

DESENVOLVIMENTO ANATÔMICO DO SISTEMA SUBTERRÂNEO
DE *OXALIS LATIFOLIA* KUNTH (OXALIDACEAE). I – SISTEMA CAULINAR⁽¹⁾

ANATOMICAL DEVELOPMENT OF THE UNDERGROUND SYSTEM
OF *OXALIS LATIFOLIA* KUNTH (OXALIDACEAE). I – STEM SYSTEM⁽¹⁾

Maria Emília Estelita-Teixeira⁽²⁾

SUMMARY – The early stolons of *O. latifolia* shows two different zones: the tip zone or incipient bulbil and the basal zone or slender region of the stolon. In the axis of the bulbil, the differentiation of the vascular tissues starts from longitudinal procambium strands which proceed to form a continuous cylinder filled by the pith. Three bundles direct themselves to each scale, and the trace of the central bundle leaves a gap; later, the axis forms a secondary structure. The scales have three or five bundles immersed in a storage parenchyma, and between each bundle and the epidermis of the abaxial side, lysigenous secretory cavities with tannic content occur. In the scales with five bundles, the two bundles close to the margin seem to belong to stipules which became welded. The stolons has a stem structure, but the cortex is very developed and the endodermis is similar to that of the root. With the rise of the secondary structure, short longitudinal strips of phellogen are formed, which give origin to a discontinuous periderm; a continuous periderm is formed later, starting from a uniform phellogen situated in deeper layers of the cortex.

RESUMO – O estolão muito jovem de *O. latifolia* já apresenta início de separação em duas regiões distintas: a terminal ou bulbilho incipiente e a basal ou porção delgada do estolão. No eixo do bulbilho, a diferenciação dos tecidos vasculares realiza-se a partir de cordões longitudinais de procâmbio que acabam formando um cilindro contínuo, preenchido pela medula. Para cada escama dirigem-se três feixes e o traço do feixe central deixa uma lacuna; posteriormente, o eixo forma estrutura secundária. As escamas possuem três ou cinco feixes imersos num parênquima amilífero e, entre cada feixe e a epiderme da face abaxial, ocorrem cavidades secretoras lisígenas, com conteúdo tânico. Nas escamas com cinco feixes, os dois próximos à margem, parecem pertencer a estípulas que se soldaram. A porção delgada do estolão tem estrutura caulinar, porém, o córtex é bastante desenvolvido e a endoderme assemelha-se à da raiz. Com o início da estrutura secundária, formam-se, no córtex, faixas longitudinais, curtas, de felogênio, que dão origem a uma periderme descontínua; posteriormente, há formação de uma periderme contínua, a partir de um felogênio uniforme, situado em camadas mais profundas do córtex.

INTRODUÇÃO

O gênero *Oxalis* tem ampla distribuição geográfica, mas os centros de dispersão encontram-se no Brasil, nos Andes e na África do Sul (Engler 1964).

Os estudos sobre espécies deste gênero abordam muitos aspectos; ressaltam-se aqueles sobre propagação e combate às espécies consideradas invasoras de culturas (Rivals 1960, Jackson 1960, 1962; Chawdhry 1974). *O. latifolia*, entre outras, é possuidora de órgãos e mecanismos que protegem a sua propagação e tornam difícil a sua erradicação

(1) Parte da dissertação de mestrado apresentada ao Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.
(2) Depto. de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo - CP 11461, 05421 São Paulo.

quando necessária (Estelita-Teixeira 1977). Do ponto de vista anatômico, muito pouco é conhecido sobre a espécie e até sobre o gênero; destaca-se o trabalho de Chauvel (1903) que estudou a sistemática e parte da anatomia da família Oxalidaceae, inclusive de *O. latifolia*. Também Orbegoso (1960) analisou alguns aspectos da anatomia de *O. tuberosa*, a conhecida "oca" da região andina do Peru e da Bolívia, cujos rizomas constituem alimento diário de alto valor nutritivo, competindo economicamente com a batatinha.

De cunho ecológico, o trabalho de Esler (1962) com *O. latifolia*, relaciona a profundidade do bulbo no solo com a ocorrência e intensidade de brotamento de folhas.

A espécie em estudo, embora sendo considerada invasora muito perniciosa, possui valor alimentício: as folhas e os bulbos são comestíveis, sendo que os últimos são mais utilizados (Rivals 1939).

O presente trabalho contribuirá para o conhecimento do desenvolvimento anatômico das estruturas caulinares subterrâneas responsáveis pela propagação vegetativa da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

O material é proveniente de Teresópolis, Estado do Rio de Janeiro e dos jardins do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo e foi referido anteriormente (Estelita-Teixeira 1977). Exemplares deste material foram incluídos no Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB 169.006) e no Herbário do Departamento de Botânica acima mencionado (SPF 16.059).

Para estudo anatômico procedeu-se à coleta e imediata fixação; as estruturas adultas e rígidas foram fixadas em álcool etílico 70% com gotas de glicerina; as estruturas jovens e tenras em FAA 50% (Sass 1951). As técnicas empregadas para a desidratação e o embocamento de material em parafina, seccionamento, distensão e coloração de lâminas pela sefranina e "fast-green" foram as preconizadas por Sass (1951).

Para evidenciar a vascularização das escamas, procedeu-se à diafanização das mesmas seguindo-se a metodologia de Foster 1950.

Na verificação da existência de revestimento nas cavidades secretoras, procedeu-se à maceração das escamas pelo método de Jeffrey (Foster 1960). A presença de antocianinas nestas cavidades, foi testada pela alteração de cor do seu conteúdo com o pH, utilizando-se soluções de hidróxido de amônia e ácido clorídrico (Ollis 1961).

O amido foi identificado pelo emprego do lugol (Bucherl 1962) e do cloreto de zinco iodado (Strasburger 1911); a lignina e a celulose, pelo cloreto de zinco iodado (Strasburger 1911); a suberina e gotas lipídicas, pelo Sudan III e Sudan IV (Johansen 1940); a cutícula pelo Sudan IV (Foster 1960).

As substâncias tânicas foram testadas com sulfato ferroso e com cloreto férrico (Johansen 1940); a presença de cálcio nos cristais foi comprovada pelo emprego de ácido clorídrico e ácido sulfúrico segundo Chamberlain (1938).

RESULTADOS

1. *Desenvolvimento do estolão* — Um estolão muito jovem, com cerca de 1 mm de comprimento (Figuras 1 - 8), já revela um início de separação em duas regiões mais ou menos distintas; a região terminal ou região do bulbilho incipiente é curta, com o

diâmetro um pouco maior do que o da basal, devido ao imbricamento de primórdios de escamas; a região basal ou porção delgada do estolão é alongada, com dois ou três primórdios de escamas (ou catáfilos), espaçados entre si e distribuídos alternadamente.

O meristema apical do estolão é convexo, em forma de domo atenuado (Figura 9) e é totalmente protegido pelos primórdios das escamas. Neste meristema, as divisões periclinais e anticlinais das iniciais são muito frequentes e dão origem a cordões de procâmbio, os quais, por sua vez, originam elementos vasculares a uma distância muito pequena do ápice (cerca de 70 μm). Estes cordões de procâmbio (Figura 3) unem-se em forma de cilindro oco (Figura 4) e deste saem, para cada primórdio de escama, outros cordões, que posteriormente constituirão os traços vasculares da referida escama. Paralelamente, vai havendo diferenciação da epiderme e do parênquima de reserva, tornando-se visíveis os primeiros grãos de amido.

