

DESENVOLVIMENTO ANATÔMICO DO SISTEMA SUBTERRÂNEO DE
OXALIS LATIFOLIA KUNTH (OXALIDACEAE) – II – SISTEMA RADICULAR (1)

ANATOMICAL DEVELOPMENT OF THE UNDERGROUND SYSTEM OF
OXALIS LATIFOLIA KUNTH (OXALIDACEAE) – II – ROOT SYSTEM¹

Maria Emília Estelita-Teixeira (2)

SUMMARY – The root presents a somewhat uniform apical meristem, in which the root cap and the epidermis seem to have a common origin. Regarding the number of protoxylem poles, it may be diarch, diarch expanding into triarch, or triarch. The vascular cambium has its origin in the procambium and in the perycicle. The epidermis originates from the endodermis. The root hairs are persistent, grow on a great extension of the root and present two types, one of which does not seem functional. The contractile root is succulent and dauciform, due to a great proliferation of the secondary phloem parenchyma. In this same tissue, layers of cells similar to those of the endodermis give origin to suberized regions similar, as a whole, to a poliderm. The contraction of the root is caused by the depletion and collapse of the radial row cells of the phloem parenchyma, accompanied by the contortion of the xylem. The contraction follows an acropetal orientation.

RESUMO – A raiz apresenta um meristema subapical um tanto uniforme, no qual a coifa e a epiderme parecem ter origem comum. Quanto ao número de polos de protoxilema, a mesma pode ser diarca, diarca passando a triarca ou triarca. O câmbio vascular tem origem no procâmbio e no periciclo. A periderme forma-se a partir da endoderme. Os pêlos absorventes são persistentes, desenvolvem-se em grande extensão da raiz e se apresentam de dois tipos, um deles parecendo não funcional. A raiz contrátil é suculenta e dauciforme, devido a uma grande proliferação de parênquima do floema secundário. Ainda neste tecido, camadas de células semelhantes às da endoderme dão origem a regiões suberificadas semelhantes, no conjunto, a uma poliderme. A contração da raiz é realizada pela depleção e colapso das células de fileiras radiais do parênquima do floema, acompanhados pela contorção do xilema. A contração progride no sentido acrópeto.

INTRODUÇÃO

O sistema radicular, no gênero *Oxalis*, vem sendo estudado quase que exclusivamente no que se refere às raízes contráteis. O mecanismo de contração, apesar de apresentar variações dentro do gênero (Salter 1952), sempre provoca afundamento dos bulbos no solo. Tal mecanismo dificulta, inclusive, a eliminação destes órgãos quando a espécie é considerada invasora de culturas. É o que ocorre em *Oxalis latifolia* (Estelita-Teixeira 1977) que em nossa região propaga-se apenas assexuadamente, por bulbilhos.

Chauvel (1903) estudando a família Oxalidaceae faz referência à anatomia das raízes para o gênero *Oxalis*; Duncan (1925) descreve parte da raiz contrátil de *O. esculenta*; também Orbegoso (1960) estudando *O. tuberosa* incluiu parte do sistema radicular. Sobre a contração da raiz, Thoday (1926) e Thoday e Davey (1932) analisaram este mecanismo em *O. esculenta* e Davey (1946) em *O. hirta*.

- (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.

No presente trabalho pretende-se estudar o desenvolvimento anatômico do sistema radicular de *O. latifolia* e contribuir para o conhecimento da anatomia das raízes contráteis no gênero.

MATERIAL E MÉTODOS

O material e alguns dos métodos empregados foram descritos em trabalhos anteriores (Estelita-Teixeira 1977 e Estelita-Teixeira 1979).

Como a obtenção de cortes perfeitos da região de alongamento das raízes jovens foi muito difícil, estas foram fixadas em FAA 50% e FAA 70% (Sass 1951), Bouin (Sass 1951) e Karpetchenco (Chamberlain 1938), todavia não foi observada distinção entre os efeitos destes fixadores. Naquela região, as células do córtex, na maioria das vezes, apresentavam-se deformadas em consequência de plasmólise, fato considerado comum na fixação de raízes (Esau 1940).

O azul de metileno, a hematoxilina de Delafield (Bücherl 1962) e o cloreto de zinco iodado (Thoday 1926) foram usados para evidenciar a presença do conteúdo celular das camadas colapsadas das raízes contráteis, porém não forneceram bons resultados; a constatação de protoplasma vivo nos pelos absorventes foi realizada com o emprego do azul de metileno e do vermelho neutro (Foster 1960).

