

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo

Vol. 22

Campinas, setembro de 1963

N.º 37

ANATOMIA E DESENVOLVIMENTO ONTOGENÉTICO DA FLOR DE MANDIOCA (1)

ANTONIETA PIA DE TOLEDO, *engenheira-agrônoma, Seção de Botânica,
Instituto Agrônômico*

RESUMO

É discutida a anatomia vascular da flor de mandioca (*Manihot utilissima* Pohl). O pedúnculo apresenta um cilindro contínuo de tecido vascular, do qual partem os traços das sépalas em número de dez. Cinco deles ramificam-se alternadamente e vão constituir os feixes laterais de sépalas adjacentes. Os estames possuem um único traço vascular e cada carpelo tem três traços.

Anatômicamente o ovário mostra-se formado por: uma epiderme externa, com estômatos; o parênquima, onde se ramificam os feixes vasculares, e a epiderme interna.

A antera apresenta quatro sacos polínicos. No estado de maturação dos grãos de pólen, cada saco polínico é envolvido por uma epiderme unisseriada e pelo endotécio.

1 – INTRODUÇÃO

A parte reprodutiva da mandioca (*Manihot utilissima* Pohl) ainda não foi estudada sob o ponto de vista anatômico. Como tal conhecimento é básico para o estudo de melhoramento, são apresentados neste trabalho os resultados das observações realizadas na flor. O estudo da parte vegetativa foi realizado por Viégas (3).

2 – MATERIAL E MÉTODO

As flôres utilizadas são pertencentes à variedade "vassourinha". O material foi fixado em "Craf" durante 24 horas. Após a lavagem e desidratação todo o material foi incluído em parafina e seccionado ao microtomo, tendo a espessura dos cortes variado de 15-18 μ . A coloração foi feita com uma solução usada por Dedéca(1).

Para o estudo dos cristais de oxalato de cálcio foram feitos cortes a mão livre de material recém-colhido, montados diretamente em água ou tratados pelo ácido acético e coloridos com Sudan III.

(1) Recebido para publicação em 18 de abril de 1963.

Os laticíferos foram estudados em cortes feitos a mão livre de material tratado por uma solução alcoólica de Sudan III e montados em glicerina.

3 – CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

A mandioca é uma planta monóica, com flôres apétalas dispostas em panículas axilares ou terminais.

As flôres femininas, com aproximadamente 1 cm de comprimento e pouco numerosas, são maiores que as masculinas. Cálice formado de 5 sépalas livres. Ovário cônico, glabro, 6-alado, tricarpelar, triovular. Três estilos curtos, ramificados. Estigmas diversos. Disco grosso, mais ou menos lobulado.

As flôres masculinas medem aproximadamente 7 a 8 mm e apresentam um cálice campanulado, 5-partido, interiormente pubescente, exteriormente só no ápice. Disco 10-lobulado, glabro. Estames insertos entre os lobos do disco. Filamentos estaminais glabros, alternadamente cinco mais grossos e mais altos e cinco mais finos e mais baixos. Antera 2 mm em média, conectivo hirsuto piloso no ápice. Rudimento de ovário nulo.

4 – ORIGEM E DESENVOLVIMENTO DOS GRÃOS FLORAIS

Os primórdios florais aparecem, como pequenas protuberâncias de tecido meristemático, na axila das brácteas com o eixo da inflorescência. O estudo detalhado dessa protuberância revela ser constituída da túnica e do corpo. A primeira se compõe de duas camadas de células, que se dividem segundo planos anticlinais, e o corpo, de um grupo de células sem planos definidos de divisão.

As primeiras fases de diferenciação celular das sépalas, carpelos, estames e estaminódios são semelhantes, isto é, por meio de divisões anticlinais na camada mais externa da túnica, acompanhadas de divisões periclinais da segunda camada da túnica e das camadas mais externas do corpo. Isto já foi observado por Tepfer (2) em *Aquilegia formosa* Fisch var. *truncata* (F. & M.) Baker.

As sépalas, após as primeiras fases de diferenciação, apresentam um crescimento apical e marginal, permanecendo livres nas flôres femininas e unidas durante o desenvolvimento, até a porção mediana do cálice nas flôres masculinas.