Os três cordões procambiais que irão constituir, posteriormente, os traços das escamas, apresentam uma disposição quase que em ângulo reto com o cilindro de procâmbio do eixo principal (Figura 4). Nesses estádios bastante jovens, já se observa uma lacuna deixada pela divergência do cordão procambial mediano (Figura 6). Estas observações podem ser feitas com maior evidência nas figuras 13 a 15, correspondentes a bulbos onde os tecidos vasculares se encontram diferenciados.

Numa região um pouco mais desenvolvida, o cilindro de procâmbio, embora ainda apresente intensa divisão celular, já possui elementos vasculares diferenciados.

À medida que se acompanha o desenvolvimento no sentido ápice-base, o número de primórdios de escamas decresce (Figuras 2 - 8) e o cilindro de procâmbio, que é muito interrompido pelas lacunas foliares em consequência do encurtamento dos entrenós, vai se tornando mais contínuo (Figura 8) e a esta altura já se observa maior número de elementos diferenciados do floema e do xilema.

2. *Desenvolvimento do bulbo* - a) *eixo* - Na parte apical do estolão, que desde muito jovem apresenta um bulbilho incipiente, o procâmbio dispõe-se paralelamente ao sentido axial do órgão (Figura 10).

Numa fase posterior, onde já se poderia considerar um bulbilho muito jovem, a secção longitudinal do mesmo mostra que os cordões de procâmbio assumem uma disposição em espiral um tanto tortuosa (Figura 11). Como consequência, os elementos vasculares que se diferenciam deste procâmbio dispõem-se espiraladamente e as espiras mostram-se mais próximas umas das outras, à medida que se analisam bulbilhos mais desenvolvidos. Em estádios avançados, as espiras atingem uma posição quase transversal em relação ao sentido axial. A disposição dos tecidos vasculares segue os padrões comuns.

Com o aparecimento e atividade do câmbio vascular, vão sendo produzidos elementos do xilema e do floema em posição normal ou ligeiramente inclinados, mesmo nas regiões em que há espiralamento (Figura 12). No xilema, os elementos de vaso são, na maioria, escalariformes, com placa de perfuração terminal simples e apresentam algumas placas laterais, que são facilmente observadas em secção transversal do eixo, onde vários elementos traqueais se apresentam com disposição radial.

Seguindo-se o curso de desenvolvimento do eixo do bulbo no sentido ápice-base, verifica-se que na região apical o sistema vascular forma um cilindro preenchido por medula e interrompido pelas lacunas deixadas pelos traços que se dirigem para as escamas (Figura 14). Na região basal, ou na mediana, quando o bulbo está totalmente desenvolvido, estas lacunas são preenchidas por tecidos vasculares secundários (Figura 15).

A região medular do eixo e o parênquima cortical de células poligonais, desde muito jovens apresentam grande quantidade de amido; com o pleno desenvolvimento

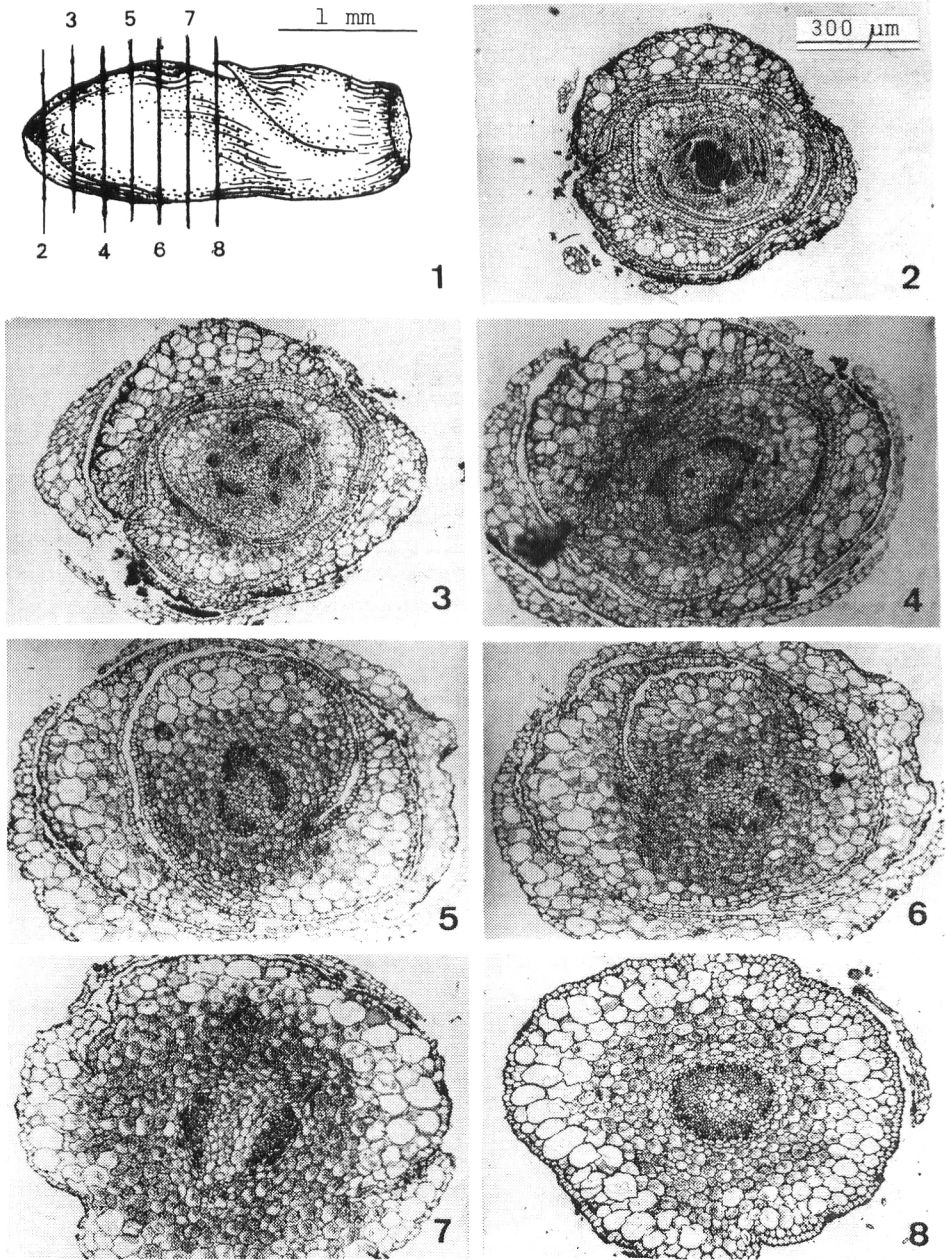


Fig. 1 - Estolão jovem. Fig. 2-8 - Cortes transversais do estolão jovem nas regiões indicadas na figura 1.

Fig. 1 - An early stolon. Figs. 2 - 8 - Transections of the early stolon at the levels indicated in the figure 1.

do bulbo, algumas células mostram, além de amido, conteúdo tânico. Observa-se epiderme, no eixo, apenas em algumas regiões, em virtude do grande número e proximidade das escamas.

