple pits.

The seed coat is about 0.3 mm thick and formed by an outermost colored layer originated from the epidermis of the outer integument; a sclerenchymatous layer formed by long sclereids bent obliquely and derived from the inner epidermal cells of the inner integument. Completing the seed coat structure there are several layers of indistinct cells originated from the mesophyll and from the inner epidermal cells of the inner integument.