Os estames aparecem como montículos, que se diferenciam depois em antera e filamento. Ao mesmo tempo, as células da parte basal multiplicam-

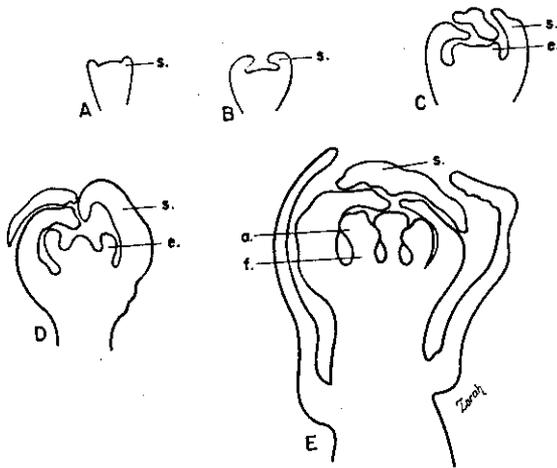


FIGURA 1. — Representação esquemática dos diferentes estádios de desenvolvimento da flor masculina, segundo cortes longitudinais (38 x) *s* = sépalas, *e* = estame, *a* = antera, *f* = filamento.

-se, dando formação ao disco. As diferentes fases de desenvolvimento da flor masculina podem ser observadas na figura 1-A, B, C, D e E.

Nas flôres femininas, os primeiros órgãos a se formarem, depois das sépalas, são os estaminódios, em número de dez, os quais são logo seguidos pelo desenvolvimento dos carpelos. Estes últimos aparecem como protuberâncias em forma de ferradura. Com o posterior desenvolvimento apical e marginal, os bordos de carpelos adjacentes se tocam e acabam por unir-se, ficando só a parte superior livre (figura 2) formando, mais tarde, uma estrutura franjada, que constitui os estilos e estigmas.

A ativa proliferação das células basais do ovário dá formação ao disco.

5 — ANATOMIA

5.1 — SISTEMA VASCULAR

Flor feminina — A estrutura do pedicelo da flor feminina é idêntica à do caule, possuindo um anel de feixes vasculares ou um cilindro contínuo de tecido vascular (Fig. 4-A, B e C). A partir desse cilindro saem os feixes vasculares das sépalas, em número de dez (Fig. 4-D). Esses feixes divergem e ficam mais ou menos equidistantes, cinco dos quais alternadamente diri-

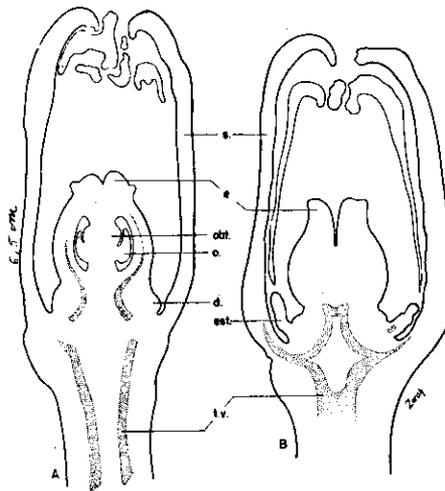


FIGURA 2. — Flor feminina jovem. A e B cortes longitudinais do mesmo botão (25 x).
s = sépala, *e* = estilo, *obt.* = obturador, *o* = óvulo, *d* = disco, *est.* = estaminódio, *t. v.* = traço vascular.

gem-se diretamente para a parte mediana das sépalas e os outros cinco ramificam-se, dando cada feixe dois, que vão constituir os feixes laterais de sépalas adjacentes, perfazendo três traços principais para cada sépala (Fig. 4-D). Neste ponto, os remanescentes entre aqueles dez feixes formam uma coluna em forma de estrêla no centro (Fig. 4-E). Um pouco acima, a partir dessa coluna, saem, novamente, dez feixes, que se dirigem para os estames rudimentares (Fig. 4-F) e enviam ramificações para o disco (Fig. 4-G e H).

Logo após a saída desses feixes o cilindro vascular torna-se completo (Fig. 4-I) e, então, são derivados os traços dorsais dos carpelos que chegam até o estigma (Fig. 3 e 4-J). Segue-se, posteriormente, um par de traços ventrais (Fig. 4-K) para cada carpelo, que permanecem mais ou menos unidos até, aproximadamente, a região de inserção dos óvulos. Nesse ponto, a partir desses feixes ventrais, saem os feixes laterais dos carpelos e um feixe para cada óvulo (Fig. 3 e 4-L). Este traço é um feixe vascular único, que penetra na base do óvulo através do funículo e chega à região da chalaza, de onde envia ramificações para o segundo integumento do óvulo.