Em estrutura primária, de acordo com a classificação dos estelos de Foster & Gifford (1974), o eixo é do tipo sifonostelo ectoflóico contínuo e a estrutura nodal é unilacunar com três traços.

b) *Escamas – Tipos* – Com o desenvolvimento do bulbo, as escamas apresentam diferenças gradativas entre si, principalmente quanto ao aspecto morfológico externo e assim são agrupadas em escamas mais externas (Figura 13E), escamas mais internas (Figura 13I) e escamas intermediárias (Figura 13,IN), referidas por Estelita-Teixeira (1977). A estrutura anatômica, excluindo as diferenças relativas aos estádios de desenvolvimento, apresenta-se muito semelhante nos tipos referidos. Destaca-se, entretanto, a diferença no número de feixes, que é de cinco nas escamas mais externas (Figura 19), podendo ocorrer ramificações, três nas mais internas (Figura 20) e três com ramificações nas intermediárias (Figura 18). Também a diferença no volume e localização do parênquima amilífero, deve ser destacada (Figuras 18 - 20). Os pêlos das escamas localizam-se na margem, em uma região linear ao longo da face abaxial e na base. Podem ser longos, enrolados ou ondulados; são inicialmente septados mas, à medida que se desenvolvem, vão se dissolvendo os septos e tomam o aspecto de pêlos unicelulares (Figuras 25 - 27). Estes pêlos contêm gotículas de uma substância graxa. O seu desenvolvimento acompanha o das escamas, isto é, somente nas mais externas, que são adultas, acham-se completamente desenvolvidos. *Meristemas*. As escamas do bulbo de *Oxalis latifolia* crescem através de meristemas localizados, em diferentes regiões (Figura 21), ou seja, o meristema apical (Figura 22), os meristemas marginais (Figura 23) e o meristema adaxial (Figura 24). A atividade destes parece iniciar-se pelo meristema apical que é responsável pelo comprimento da escama; seguem-se então a atividade dos meristemas marginais e adaxial que determinam, respectivamente, a largura e a espessura da mesma. No final do desenvolvimento da escama ou mesmo após, o meristema apical retoma a sua atividade e origina o restante da folha ou seja, pecíolo e limbo. *Feixes*. A análise do desenvolvimento dos feixes vasculares em seções transversais e longitudinais de escamas desde jovens até adultas mostrou que as células dos cordões longitudinais de procâmbio sofrem divisões periclinais e anticlinais (Figura 28), originando feixes colaterais, e que a diferenciação destes feixes é acrópeta. Antes que cada cordão de procâmbio atinja o diâmetro máximo, há diferenciação dos elementos do floema primário e de grupos de pequenas células parenquimatosas (Figura 29,P) provavelmente regiões do periciclo; em seguida diferencia-se o xilema primário (Figura 30). O amadurecimento dos elementos destes tecidos dá-se precocemente, com os cordões de procâmbio ainda em ativa divisão celular; o desenvolvimento prossegue com o aparecimento de um câmbio vascular entre o floema e o xilema primários (Figura 31,C). Os grupos de células parenquimatosas dão origem a fibras (Figura 30,F) que se desenvolvem em quase toda a extensão da escama chegando próximo à região de inserção no bulbo (Figura 21,FI). Com a produção de floema e xilema secundários, o floema e xilema primários vão sendo comprimidos; o protofloema e o protóxilema obliteram-se (Figuras 32,PXO e PFO). Os elementos de vaso são, na maioria, do tipo escalariforme, com placas de perfuração terminais simples; a presença de placas de perfuração laterais, não foi constatada neste caso. Os feixes vasculares podem ramificar-se a partir da região basal ou da região mediana das escamas. Deve-se ressaltar que os feixes vasculares medianos são sempre muito mais desenvolvidos, pois correspondem à raque da folha (Figuras 18 - 20) e que estes feixes juntamente com os laterais, podem unir-se na região

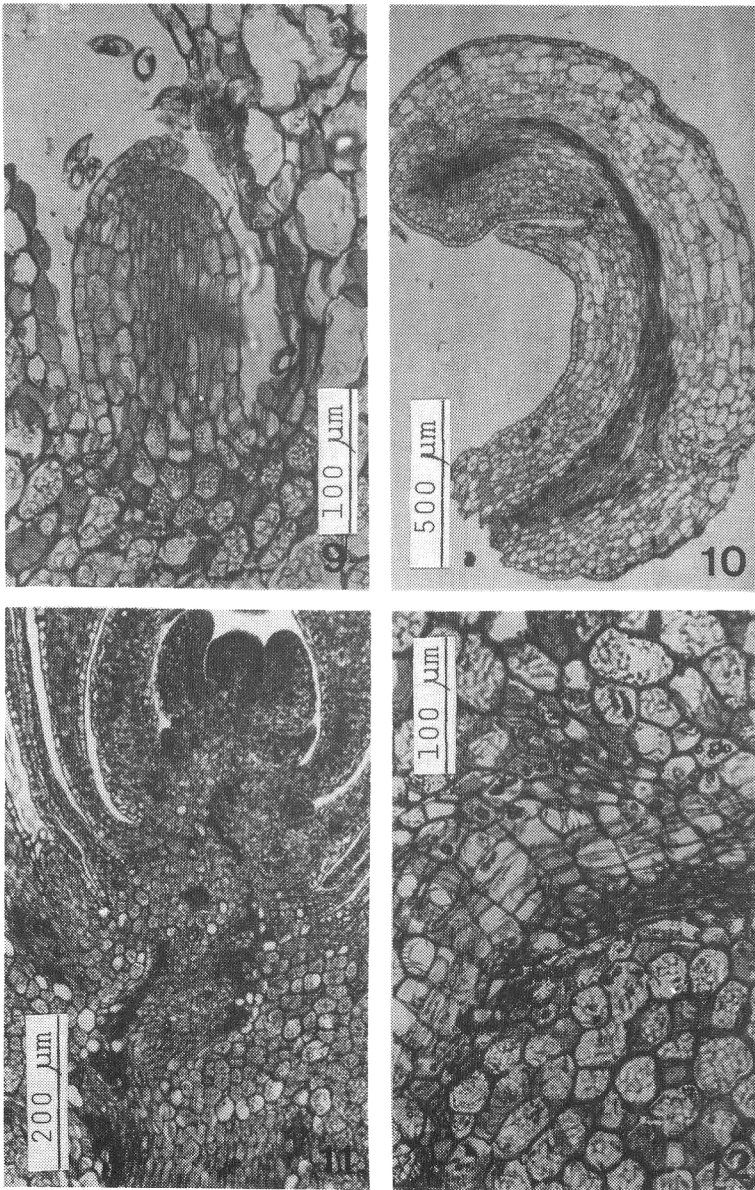


Fig. 9 – Estolão emergindo da axila de uma escama. Fig. 10 – Corte longitudinal do estolão jovem. Fig. 11 – Corte longitudinal do bulbilho. Fig. 12 – Corte transversal do eixo do bulbo onde se observa o câmbio vascular.

Fig. 9 – An early stolon emergin from the axil of a scale. Fig. 10 – Longisection of an early stolon. Fig. 11 – Longisection of a bulbil. Fig. 12 – Transection of the axis of a bulb showing the vascular cambium.