RESULTADOS

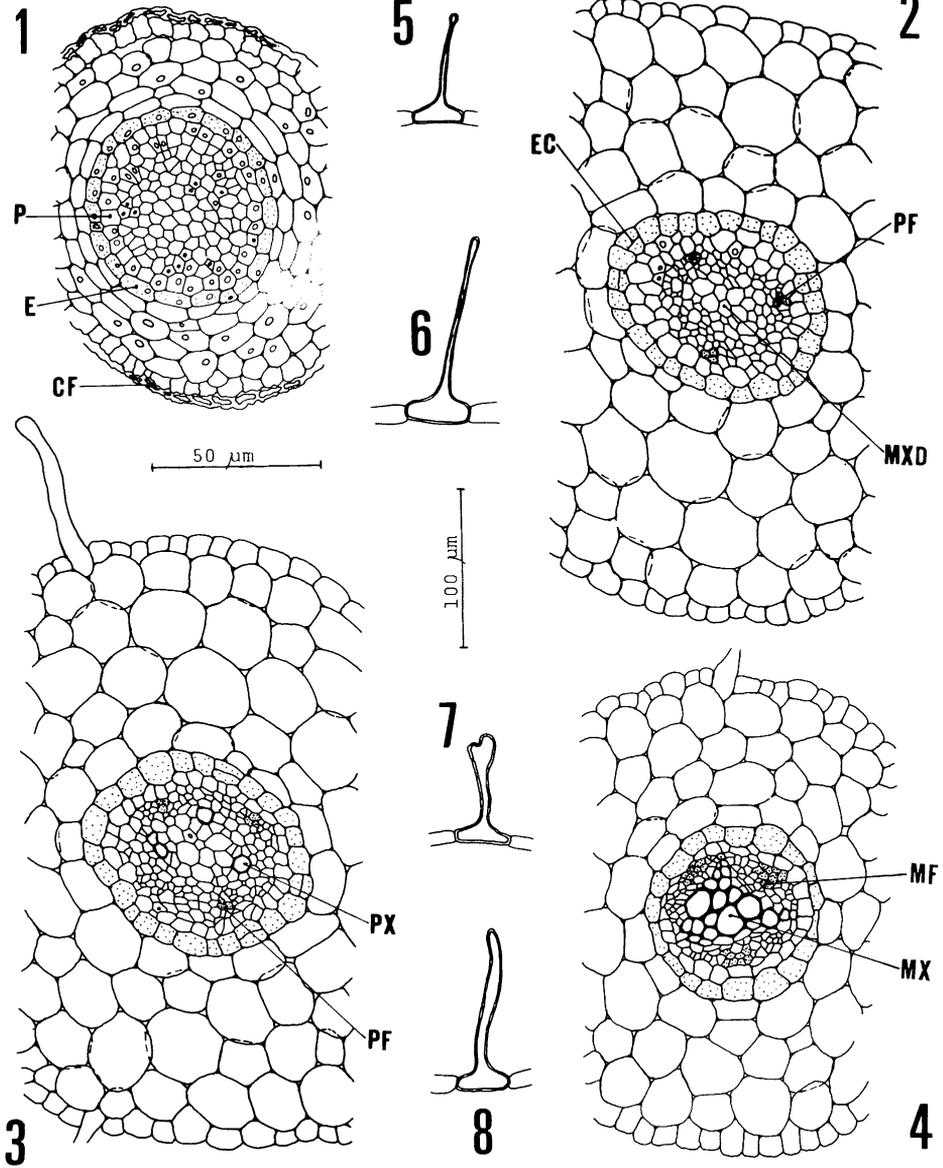
Desenvolvimento da estrutura primária – O meristema subapical da raiz de *Oxalis latifolia* não possui camadas histogênicas bem delimitadas, principalmente nas regiões correspondentes ao caliptrogênio e dermatogênio; aparentemente, o tecido meristemático apical ali localizado dá origem à coifa e à epiderme (rizoderme). A coifa não é muito desenvolvida e as células da região central possuem grãos de amido. A parte mais interna do grupo de iniciais subapicais, parece formar, por divisões periclinais e anticlinais, apenas a região cortical e a região estelar, as quais podem ser distinguidas uma da outra a pouca distância das iniciais.

Num corte transversal de uma região próxima ao ápice (Figura 1), na qual ainda se observa a presença da coifa (CF), as células do córtex são alongadas no sentido periclinal e maiores do que as do cilindro central meristemático, que são poliédricas e se dividem com maior intensidade.

A primeira camada a se evidenciar no córtex, é a endoderme (Figura 1,E), numa distância aproximada de 330 μ m das iniciais apicais no material analisado. As célu-

Fig. 1-4 – Corte transversal da raiz em 4 níveis diferentes: próximo ao ápice (Figura 1), região em que se diferencia o protofloema (Figura 2), região em que se diferencia o protoxilema (Figura 3) e estrutura primária (Figura 4). Fig. 5-6 – Pêlos absorventes não funcionais. Fig. 7-8 – Pêlos absorventes funcionais (E - endoderme; P - periciclo; CF - coifa; EC - estria de Caspary; PF - protofloema; MXD - metaxilema em diferenciação; PX - protoxilema; MX - metaxilema; MF - metafloema).

Figs. 1-4 – Transsections of the root at 4 different levels; close to the apex (Figure 1), region where the protophloem differentiates (Figure 2), region where the protoxylem differentiates (Figure 3) and region where the complete primary structure is visible (Figure 4). Figs. 5-6 – Dead root hairs. Figs. 7-8 – Functional root hairs (E - endodermis; P - pericycle; CF - rootcap; EC - Casparian strip; PF - protophloem; MXD - metaxylem differentiation; PX - protoxylem; MX - metaxylem; MF - metaphloem).



las apresentam-se vacuolizadas e com um conteúdo escuro que dá resultados positivos com os reagentes específicos para taninos.