Flor masculina — O pedicelo da flor masculina apresenta um cilindro vascular completo, de diâmetro bem menor que o feminino. Aproximada-

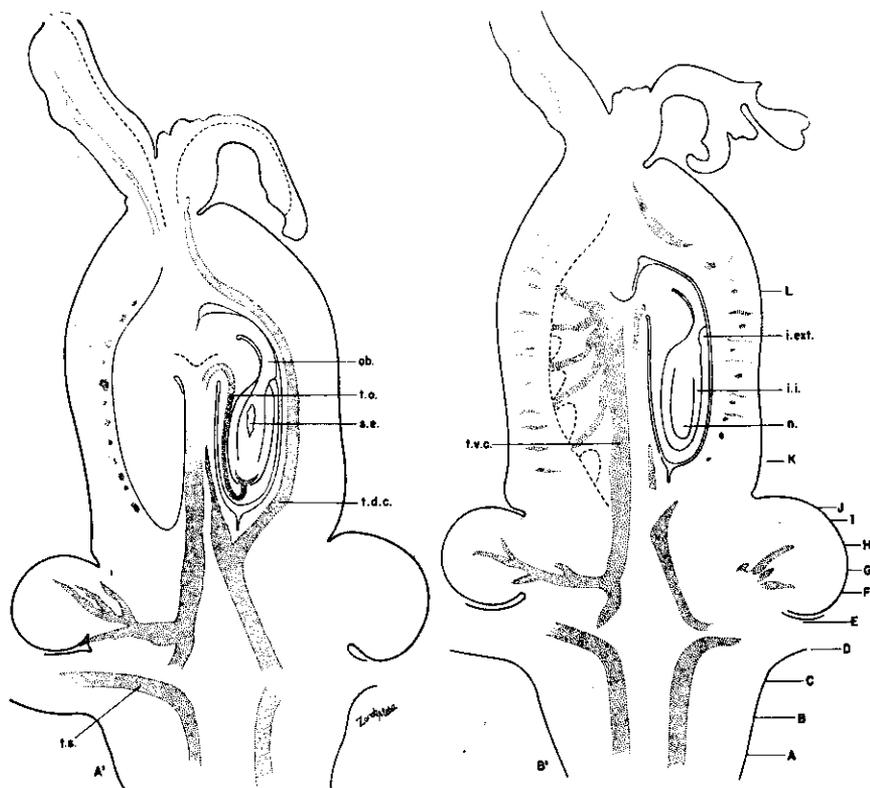


FIGURA 3. — Sistema vascular da flor feminina. A' e B' representam cortes longitudinais mostrando os traços dos diversos elementos florais (14 x) *t.s.* = traço da sépala, *t.d.c.* = traço dorsal do carpelo, *t.v.c.* = traço ventral do carpelo, *t.o.* = traço do óvulo, *i.ex.* = integumento externo, *i.i.* = integumento interno, *n.* = nucelo, *s.c.* = saco embrionário.

mente ao nível da inserção do cálice partem os dez feixes, que se dirigem para as sépalas. Na parte livre do cálice, cinco desses feixes se dividem alternadamente em dois, indo um para cada sépala. O cilindro torna-se completo, depois, partem os dez feixes dos estames, cujas ramificações se estendem até o disco.

5.2 — CÁLICE

O cálice da flor feminina e o da masculina têm estrutura anatômica semelhante. Cada sépala ou segmento consta de uma epiderme externa ou