apical, sem entretanto, haver anastomose. Nas escamas mais externas, os feixes próximos à margem dirigem-se para os apêndices (que se encontram na região apical da escama); nas intermediárias, os apêndices são vascularizados pelas ramificações dos feixes laterais. O desenvolvimento dos feixes vasculares inicia-se após a diferenciação da epiderme e do parênquima amilífero e antes do desenvolvimento das cavidades secretoras, que será referido mais adiante. *Séries cristalíferas.* As células do parênquima, contíguas às fibras, e que acompanham os feixes das escamas no sentido axial, apresentam cristais, formando séries cristalíferas. Muitas vezes, as fibras são deformadas, moldando-se em parte, à forma de determinado cristal, em virtude da pressão exercida pelo crescimento do mesmo. Geralmente, na região apical da escama, a quantidade de cristais é muito maior. Estes podem ocorrer também em outras células do parênquima amilífero. Os cristais são de oxalato de cálcio e apresentam forma poliédrica. *Cavidades secretoras.* Após a diferenciação dos feixes vasculares, há formação de cavidades secretoras, localizadas cada uma entre um feixe e a epiderme da face abaxial da escama (Figura 18,C). Estas cavidades acompanham os feixes em todo o sentido axial, apenas com algumas interrupções por células do parênquima amilífero e em certas regiões formam verdadeiros canais (Figura 38). São formações lisígenas (Figuras 33 - 37) e não possuem nenhum tecido de revestimento; vão aumentando gradativamente pela dissolução da lamela média e desintegração da parede de células do parênquima amilífero, cujo conteúdo celular se incorpora ao material que preenche a cavidade. Não se observa, no entanto, a presença de grãos de amido no conteúdo secretado. As cavidades secretoras geralmente se apresentam com contorno bastante irregular (Figura 35); o conteúdo é formado por uma substância alaranjada, granulosa, e reage positivamente nos testes para taninos, para substâncias graxas e para antocianinas. Como os feixes vasculares, estas cavidades podem se ramificar, embora não seja caso frequente. Elas ocorrem próximo ao feixe central e aos dois laterais contíguos. Nas escamas com cinco feixes, estas cavidades geralmente não se formam junto aos dois feixes próximos à margem, que são pouco desenvolvidos em relação aos demais (Figura 18).

3. *Estrutura de uma escama adulta* – Na secção transversal mediana de uma escama adulta, destaca-se externamente a epiderme das faces abaxial e adaxial, constituída de células de tamanho um pouco irregular, tendendo à forma paralelepipedal e que apresentam conteúdo tânico na grande maioria. Esta epiderme, desde muito jovem, é revestida por uma cutícula delgada e possui alguns estômatos na face abaxial da mesma (Figura 16).

As células-guarda dos estômatos estão em plano pouco mais elevado do que o das células epidérmicas (Figura 17). As paredes daquelas células, que delimitam as cavidades correspondentes aos átrios interno e externo são bem definidas e bastante espessadas, diminuindo, desta maneira, o lume celular. A cutícula reveste apenas externamente as células-guarda, não aparecendo nas células da câmara subestomática (Figura 17).

A epiderme delimita abundante parênquima amilífero (Figuras 18 e 20) com idióblastos que, além de conterem amido, possuem também conteúdo tânico. Distribuídos ordenadamente neste parênquima, encontram-se os feixes vasculares e as cavidades secretoras. Nas escamas externas pode ocorrer ausência total de amido (Figura 19); este fato torna hialina a escama que tem consistência membranácea.

Depois de completado o ciclo vegetativo, a queda das escamas é precedido pela formação de uma zona de abcisão. Entretanto, após reinício de um novo ciclo de propagação vegetativa, onde um bulbo é formado dentro do bulbo pré-existente, nem todas as escamas deste são eliminadas rapidamente; aquelas que eram mais internas localizam-

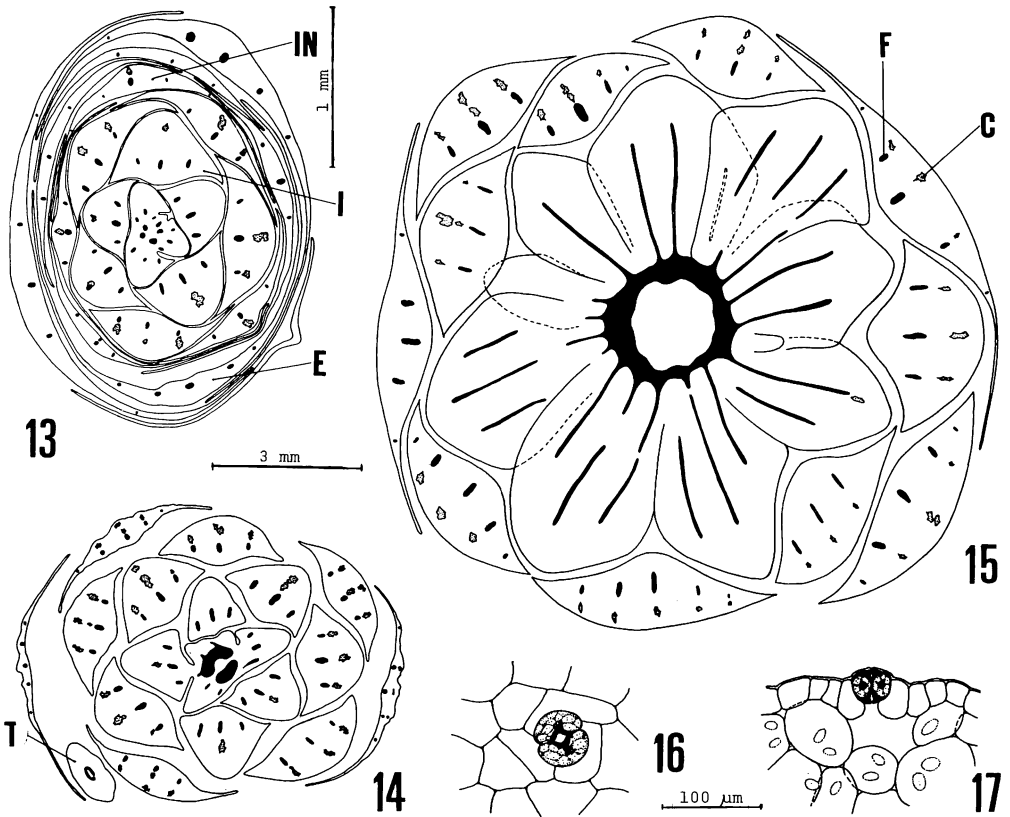


Fig. 13-15 – Cortes transversais de bulbos em diferentes fases de desenvolvimento. Fig. 16-17 – Vista frontal (Figura 16) e corte transversal (Figura 17) de um estômato do estolão. E - escama externa; I - escama interna; IN - escama intermediária; T - estolão em corte transversal; F - feixe; C - cavidade secretora).

Figs. 13-15 – Median trassections of bulbs at different developmental stages. Figs. 16-17 – Stoma of the stolon in surface view (Figure 16) and in cross section (Figure 17). (E - external scale; I - internal scale; IN - intermediate scale; T - axis of an early stolon in cross section; F - bundle; C - secretory cavity).

-se, neste novo período de desenvolvimento, por fora do bulbo em formação e crescem de uma maneira particular em relação à maioria das escamas: não aumentam muito de volume e o desenvolvimento dos feixes é reduzido, porém, o desenvolvimento das cavidades secretoras é grande.

4. *Desenvolvimento da porção delgada do estolão* – Quanto ao desenvolvimento anatômico desta porção, distingue-se uma estrutura caulinar bem evidente, tanto em estágio primário como em estágio secundário (Figura 39 - 44).

a. *Estrutura Primária* – Em estádios primários, a porção delgada apresenta-se constituída por uma epiderme com células de parede um pouco espessada, com cutícula. Dependendo da época de coleta do material, podem conter substâncias tânicas. O córtex é bastante desenvolvido; constitui-se de um parênquima com meatos e duas ou três camadas de células subepidermicas levemente colenquimatosas. O parênquima apresenta-se dividido em externo e interno (Figura 8), sendo este último formado por células menores, com certa quantidade de amido. Alguns idioblastos com cristais de oxalato de cálcio podem ocorrer esporadicamente em ambos. A endoderme e o periciclo não são muito evidenciados nesta fase de desenvolvimento. A primeira pode ser localizada pela ausência de amido no interior de suas células, quando comparadas com as células do parênquima cortical interno (Figura 40,E).