No cilindro central, as camadas da periferia dividem-se com maior frequência; o periciclo é a primeira delas que se diferencia e se torna mais evidente em corte transversal, onde suas células, embora prismáticas como as demais, são maiores do que estas (Figura 1,P).

Observa-se que nesta fase de desenvolvimento o córtex já possui o número final de camadas de células, que pode ser quatro ou cinco e que suas componentes apresentam uma tendência de ordenação radial. Estas células vão aumentando consideravelmente de volume e sofrem ainda algumas divisões, principalmente anticlinais, até constituírem o parênquima cortical. Este mecanismo provoca um aumento da circunferência da raiz (Figuras 2 e 3).

Com a continuação do desenvolvimento, ocorre aumento de volume das células correspondentes ao metaxilema em diferenciação (Figura 2,MXD).

A aproximadamente 800 μm , já está perfeitamente diferenciado o protofloema, que se localiza em dois ou três polos, com células de secção poligonal (Figura 2,PF). Neste nível não são mais visíveis as células da coifa; a endoderme apresenta estrias de Caspary (EC) perfeitamente visíveis; o córtex está bem diferenciado: as células são arredondadas com disposição mais ou menos radial e com espaços intercelulares. A epiderme é unisseriada e possui células prismáticas dispostas com o maior sentido paralelo ao eixo da raiz e começa a formar, nesta altura, os pêlos absorventes.

O protoxilema (Figura 3,PX) aparece diferenciado a uma distância de aproximadamente 2400 μm a partir das iniciais apicais, e os polos de protoxilema se alternam com os polos de protofloema. O último elemento de cada polo de protoxilema, diferencia-se junto ao periciclo; estes elementos possuem secção hexagonal e amadurecem aproximadamente ao mesmo tempo. Neste estágio, as paredes das células da endoderme apresentam leve espessamento.

Posteriormente, verifica-se a diferenciação centrípeta do metafloema e do metaxilema, já apresentado, o primeiro células companheiras (Figura 4,MF e MX). Após esta fase, ainda se diferenciam alguns elementos do metaxilema, porém, de maneira centrífuga. Esta diferenciação geralmente torna o xilema primário um pouco assimétrico, quando observado em corte transversal (Figura 9).

Com a estrutura primária bem definida, observa-se que a raiz de *Oxalis latifolia* pode ser diarca, diarca passando a triarca, ou triarca.

Os elementos do protoxilema têm espessamentos anelados passando a espiralados, e os do metaxilema, reticulados e escalariformes. O metaxilema completa o seu amadurecimento por ocasião do aparecimento dos primeiros indícios do câmbio vascular, fase em que o córtex começa a entrar em colapso (Figura 9,CL).

Raízes laterais – Origem. A zona de ramificação da raiz inicia-se numa região ainda em crescimento primário e sobrepõe-se em grande parte à zona dos pêlos absorventes. As raízes laterais têm origem no periciclo; a endoderme acompanha a sua formação e toma parte na constituição da bolsa protetora, análoga à coifa. Elas emergem da raiz principal ou de outra lateral, por destruição das células do córtex.

O meristema subapical das raízes laterais tem a organização semelhante ao da raiz de origem. Deve-se mencionar, entretanto, que esta comparação foi realizada em meristemas de raízes laterais ainda jovens, em início de emergência.

Nas raízes diarcas, as raízes laterais surgem entre o floema e o xilema primários e, nas triarcas, opostas aos polos de protoxilema.