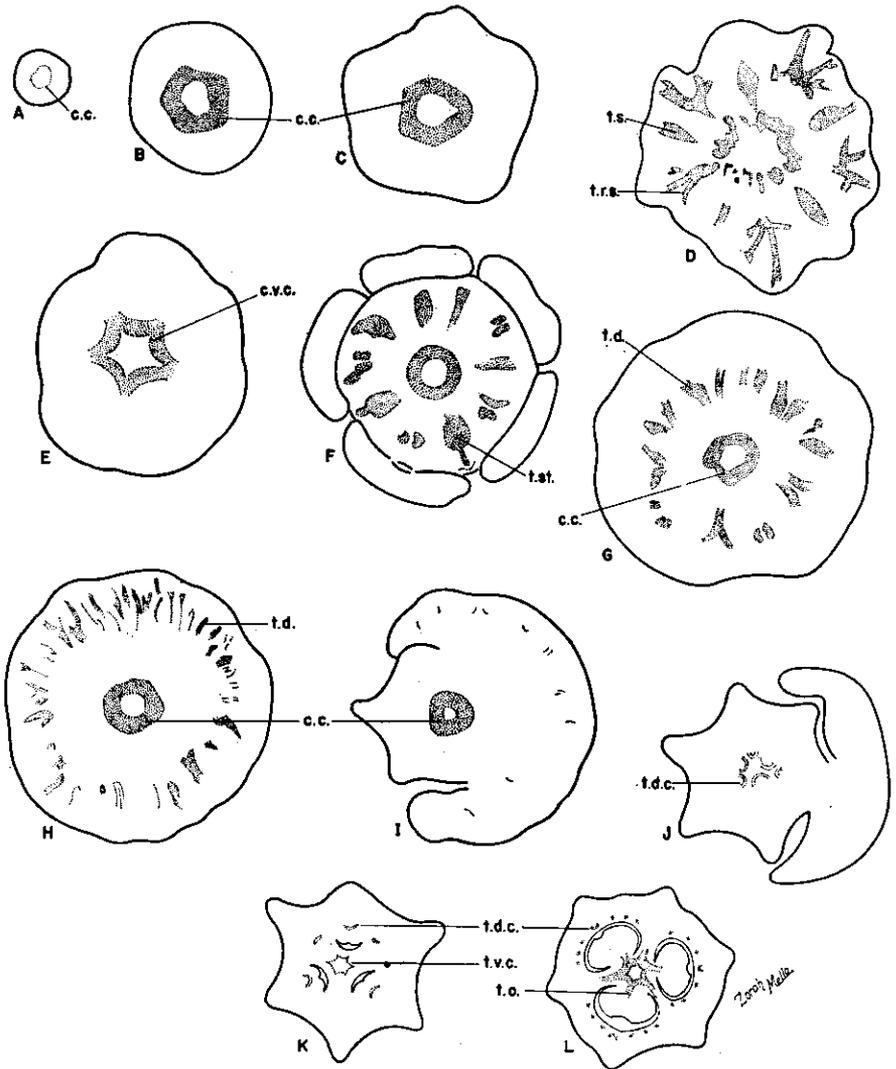


FIGURA 4. - Representação esquemática do sistema vascular da flor feminina, segundo cortes transversais aos níveis A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K e L assinalados na figura anterior (8,6 x) c.c. = cilindro central, t.s. = traço da sépala, t.r.s. = traço ramificado da sépala, c.v.e. = coluna vascular em forma de estrêla, t.st. = traço do estaminódio, t.d. = traço do disco, t.d.c. = traço dorsal do carpelo, t.v.c. = traço ventral do carpelo, t.o. = traço do óvulo.