Como o eixo do bulbo, o estolão de *O. latifolia* também é do tipo sifonostelo-ectoflóico contínuo. O sistema vascular não é muito desenvolvido e possui, como tecido mais abundante, parênquima, o qual se entremeia com os outros elementos integrantes do floema e xilema primários. Os elementos crivados possuem paredes muito delgadas, semelhantes às paredes das células do parênquima adjacente; as células companheiras não são distintas nesta etapa. O xilema primário é constituído por alguns elementos traqueiais, sendo que no protoxilema estes elementos têm espessamento anelado e, no metaxilema, anelado a espiralado e espiralado a reticulado. A região medular apresenta-se praticamente sem meatos e possui pouco amido; como no córtex, também podem ocorrer esporadicamente idioblastos com cristais de oxalato de cálcio. Deve-se ressaltar ainda, que o grau de desenvolvimento do estolão é praticamente o mesmo em toda a sua extensão e não depende do seu comprimento, ou seja: um estolão curto pode estar numa fase de desenvolvimento mais avançada do que um longo.

b. *Estrutura secundária* – Com o desenvolvimento da estrutura secundária, iniciada pela evidenciação do câmbio vascular, através de divisões periclinais de células parenquimáticas situadas entre o floema e o xilema, vão sendo produzidos elementos do floema secundário, para o exterior e do xilema secundário para o interior, numa disposição mais ou menos radial. Este aumento do número e volume dos elementos vasculares secundários, algumas vezes comprime, em parte, a endoderme e o periciclo contra o parênquima cortical. Paralelamente, vão se diferenciando felogênios; primeiramente em faixas longitudinais curtas, em profundidades diferentes a partir de camadas subepidermicas (Figura 41) e, em seguida, em camadas mais profundas do córtex (Figura 44). A epiderme é eliminada somente nas regiões correspondentes às faixas de felogênio, em virtude das mesmas darem origem a algumas camadas de suber, também descontinuamente. No início da formação destes felogênios, as camadas de células subepidermicas aumentam a espessura de suas paredes, acentuando o aspecto colenquimatoso; as células da medula também apresentam pequeno espessamento.

Num estágio mais adiantado do crescimento secundário, a endoderme é reconhecida pelo tamanho maior de suas células em relação às demais e apresenta leve espessamento (Figura 42,E); o periciclo divide-se (P) e o floema primário oblitera-se (FO);

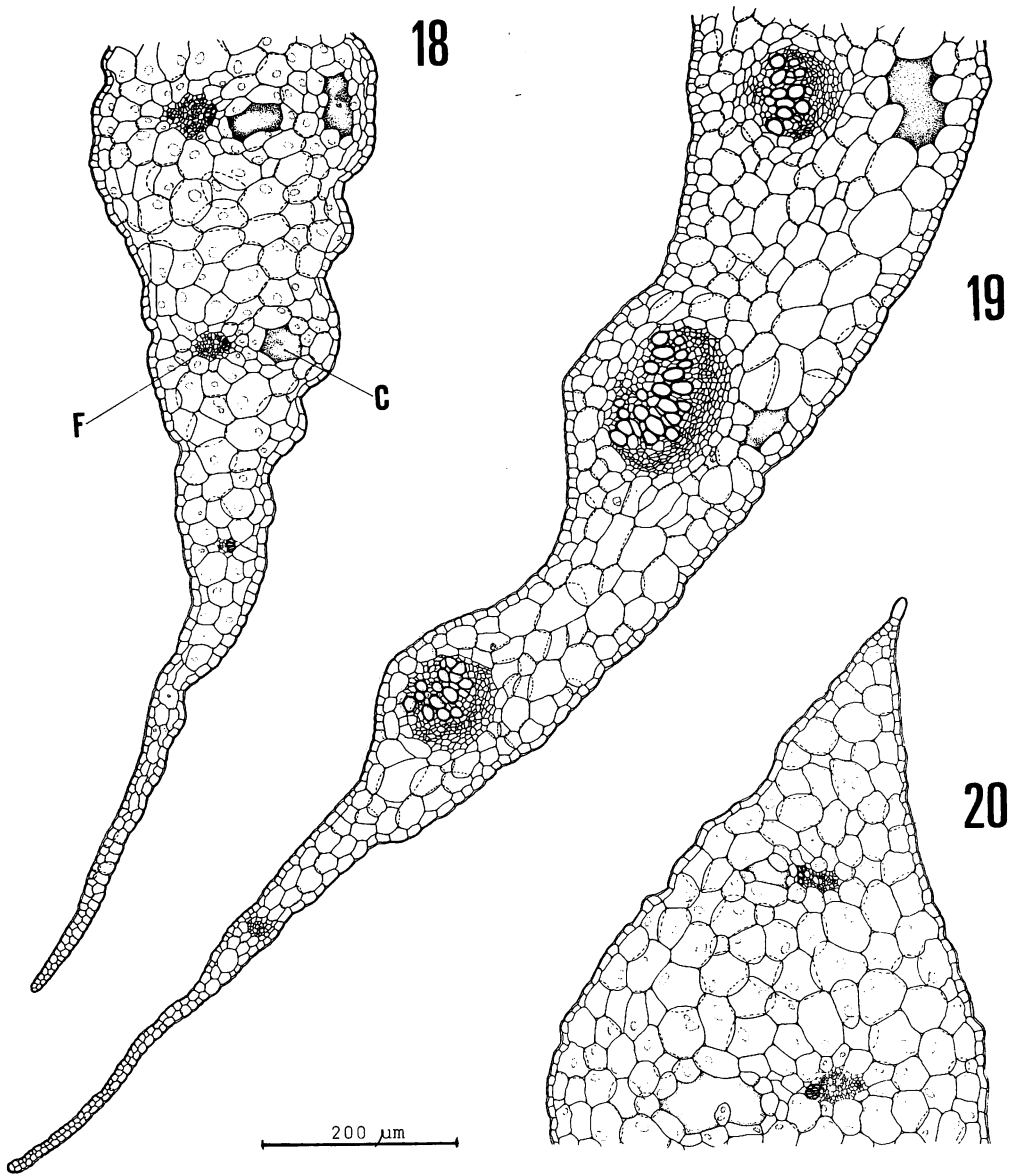


Fig. 18-20 – Cortes transversais médianos de uma escama intermediária, uma externa e uma interna, respectivamente. (C - cavidade secretora; F - feixe vascular).

Figs. 18-20 – Median transsections of intermediate, external and internal scale, respectively. (C - secretory cavity; F - vascular bundle).