Pêlos absorventes. Os pêlos absorventes (Figuras 5 - 8) são persistentes e estão

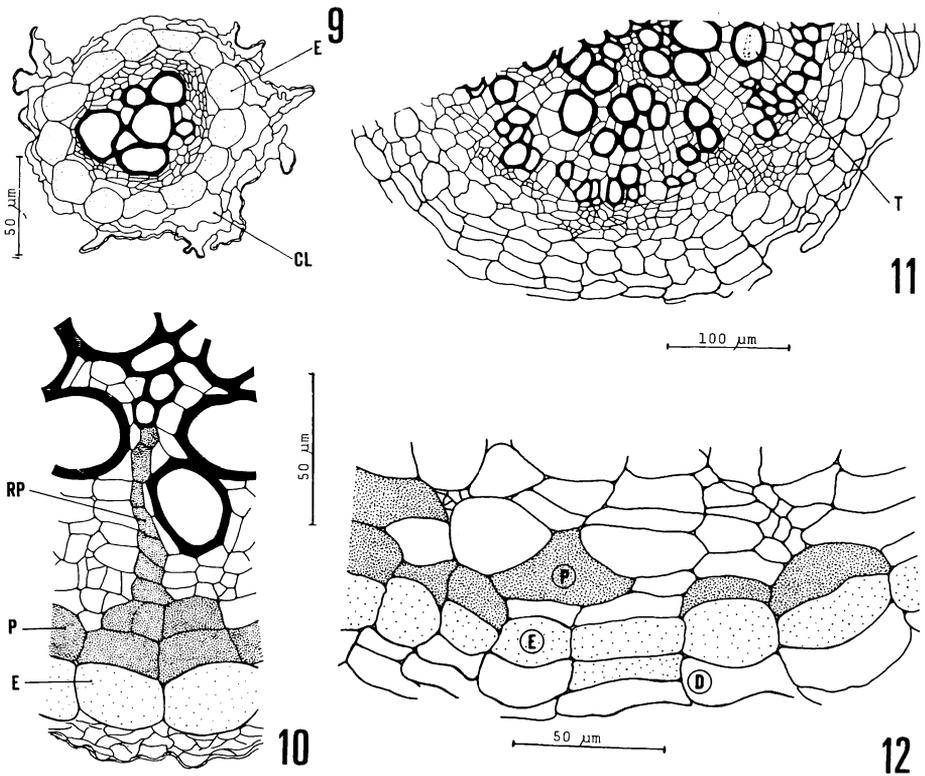


Fig. 9 - Corte transversal da raiz com o córtex colapsado. Fig. 10 - Um raio originado pela parte do câmbio vascular formada a partir do periciclo. Fig. 11 - Corte transversal da raiz em estrutura secundária. Fig. 12 - Periderme formada a partir da endoderme (E - endoderme; CL - cortex colapsado; ; P - periciclo; RP - raio; T - tila; D - periderme).

Fig. 9 - Transsection of the root showing the collapsed cortex. Fig. 10 - A ray being originated by that part of the vascular cambium derived from the pericycle. Fig. 11 - Transsection of the root showing the aspect of the secondary structure. Fig. 12 - Initiation of the periderm in the endodermis (E - endodermis; CL - collapsed cortex; P - pericycle; RP - ray; T - tyloses; D - periderm).

presentes em uma longa extensão das raízes. Eles se desenvolvem sem obedecer o sentido acrópeto que é comum à maioria das plantas; entre os pêlos existentes, já adultos, surgem outros que parecem se originar de qualquer célula epidérmica; Não foram observados tricoblastos ou estes não diferem, aparentemente, das outras células epidérmicas.

Os pêlos absorventes assumem dois formatos básicos: os tortuosos (Figuras 7 e 8), como qualquer pêlo absorvente vivo, deformam-se de acordo com as partículas do solo, e os eretos (Figura 5 e 6), ligeiramente capitados, com paredes mais espessas do que os anteriores, não fornecem resultado positivo nos testes de coloração vital. Raramente podem ocorrer pêlos septados, constituídos por duas células e distribuídos desordenadamente entre os demais.

Desenvolvimento da estrutura secundária. O início da estrutura secundária é marcado pelo aparecimento do câmbio vascular que, na espécie analisada, se origina parte do procâmbio e parte do periciclo, seguindo os padrões comuns. Primeiramente, entre o floema e xilema primários, formam-se faixas meristemáticas, originadas do procâmbio. Em seguida, as células do periciclo contíguas aos polos de protoxilema, dão origem, por divisões periclinais, ao restante da faixa cambial. Em estágio pouco avançado (Figura 10), o periciclo apresenta, em suas células, substâncias que dão resultados positivos nos testes para taninos. Os raios parenquimáticos unisseriados, formados pelo câmbio de origem pericíclica, em algumas regiões apresentam células com conteúdo semelhante às do periciclo original (Figura 10,RP). Com a continuação do crescimento em espessura, os raios parenquimáticos vão ficando pouco perceptíveis e levemente sinuosos, quando observados em corte transversal; este fato é conseqüência do grande diâmetro dos elementos traqueais que lhes são contíguos e que comprimem as suas células (Figura 11).

À medida que o cilindro vascular aumenta em diâmetro, o periciclo acompanha o crescimento, aumentando a sua circunferência por divisões anticlinais; por divisões periclinais forma duas camadas de células em alguns locais; a endoderme também acompanha este crescimento de maneira semelhante à do periciclo. O córtex, após certo aumento do cilindro vascular, entre em fase de colapso e suas células podem ser eliminadas gradativamente, em virtude do aumento do órgão em espessura, ou podem permanecer.

Numa fase mais avançada, forma-se uma periderme através de divisões periclinais das células endodérmicas que funcionam como um felogênio, o qual forma para o lado externo uma a duas camadas de súber com células pouco suberificadas (Figuras 11 e 12).

Com o prosseguimento da atividade cambial, o periciclo fica parcialmente comprimido; suas células são distendidas no sentido tangencial. O floema também é comprimido e torna-se obliterado.

Observa-se, no xilema, que alguns idioblastos e elementos traqueias possuem conteúdo tânico; nestes últimos ocorrem, ainda, tilas (Figura 11,T). O espessamento destes elementos é do tipo reticulado e escalariforme, como no metaxilema.

Eixo tuberoso contrátil. Com a continuação do crescimento secundário do eixo principal e conseqüente eliminação do córtex, ocorre uma divergência de atividade do câmbio vascular neste órgão. O câmbio passa a produzir muito mais floema do que xilema (Figuras 13 e 14) e este floema apresenta uma grande profileração de parênquima, cujas células estão dispostas em fileiras radiais compactas, sem espaços intercelulares, formando, os elementos crivados, pequenos grupos dispersos no seu interior (Figura 14,EC); o volume de parênquima aumenta na direção da base da raiz. A presença deste tecido e sua distribuição, torna a raiz entumescida, suculenta e dauciforme.