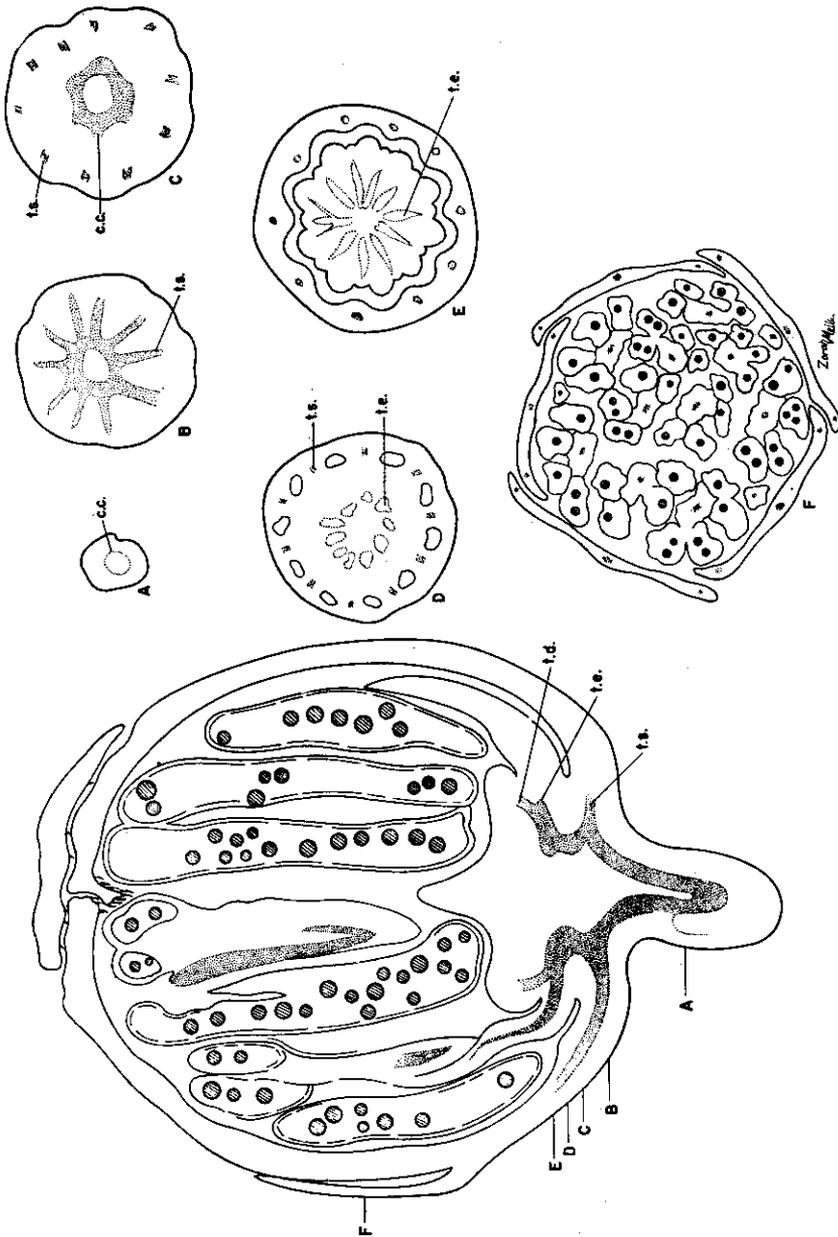


FIGURA 5. -- Representação esquemática do sistema vascular da flor masculina, segundo cortes transversais e longitudinal (14,5 x) c. c. = cilindro central, t. s. = traço da sépala, t. e. = traço do estame, e. d. = traço do disco.

inferior formada de células poliédricas intimamente ligadas e providas de numerosos estômatos. Apresenta uma espessura média de 10 μ .

Segue-se um tecido parenquimatoso, constituído de oito a dez camadas de células arredondadas ou oblongas, com espessura aproximada de 170 μ . É atravessado pelos feixes líbero-lenhosos e vasos laticíferos.

Os vasos laticíferos se acham associados principalmente ao líber, embora possam ocorrer pequenas ramificações dêles em todo o tecido parenquimatoso.

As drusas de oxalato de cálcio são abundantes nas células dêsse parênquima. O oxalato de cálcio também ocorre sob a forma de pequenos cristais no floema.

A epiderme interna da sépala mostra células um pouco maiores do que aquelas de epiderme externa e com menor número de estômatos. Apresenta uma espessura média de 14 μ .

Êsses diversos tecidos estão representados na figura 6.

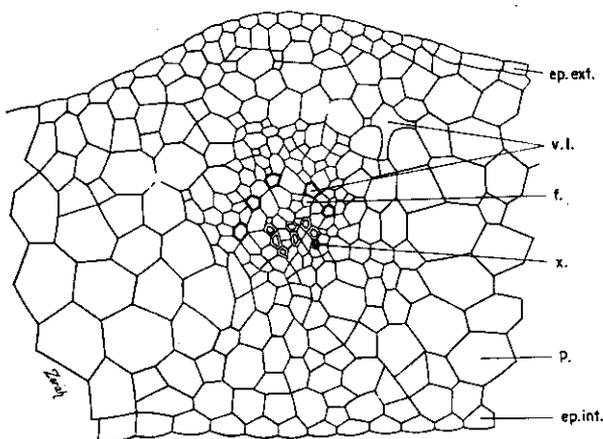


FIGURA 6. — Corte transversal da sépala (175 x). *ep. ext.* = epiderme externa, *v. l.* = vaso laticífero, *x* = xilema, *f* = floema, *p.* = parênquima, *ep. int.* = epiderme interna.