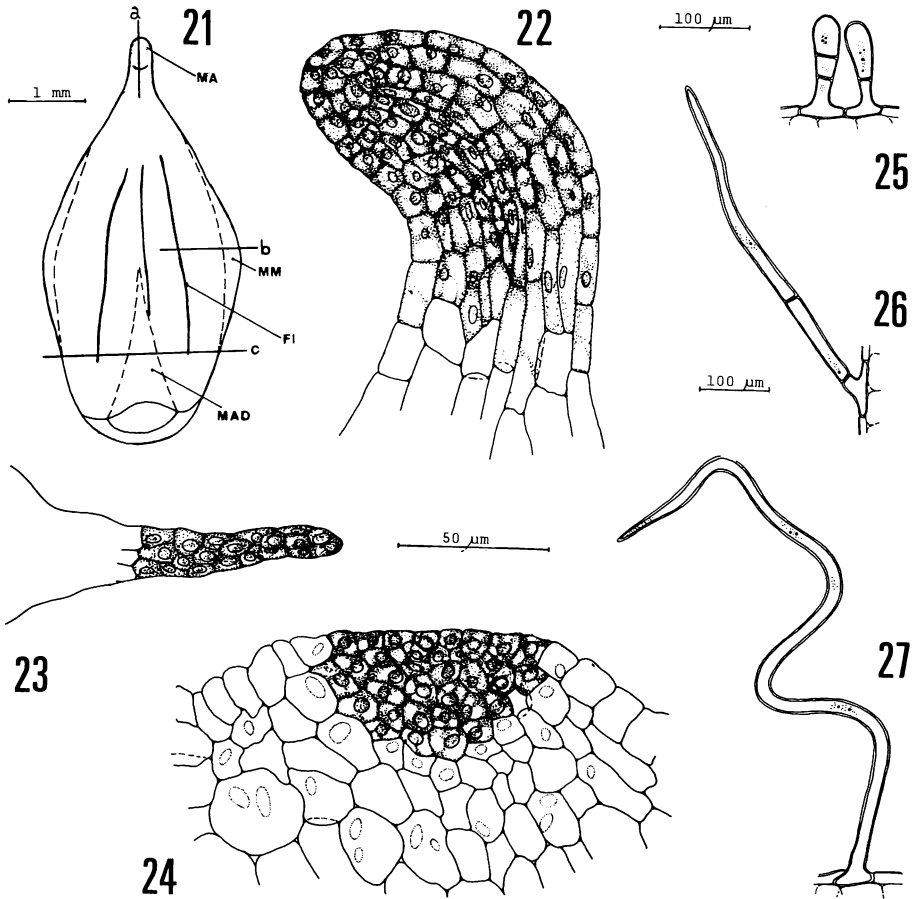


Fig. 21 – Esquema de uma escama interna; Fig. 22 – Meristema apical da escama (corte a da figura 21). Fig. 23 – Meristema marginal da escama (corte b da figura 21). Fig. 24 – Meristema adaxial da escama (corte c da figura 21). Fig. 25-27 – Desenvolvimento dos pelos da base da escama (MA - meristema apical; MM - meristema marginal; MAD - meristema adaxial; FI - fibras).

Fig. 21 – Simplified drawing of an internal scale. Fig. 22 – Apical meristem of the scale (section a, figure 21). Fig. 23 – Marginal meristem of the scale (section b, figure 21). Fig. 24 – Adaxial meristem of the scale (section c, figure 21). Figs. 25-27 – (Developmental stages of the trichomes present in the basis of the scale (MA - apical meristem; MM - marginal meristem; MAD - adaxial meristem; FI - fibers).

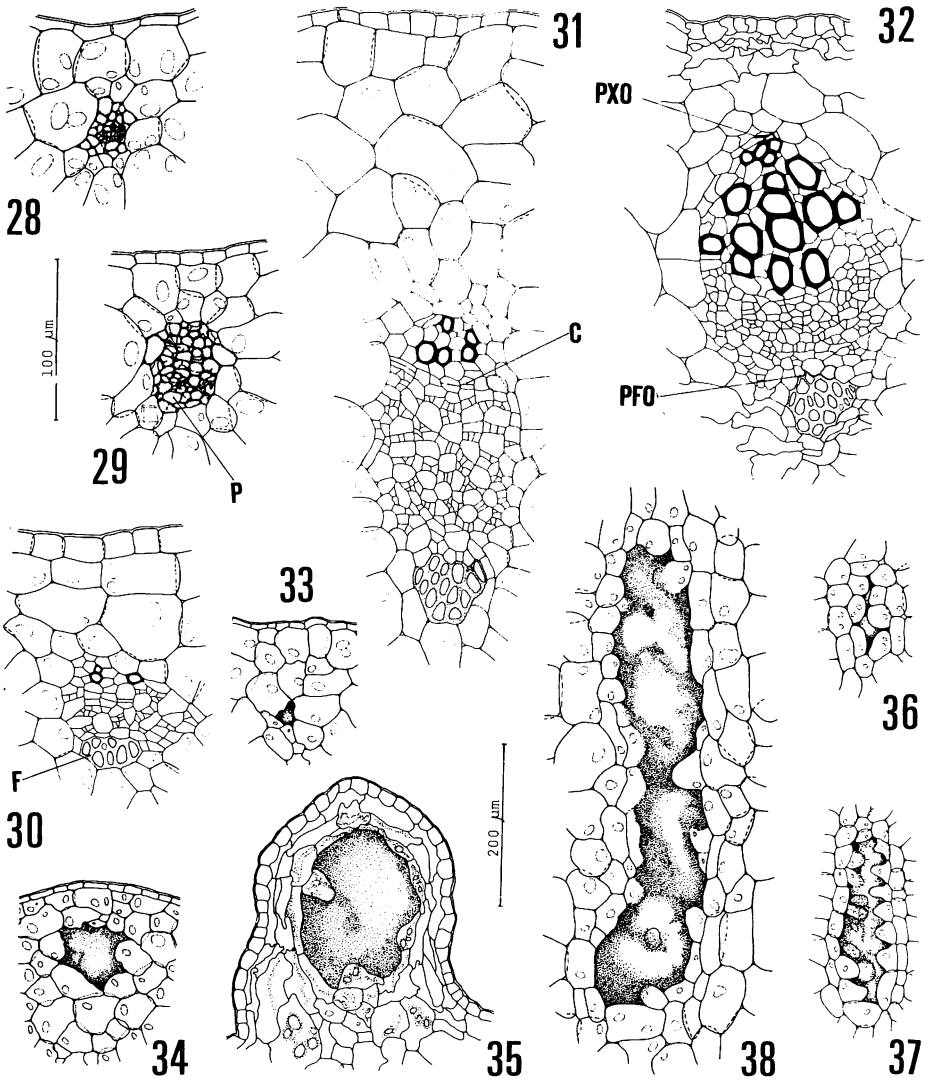


Fig. 28-32 – Cortes transversais de escamas mostrando o desenvolvimento dos feixes. Fig. 33-38 – Cortes transversais e longitudinais de escamas mostrando o desenvolvimento das cavidades secretoras (P - célula parenquimática; F - fibra; C - câmbio vascular; PFO - protofloema obliterado; PXO - protóxilema obliterado).

Figs. 28-32 – Transsections of scales showing the development of bundles. Figs. 33-38 – Transections and longisctions of scales showing the development of secretory cavities (P - parenchyma cell; F - fibers; C - vascular cambium; PFO - obliterated protophloem; PXO - obliterated protoxylem).

nesta etapa do desenvolvimento, as células companheiras do floema secundário são facilmente perceptíveis. Entre os elementos vasculares ocorrem alguns idioblastos com substâncias tânicas e a região da medula apresenta-se então com alguns meatos. À medida que o crescimento secundário progride, as regiões do córtex situadas para fora das faixas de felogênio vão sendo eliminadas pela produção de suber, que nesta fase de desenvolvimento também é produzido por felogênio originado da própria endoderme. As faixas de felogênio situadas mais profundamente no córtex, unem-se num cilindro contínuo, formando uma periderme (Figura 43). As células da endoderme, em algumas regiões, são bastante semelhantes às do periciclo, o qual ainda se divide periclinalmente.

Ainda digno de menção é o fato de que o último estágio de desenvolvimento anatômico, representado na figura 44, só foi encontrado nas poucas porções delgadas dos estolões que permaneceram presas aos bulbilhos por um período maior e que se tornaram enrigecidas. A coloração destas regiões é mais escura do que a das demais.