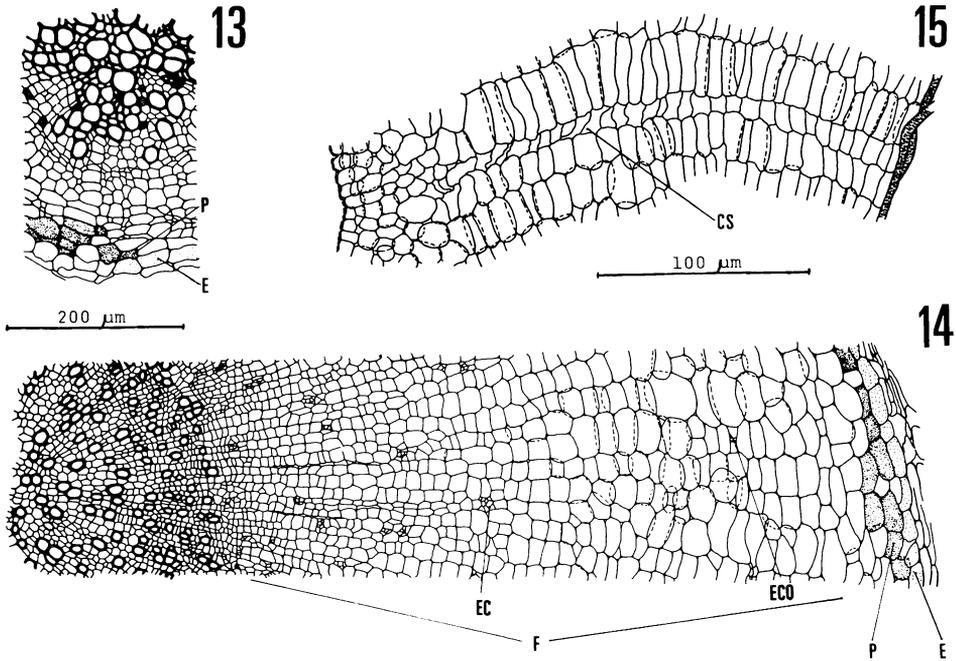


Fig. 13 - Corte transversal da raiz contrátil próximo à região apical. Fig. 14 - Corte transversal da raiz contrátil na região mediana, onde se observa a grande proliferação de parênquima do floema. Fig. 15 - Detalhe do corte longitudinal radial da raiz contrátil (E - endoderme; P - periciclo; F - floema; EC - elementos crivados; ECO - elementos crivados obliterados; CS - fileira de células em início de colapso).

Fig. 13 - Transection of a contractile root at a level near the apex. Fig. 14 - Transection of a contractile root at its median region, showing a conspicuous proliferation of the phloem parenchyma; Fig. 15 - Radial longisection of the contractile root (E - endodermis; P - pericycle; F - phloem; EC - obiterated sieve elements; ECO - obiterated sieve elements; CS - tier of cells at the beginning of the collapse).

Verifica-se um aumento de volume das células das fileiras radiais do parênquima do floema, no sentido centrífugo, as quais se tornam gradativamente maiores e mais largas nas camadas próximas à periferia do órgão (Figura 14); nas últimas camadas, estas células dividem-se anticlinalmente, resultando deste fato uma disposição um tanto desordenada. Nesta região, pode ocorrer, também, pequena quantidade de amido. Observa-se ainda, que alguns grupos de elementos crivados se encontram obliterados (Figura 14,ECO).

Os raios parenquimáticos unisseriados, não são facilmente perceptíveis, a não ser que contenham substâncias tânicas em suas células, como nas outras raízes.

À medida que o órgão envelhece, surgem, de maneira centrípeta, zonas que se diferenciam do parênquima do floema e que são constituídas por camadas de células maiores do que as demais, e camadas de células colapsadas, que se suberificam. Estas zonas se alternam com zonas do parênquima do floema e apresentam contorno irregular; podem ser interrompidas e concêntricas (Figura 16) ou podem assumir uma disposição quase radial. Com o envelhecimento da raiz, ocorre, gradativamente, eliminação de partes mais externas deste tecido de proteção (Figura 16).

Contração do eixo tuberoso. A raiz ou eixo tuberoso, com crescimento em espessura fora dos padrões comuns, apresenta não apenas um acúmulo de substâncias de reserva, como foi descrito anteriormente, mas pode também apresentar um mecanismo de contração. O processo de contração tem início num estágio avançado de desenvolvimento do órgão. Durante este processo, fileiras radiais de células do parênquima do floema entram em colapso. Estas células vão se deformando, começando por inclinar-se (Figura 15,CS) e no final do processo a inclinação é tão acentuada que a fileira de células fica reduzida a uma linha mais evidente dentro do tecido, como se aquela tivesse sido comprimida pelas camadas de células túrgidas, contíguas (Figura 17). O colapso tem início na periferia do parênquima do floema e progride para o interior (Figura 15); em seguida pode atingir as fileiras contíguas superior e inferior àquela inicialmente colapsada.