5.3 – GINECEU

O ovário (Fig. 7 e 8) apresenta uma epiderme externa formada de células poligonais desprovidas de tricomas de qualquer espécie e com muitos estomas. Abaixo localiza-se um tecido parenquimatoso, cujas últimas camadas, localizadas ao redor da loja, são formadas de células dispostas

em diferentes direções, as quais se diferenciam, posteriormente, no endocarpo do fruto. O parênquima restante é atravessado pelos feixes líbero-lenhosos e vasos laticíferos. A epiderme interna é bastante delgada.

Os estilos constituem-se de tecido parenquimatoso no qual se ramificam os feixes vasculares e vasos laticíferos.

O tecido estigmatóide é formado de 6 a 8 camadas de células alongadas, ricas em açúcares, que recobrem os ramos estilares e chegam até próximo à micrópila em forma de células alargadas.

O óvulo apresenta dois integumentos e está recoberto pelo tecido obturador característico da família *Euphorbiaceae*. Insere-se em placenta central próximo ao ápice da loja.

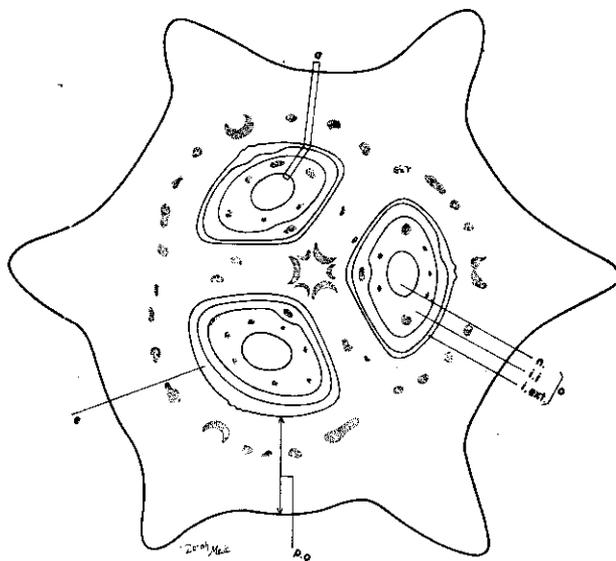


FIGURA 7. — Corte transversal do ovário (19 x) n. = núcleo, i. i. = integumento interno, i. ex. = integumento externo, p. o. = parede do ovário, l. = lóculo.

Na base do ovário encontra-se o disco, que é constituído da epiderme (10 a 14 μ de espessura) e de um parênquima de células intimamente ligadas, atravessado pelos feixes líbero-lenhosos que aí se ramificam bastante, e pelos vasos laticíferos.

O filamento estaminal apresenta epiderme, parênquima e feixe vascular mediano.

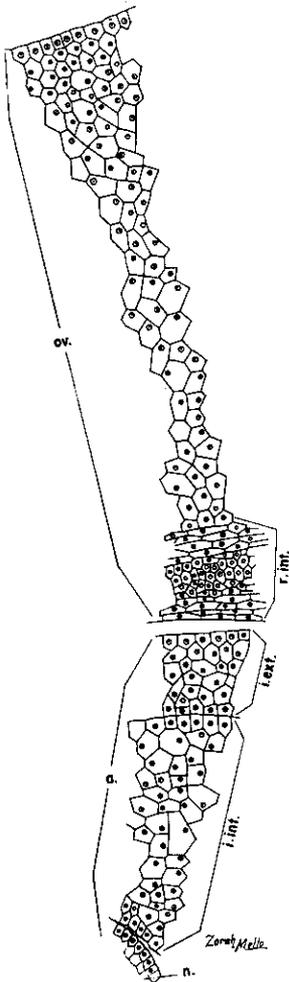


FIGURA 8. — Detalhes histológicos do setor (a) assinalado na figura anterior (175 x). *ov.* = ovário, *r. int.* = região interna do ovário, e que irá constituir o endocarpo do fruto, *o.* = óvulo, *i. ext.* = integumento externo, *i. int.* = integumento interno.

A antera é binocular e exhibe, em corte transversal, quatro sacos polínicos (Fig. 9-A). O estudo da antera, ainda verde, revela as seguintes zonas de tecidos: epiderme unisseriada; um tecido parenquimatoso de células grandes, encerrando, a guisa delas, uma substância de natureza provavelmente tanóide. Na região central, envolvido por este tecido parenquimatoso, aparece o feixe vascular que veio indiviso desde o filamento. Cada saco polínico apresenta-se exteriormente revestido pela epiderme seguida do endotécio, duas camadas medianas e o tapête em contato direto com as células esporógenas.