5. *Catáfilos* — Os catáfilos que protegem as gemas dormentes e que ocorrem ao longo do estolão (Figura 10), são semelhantes às escamas do bulbo na forma e na estrutura anatômica. Também possuem pêlos nas margens, grande quantidade de amido e muitos cristais, porém, não foram encontradas cavidades secretoras. Os pêlos da base destes catáfilos também têm aspecto unicelular, mas apresentam paredes onduladas e mais espessadas do que os demais. Os catáfilos protegem gemas dormentes que raramente se desenvolvem, quando então originam um estolão rudimentar de segunda ordem.

CONCLUSÕES E DISCUSSÃO

A organografia e a anatomia do sistema subterrâneo da espécie em estudo, revelam particularidades de estruturas que a separam de outros grupos e até de outras espécies brasileiras dentro do gênero. Alguns dos seus caracteres são exclusivos para o gênero *Oxalis* dentro da família. É o caso da presença de cavidades secretoras (Metcalfe & Chalk 1950) e de bulbos (Chauvel 1903).

A estrutura caulinar é característica durante todo o desenvolvimento do estolão e apresenta aspectos de caule subterrâneo do tipo rizoma, ou seja, semelhante aos de uma raiz (Esau 1965); assim a endoderme é evidente (Fahn 1974) e sem amido, e o córtex é bem desenvolvido. A porção delgada do estolão pode formar estrutura secundária bem definida ou incipiente e degenera em seguida. Rivals (1939) refere-se à esta região como sendo um canal nutritivo, que une um bulbo adulto a um bulbo em formação, sem reserva de amido. Provavelmente, as observações do autor referem-se somente a estádios finais de desenvolvimento, pois durante quase todo o período em que o córtex está presente, o amido ocorre, localizando-se principalmente no parênquima cortical interno. Chauvel (1903) e Orbegoso (1960) citam a presença desta substância de reserva em outras espécies de *Oxalis*.

Comparando-se a estrutura primária da porção delgada do estolão de *O. latifolia* com a de *O. tuberosa*, descrita por Orbegoso (1960), verifica-se que existem semelhanças em alguns aspectos, como é o caso da presença de epiderme colenquimatosa, córtex bastante desenvolvido, amido, e da disposição dos elementos vasculares; diferem, entretanto, quanto à localização da endoderme, a qual circunda cada feixe em *O. tuberosa* e é contínua em *O. latifolia*. Estas espécies também diferem entre si quanto ao tamanho dos estolões, que para a primeira está em torno de 30 cm, ao passo que para a segunda é aproximadamente de 6 cm.

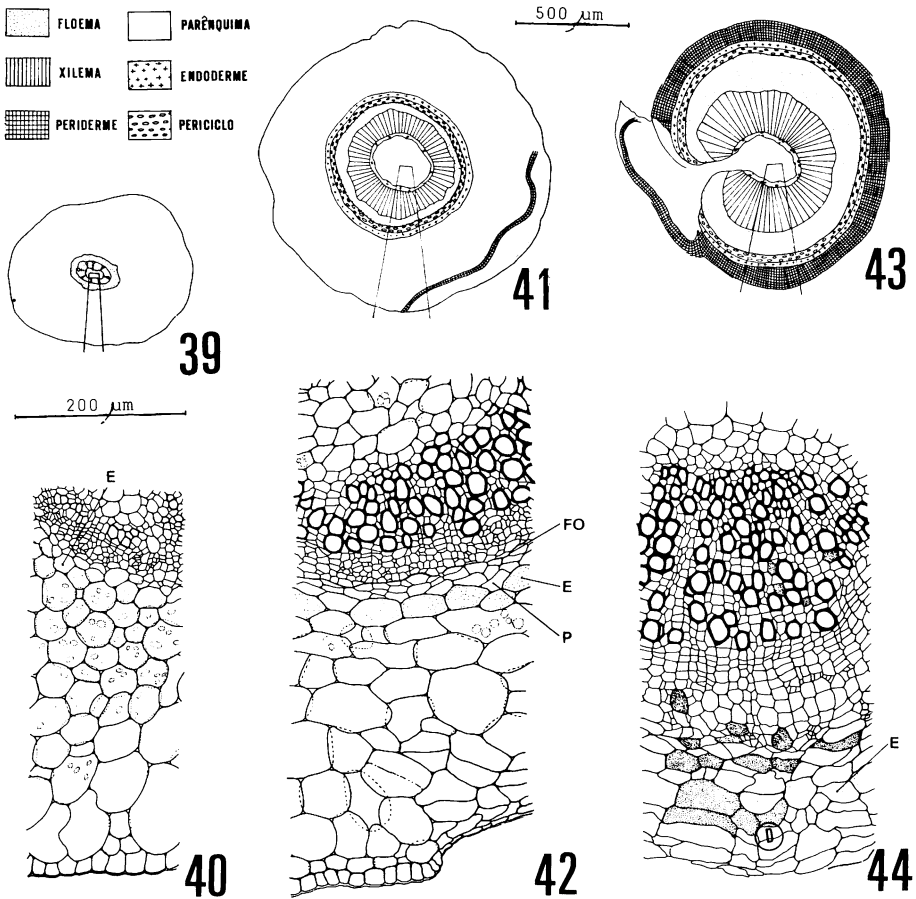


Fig. 39, 41 e 43 – Diagramas dos cortes transversais da porção delgada do estolão em diferentes estádios de desenvolvimento. Fig. 40, 42 e 44 – Detalhes dos diagramas 39, 41 e 43, respectivamente (E - endoderme; P - periciclo; FO - floema obliterado; D - periderme)

Figs. 39, 41 and 43 – Simplified drawings of transections of the slender region of the stolon at different developmental stages. Figs. 40, 42 and 44 – Details of structures from figures 39, 41 and 43, respectively (E - endodermis; P - pericycle; FO - obliterated phloem; D - periderm).

No estolão da batatinha (*Solanum tuberosum*), descrito por Hayward (1967), a estrutura geral se assemelha muito à daqueles espécies de *Oxalis*, embora no sistema vascular ocorra além de floema externo, floema interno ao xilema (fato comum à família Solanaceae) tornando a proporção daquele tecido muito grande em relação ao lenho. Como foi verificado para *O. latifolia*, Hayward faz referência à presença de estômatos neste órgão, que não são mais visíveis após o aparecimento da periderme. O autor denomina de rizoma o estolão da batatinha, órgão efêmero limitado a apenas uma estação do ano, quando rizoma é um caule subterrâneo perene (Mc Lean & Ivimey-Cook 1952). Deve-se salientar, ainda, que nestes exemplos mencionados também é constante a presença de estrutura secundária.

No eixo do bulbo os cordões de procâmbio assumem uma disposição helicoidal ligeiramente tortuosa devido ao encurtamento dos entrenós, tão característico do órgão analisado. Os caracteres anatômicos desse eixo, de um modo geral, coincidem com aqueles descritos muito resumidamente por Chauvel (1903) para os *Oxalis* bulbosos; em algumas espécies, como em *O. vespertilionis* e *O. uruguayensis*, este órgão apresenta epiderme do eixo mais evidente, em virtude do tamanho reduzido das escamas, que deixam espaços entre si. Chauvel (l.c.) refere-se também à presença de “estrutura normal de caule secundário” para *O. vespertilionis*, *O. purpurata*, *O. brasiliensis*, *O. sellowiana*, *O. eriorrhiza* e *O. acetosella*. O autor ainda generaliza a presença de cristais no parênquima cortical e Robb (1963) cita a presença de amido e substâncias tânicas, inclusive na medula, em *O. martiana*, caracteres estes comuns à espécie em estudo.