Paralelamente, o xilema apresenta-se em espirais uniformes ou não (Figuras 17 e 18) e muitas vezes forma uma curvatura exatamente na direção das fileiras colapsadas. Cortes longitudinais e transversais, em diferentes níveis, permitem verificar que as regiões colapsadas distribuem-se em torno do xilema à semelhança de raios parenquimáticos (Figura 17), numa orientação espiralada irregular ao longo da raiz. Nos locais em que o xilema se encontra pouco espiralado, estas fileiras apresentam-se mais ou menos transversais; onde o xilema está muito espiralado, elas assumem uma posição oblíqua (Figura 17). As células da periderme não mostram alterações evidentes devidas à contração, mas o tecido torna-se ondulado quando observado em corte longitudinal.

O processo de contração é muito mais acentuado na base da raiz (Figuras 17 e 18) onde tem início, e progride no sentido acrópeto, além de progredir também com o desenvolvimento final do órgão.

CONCLUSÕES E DISCUSSÃO

Segundo a classificação de Janczewski (1874), o meristema subapical de *O. latifolia* pertence ao tipo 3, em que uma camada externa de iniciais comuns, o caliptrogênio, produz a coisa e a epiderme. Segundo Hayward (1967) este tipo de meristema ocorre também em *Raphanus*, *Ipomoea* e *Lactuca*, e parece ser o tipo mais comum entre as Dicotyledoneae.

Eames e MacDaniels (1947) referem-se às variações que a epiderme de uma raiz pode sofrer de acordo com as condições do meio, principalmente quanto à presença de pêlos absorventes; entretanto, tais variações não ocorrem para a espécie em estudo, a qual apresentou pêlos absorventes quer cultivada em solo quer em solução nutritiva; neste último caso, os pêlos absorventes não apresentaram as grandes deformações características provocadas pelas partículas do solo. Os pêlos absorventes diferem, em alguns aspectos, daqueles estudados por outros autores em outras plantas; a sua diferenciação é bastante irregular quanto à localização ao longo da raiz e não obedece o sentido acrópeto característico, citado por Esau (1965). A mesma autora ressalta que os pêlos absorventes, aparentemente, nunca se originam entre pêlos já existentes, diferindo neste aspecto o que foi verificado na espécie estudada. Eames & MacDaniels (l.c.) também se referem a variações no formato dos pêlos absorventes de uma raiz, dependendo do substrato e disponibilidades hídricas, afirmando que em meio líquido ou outro substrato onde não haja obstáculos, eles são eretos e formam ângulos de 90°. Com o eixo da raiz, e que no solo adquirem qualquer formato, devido à presença de partículas sólidas. Em *O. latifolia* encontram-se simultaneamente pêlos eretos e pouco sinuosos, nas raízes desenvolvidas no solo e em solução nutritiva. O aparecimento de alguns pêlos absor-

ventes septados deve-se, provavelmente, à sensível variabilidade de caracteres morfológicos dessas estruturas em relação ao meio ambiente. Popham e Henry (1955 in Esau 1967), encontraram, em raízes de *Kalanchoe* cultivado no solo, pêlos absorventes unicelulares, porém em raízes aéreas da mesma espécie, estes pêlos se apresentavam pluricelulares.

A presença de substância tânica na endoderme e o seu posterior aparecimento no periciclo e em outros locais, é também referida para *Pyrus* (Esau 1967), parecendo ser freqüente para o gênero *Oxalis*, segundo as descrições de Chauvel (1903).

Duncan (1925) estudando *O. esculenta*, afirma não ter localizado a endoderme e o periciclo. A julgar por suas ilustrações, o que denomina córtex parece tratar-se de parte do floema, do periciclo e da endoderme. Também Thoday (1926) critica os trabalhos de Rimbach sobre *O. elegans* e de Ducellier sobre *O. cernua* e refere-se à região do suposto córtex como sendo floema secundário.

Os tecidos vasculares diferenciam-se acropetamente, como na maioria das raízes (Torrey 1955) e seguem o padrão normal de diferenciação para as Dicotyledoneae. Embora pareça ser grande a distância entre as regiões de maturação do floema e do xilema, este intervalo não se mantém constante, fato este já observado por Esau (l.c.) e que Cutter (1971) atribui às condições do ambiente e à velocidade de crescimento do órgão.

A raiz jovem pode ser diarca, diarca passando a triarca ou triarca, mas não tetra- ou pentarca como Duncan (1925) encontrou para *O. esculenta* e como Metcalfe e Chalk (1950) referem para o gênero. Além disso, Orbegoso (1960) descreve uma raiz poliarca para *O. tuberosa*. A variação do número de polos de protoxilema dentro da espécie é um exemplo da variabilidade de caracteres anatômicos encontrada principalmente nas raízes (Carlquist 1962).

Mayer (1930 in Torrey 1955) estudando *Hyacinthus* e *Asphodelus*, e Jost (1931-1932 in Torrey 1955) estudando *Zea*, encontraram uma correspondência entre o aumento do número de polos e o aumento de diâmetro do cilindro vascular. No material analisado, porém, esta correspondência não se verificou, concordando com as observações de Torrey (1955), em *Pisum*.

A diferenciação centrífuga de alguns novos elementos traqueais pertencentes ao metaxilema, em *Oxalis latifolia*, já foi descrita para a cenoura, *Daucus carota* (Esau 1940). Além disso, da mesma forma que nesta espécie, os elementos de vaso da estrutura secundária têm paredes celulares com espessamentos escalariformes e reticulados, o que confirma que a escultura da parede não está necessariamente relacionada com o estágio de desenvolvimento do xilema e a distinção entre os diferentes tipos de xilema é duvidoso (Esau l.c.).