As células da camada mediana são achatadas, enquanto que as das outras camadas são mais ou menos isodiamétricas. Com o desenvolvimento aparecem engrossamentos secundários na camada de células, correspondente ao endotécio (Fig. 9-B), que aumentam a sua resistência. Ao mesmo tempo, as células da camada mediana começam a se tornar achatadas e se desintegram, o mesmo acontecendo com as células do tapête.

A deiscência da antera se dá por uma fenda longitudinal, não apresentando essa região qualquer particularidade anatómica.

O disco da flor masculina, como o da feminina, está constituído, fundamentalmente, por um tecido parenquimatoso homogêneo, no qual se ramificam os feixes vasculares e vasos laticíferos. Está recoberto por uma epiderme de células com paredes finas, superfície plana, sem cutícula e com estômatos.

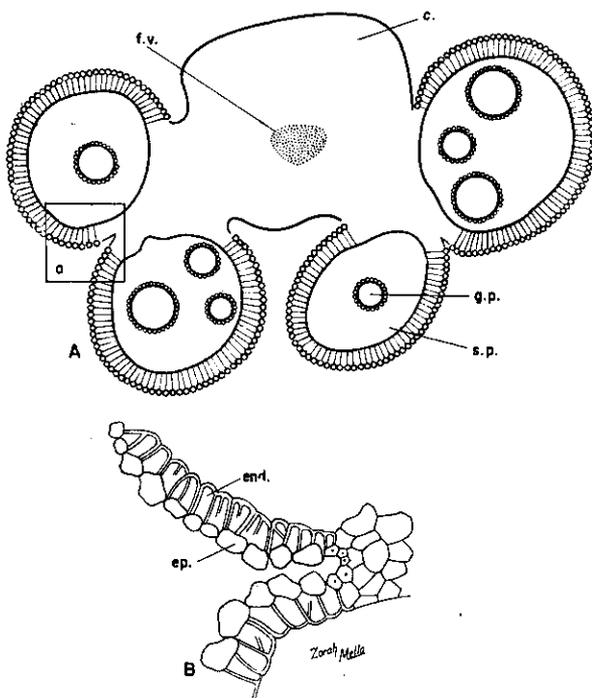


FIGURA 9. — Antera madura A — desenho esquemático segundo um corte transversal (175 x) f. v. = feixe vascular, c. = conectivo, g. p. = grão de pólen, s. e. = saco embrionário. B — detalhes histológicos do setor a (62 x). ep. = epiderme, end. = endotécio.

ANATOMY AND DEVELOPMENT OF THE MANIOC FLOWER

SUMMARY

Flower development of the manioc (*Manihot utilissima* Pohl) is acropetal. The early phases of cellular differentiation of the floral appendages are similar. All organs develop by anticlinal divisions of the surface layer, accompanied by periclinal divisions in the second tunica layer, and also in the outermost layer of the corpus, followed by the formation of an apical meristem. The carpels and sepals also originate from marginal initials.

The vascular anatomy is described. The pedicel has a complete vascular cylinder from which ten bundles branch out to constitute the sepal traces. Five of these bundles bifurcate alternately to form the lateral bundles of adjacent sepals. The stamen has one single trace and each carpel has three traces.

Anatomically the ovary is formed by an outer epidermis provided with stomata, a medium parenchymatous layer in which the vascular bundles develop, an inner epidermis.

At maturity each anther exhibits four pollen sacs surrounded by a uniseriate epidermis and a specialized endothecium with secondary thickness.

LITERATURA CITADA

1. DEDECCA, D. M. Anatomia e desenvolvimento ontogenético de *Coffea arabica* L. var. *typica* Cramer. *Bragantia* 16:[315]-366. 1957.
2. TEPPER, S. S. Floral anatomy and ontogeny in *Aquilegia formosa* var. *trunca* and *Ranunculus repens*. Calif. Univ. Pub. Bot. 25:513-648. 1953.
3. VIÉGAS, A. P. Anatomia da parte vegetativa da mandioca. Campinas, Instituto Agrônômico, 1940. 32 p. 65 figs. (Boletim Técnico n.º 74).