Metcalf e Chalk (1950) citam para o caule das Oxalidaceae a ocorrência de placas terminais de perfuração simples, porém em *O. latifolia* ocorrem, além das terminais, placas laterais. Fredrikson (1895 in Chauvel 1903) deu nomes diferentes às escamas constituintes do bulbo; as externas foram chamadas de protetoras e as internas de nutritivas, designação imprópria, uma vez que as escamas são também parte das folhas (Estelita-Teixeira 1977). Chauvel (l.c.) estabeleceu diferenças entre as mesmas quanto à presença de “ilhas de esclerênquima” e de cavidades secretoras. Estas diferenças, entretanto, não foram confirmadas para *O. latifolia*, onde todos os tipos de escamas podem apresentar aquelas estruturas, dependendo da região onde forem realizadas as observações. O autor refere-se a estas “ilhas de esclerênquima” como sendo parte do periciclo esclerificado, ou sejam, fibras pericíclicas. Segundo Metcalf e Chalk (1950), a estrutura vascular fundamental da família Oxalidaceae consiste de um círculo de feixes coleterais, geralmente circundado por um anel de periciclo esclerenquimatoso. Nas estruturas caulinares subterrâneas de *O. latifolia* os raios parenquimáticos são muito pouco desenvolvidos e este fato foi também já descrito pelo autor acima para o lenho da família. Chauvel (1903) refere-se à presença de pêlos totores e glandulosos nas escamas de *Oxalis* sua descrição dos totores coincide com a da espécie em estudo. Por outro lado, os pêlos unicelulares na base das escamas situadas na porção delgada do estolão, assemelham-se aos descritos para a epiderme de *O. subcorymbosa* (Chauvel l.c.) e aos do caule de *O. dillenii*, descritos por Eiten (1963), porém não possuem a superfície recoberta por pequenos tubérculos como afirma este autor.

A anatomia das cavidades secretoras e sua formação assemelham-se às descritas para outras espécies de *Oxalis* por Chauvel (1903) e para *O. martiana* por Robb (1963), isto é, são formações lisígenas; entretanto, não foi observada, nas células dispersas no interior do canal, a ausência de secreção, como faz referência o primeiro autor. Estas cavidades correspondem à listras alaranjadas das escamas, descritas por Estelita-Teixeira (1977).

No eixo e, principalmente, nas escamas de plantas bulbosas, é muito comum a pre-

sença de amido e cristais de oxalato de cálcio, na maioria das vezes. Esta constância verifica-se não somente em outras espécies de *Oxalis*, mas tem sido observada também em gêneros de outras famílias, como em *Amaryllis*, *Zephyranthes*, *Sternbergia*, *Crinum* e *Allium* (Mens 1910 in Church 1919).

Os apêndices apicais das escamas externas e intermediárias (Estelita-Teixeira 1977) representam diferentes etapas de soldadura de estípulas. Segundo Eames e MacDaniels (1947), o suprimento vascular das estípulas é sempre derivado dos traços foliares; quando as estípulas são livres, a derivação ocorre geralmente no córtex do caule; quando são soldadas, a derivação ocorre no pecíolo. No material em estudo esta derivação é mais evidente no interior das escamas intermediárias.

Deve-se salientar que a ocorrência de bulbos escamosos e com crescimento secundário, são caracteres muito raros dentro da classe Dicotyledoneae. Este crescimento foi observado nos três tipos de escamas.

Agradecimentos – Agradeço à Prof^ª Dra. Nanuza Luiza de Menezes pela orientação deste trabalho, à Prof^ª Dra. Walkyria Rossi Monteiro pela revisão das legendas e sugestões; à CAPES pela concessão de uma bolsa no ano de 1975.

REFERÊNCIAS

- BUCHERL, W. 1962. *Técnica microscópica*. Editora Polígono Limitada, São Paulo.
- CHAMBERLAIN, C.J. 1938. *Methods in Plant Histology*. The University of Chicago Press, Chicago.
- CHAUVEL, F. 1903. *Recherches sur la Famille des Oxalidacées*. Maison D'éditions A. Joanin & Cie, Paris.
- CHAWDHRY, M.A. 1974. Growth study of *Oxalis latifolia* H.B.K. *E. Afr. agric. For. J.* 39: 402-406.
- CHURCH, M.B. 1919. The development and structure of the bulb in *Cooperia drummondii*. *Bull. Torrey bot. Club* 46: 337-362.
- EAMES, A.J. & MACDANIELS, L.H. 1947. *An introduction to plant Anatomy*. MacGraw-Hill Publication, New York.
- EITEN, G. 1963. Taxonomy and regional variation of *Oxalis* section Corniculatae. I. Introduction, keys and synopsis of the species. *Am. Midl. Nat.* 69: 257-309.
- ENGLER, A. 1964. *Syllabus der Pflanzen familien. II. Angiospermen* Org. por H. Melchior. Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- ESAU, K. 1965. *Plant Anatomy*. John Wiley & Sons, New York.
- ESLER, A.E. 1962. Some aspects of the autecology of *Oxalis latifolia* H.B.K. *Proc. 15th N.Z. Weed Control Conf.*, 87-90.
- ESTELITA-TEIXEIRA, M.E. 1977. Propagação vegetativa de *Oxalis latifolia* Kunth (Oxalidaceae). *Bol. Botânica Univ. S. Paulo* 5: 13-20.
- FAHN, A. 1974. *Plant Anatomy*. Translated from the Hebrew by Sybil Broibo-Altman. Pergamon Press, Oxford.
- FOSTER, A.S. 1950. Venation patterns in the leaves of Angiosperms, with special reference to the Quinaceae. *Proc. 7th int. bot. Congr.*
- FOSTER, A.S. 1960. *Practical Plant Anatomy*. Van Nostrand Company, New York.
- FOSTER, A.S. & GIFFORD JR., E.M. 1974. *Comparative Morphology of vascular plants*. W.H. Freedman & Company, San Francisco.
- HAYWARD, H.E. 1967. *The structure of economic plants*. Wheldon & Wesley, New York.
- JACKSON, D.I. 1960. A growth study of *Oxalis latifolia* H.B.K. *N. Z. J.L. Sci.* 3: 600-609.
- JACKSON, D.I. 1962. The response of *Oxalis latifolia* to hormone herbicides. *Weeds* 10: 23-25.
- JOHANSEN, D.A. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- MACLEAN, R.C. & IVIMEY-COOK, W.R. 1952. *Textbook of practical Botany*. Longmans, Green & Co., London.
- METCALFE, C.R. & CHALK, L. 1950. *Anatomy of the dicotyledons*. Vol. I. Clarendon Press, Oxford.
- OLLIS, W.D. 1961. *Chemistry of natural phenolic compounds*. Pergamon Press, New York.
- ORBEGOSO, G. 1960. Estudio sobre la oca, *Oxalis tuberosa* Mol., con especial referencia a sua estructura y variabilidad. *Agronomía (Peru)* 27: 28-38.

- RIVALS, P. 1939. Observations sur *Oxalis martiana* dans la région toulousaine. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse* 73: 1-11.
- RIVALS, P. 1960. Sur la vie et les problèmes de la destruction d'*Oxalis latifolia* Kunth. *La Terre D'Oc* 42: 401-409.
- ROBB, S.M. 1963. *Oxalis latifolia* Kunth. *New Phytol.* 62: 75-79.
- SASS, J.F. 1951. *Botanical microtechnique*. Iowa State College Press, Iowa.
- STRASBURGER, E. 1911. *Handbook of practical Botany*. (Translated from the German by W. Hillhouse). George Allen & Company, London.