A presença de taninos nos raios parenquimáticos, bem como em algumas células do xilema, é caráter generalizado por Chauvel (1903) para *Oxalis* com raízes tuberosas.

O felôgênio forma-se a partir da endoderme e não do periciclo, como para a maioria das plantas (Esau 1967). Duncan (1925) descreve a origem da periderme da raiz tuberosa de *O. esculenta* a partir de camadas externas do córtex; entretanto, a julgar por suas ilustrações, a periderme de *O. latifolia* parece formar-se do mesmo modo. Robb (1963) também relaciona a origem da periderme a camadas externas do córtex para *O. martiana*, mas não fornece ilustrações. Davey (1946) atribui ao periciclo a origem da periderme de *O. hirta*.

O início da zona de ramificação ou de formação de raízes laterais segue-se, geralmente, à região dos pêlos absorventes (Fahn 1974), porém, em *O. latifolia*, não ocorre esta separação.

O aparecimento de raízes laterais em regiões onde a endoderme é ainda meristemática e a participação desta na formação daquelas, parecem ser fatos relacionados entre si e já foram observados para as Cucurbitaceae, Papilionoidae e muitas plantas aquáticas (Berthon 1943, *in* Esau 1967).

Como foi citado para as estruturas subterrâneas caulinares, as raízes também apresentam os raios parenquimáticos muito pouco desenvolvidos.

A raiz tuberosa, periodicamente, apresenta atividade peculiar do câmbio vascular com produção intensa de parênquima de reserva.

Na contração desta raiz, o colapso das fileiras de células do parênquima do floema faz supor que provoca um deslocamento do xilema naquela direção. Este colapso deve-se à depleção do conteúdo celular, que não foi constatada satisfatoriamente no presente trabalho, mas foi verificada com bons resultados por Thoday (1926), Thoday e Davey (1932) e Davey (1946). A contração é decorrente, entretanto, do colapso das camadas de parênquima do floema, juntamente com o espiralamento do xilema.

Para Salter (1952), o processo de contração da raiz de reserva, entre as espécies de *Oxalis*, varia em parte, porém para *O. latifolia* este processo é semelhante àquele descrito para *O. incarnata* (Thoday 1926; Thoday & Davey 1932) e para *O. hirta* (Davey 1946).

O presente trabalho concorda com as observações realizadas por Thoday (1926), quanto à possibilidade da periderme oferecer certa resistência à contração, pois próximo a este tecido as camadas colapsadas encontram-se menos deslocadas.

Thoday (1926), relacionando a contração da raiz com deficiência hídrica, conclui que aquela parte depende da disponibilidade de água para o vegetal. Seus resultados, entretanto, diferem dos obtidos para *O. latifolia* no presente trabalho, cujas raízes tuberosas se contraem extremamente no material cultivado em meio líquido. Este fato indica que a contração está relacionada com fatores intrínsecos. Ainda Thoday (1.c.) admite que as partículas do solo podem oferecer uma certa resistência à contração.

O afundamento do bulbo no solo, provocado pela contração da raiz, também foi verificado por Davey (1.c.).

Na raiz tuberosa, o conjunto de zonas suberificadas que se alternam com zonas de parênquima, no floema, assemelha-se a uma poliderme, mas difere da verdadeira por sua origem e localização, pois, para ser considerado como tal deveria ser formada por um felogênio (Esau 1967).

Segundo Esau (1967), a raiz que possui relativamente pouca lignificação, grande proporção de parênquima e parece, em geral, pouco diferenciada, como a raiz contrátil de *O. latifolia*, é considerada altamente especializada.

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

REFERÊNCIAS

- BUCHERL, W. 1962. *Técnica microscópica*. Editora Polígono Limitda, São Paulo.
 CARLQUIST, 1962. *Comparative Plant Anatomy*. Holt, Rinehart and Winston, New York.
 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 et Cie, Paris.

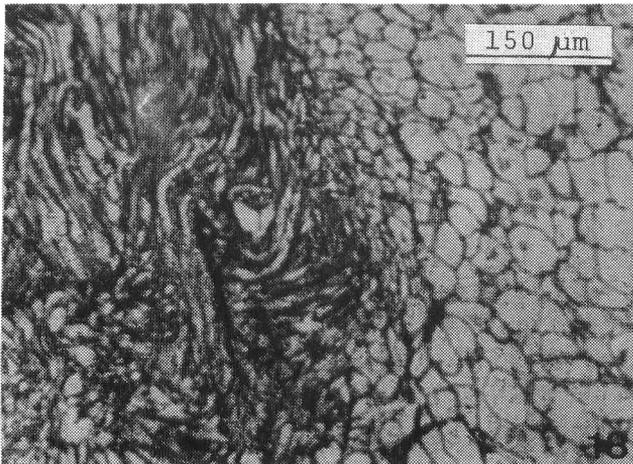
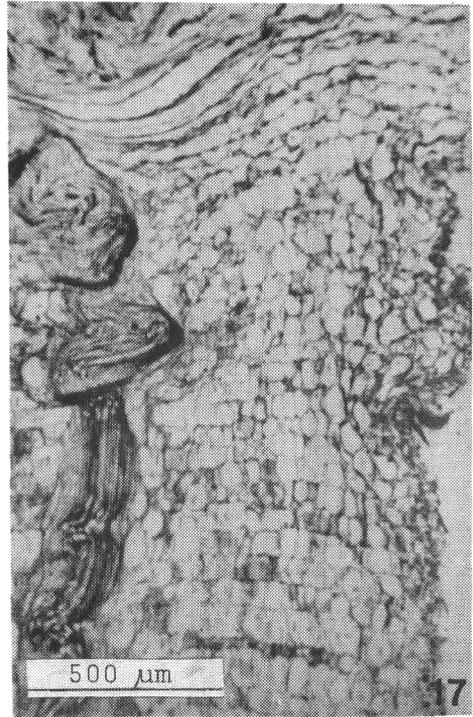
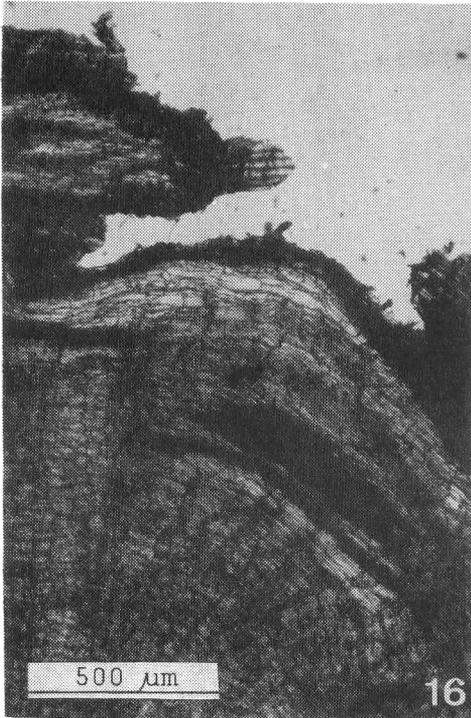


Fig. 16 – Corte transversal da base da raiz contrátil onde se observam camadas suberificadas de parênquima do floema; Fig. 17-18 – Cortes longitudinal radial (Figura 17) e transversal (Figura 18) da raiz contrátil onde se observa o xilema contorcido.

Fig. 16 – Transection of a contractile root near its basal region showing layers of the suberized phloem parenchyma; Figs. 17-18 – A longisection (Figure 17) and a transection (Figure 18) of the contractile root showing the coiled appearance of the xylem.

- CÜTTER, E. 1971. *Plant Anatomy: Experiment and Interpretation. Part II: Organs*. Edward Arnold, London.
- DAVEY, A.J. 1946. On the seedling of *Oxalis hirta* L. *Ann. Bot.* 10: 237-256.
- DUNCAN, J.F. 1925. "Pull roots" of *Oxalis esculenta*. *Trans. Proc. bot. Soc. Edinb.* 29: 192-196.
- EAMES, A.J. & MACDANIELS, L.H. 1947. *An introduction to plant anatomy*. McGraw-Hill Publication, New York.
- ESAU, K. 1940. Developmental Anatomy of the fleshy storage organ of *Daucus carota*. *Hilgardia* 13: 175-226.
- ESAU, K. 1965. *Plant Anatomy*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- ESTELITA-TEIXEIRA, M.E. 1977. Propagação vegetativa de *Oxalis latifolia* (Oxalidaceae). *Bol. Botânica, Univ. S. Paulo* 5: 13-20.
- ESTELITA-TEIXEIRA, M.E. 1979. Desenvolvimento anatômico de sistema subterrâneo de *Oxalis latifolia* Kunth (Oxalidaceae) – I sistema caulinar. *Bol. Botânica* – no prelo.
- FAHN, A. 1974. *Plant Anatomy*. Translated from the Hebrew by Sybil Broido Altman. Pergamon Press, Oxford.
- FOSTER, A.S. 1960. *Practical Plant Anatomy*. Van Nostrand Company, New York.
- HAYWARD, H.E. 1967. *The structure of economic plants*. Wheldon & Wesley, New York.
- JANCZEWSKI, E. 1874. Recherches sur l'accroissement terminal des racines, dans les Phanerogames. *Ann. Sci. Nat. Bot.* Ser. 5: 162-201.
- METCALFE, C.R. & CHALK, L. 1950. *Anatomy of the Dicotyledons*. Volume I. Clarendon Press, Oxford.
- ORBEGOSO, G. 1960. Estudio sobre la oca, *Oxalis tuberosa* Mol., con especial referencia a sua estructura y variabilidad. *Agronomia (Peru)* 27: 28-38.
- ROBB, S.M. 1963. *Oxalis latifolia* Kunth. *New Phytol.* 62: 75-79.
- SALTER, T.M. 1952. Notes on the process of forming contractile roots and the lowering of the first bulbils by seedlings of the South African *Oxalis* which produce endospermous seeds. *JL. S. Afr. Bot.* 17: 189-194.
- SASS, J.E. 1951. *Botanical Microtechnique*. The Iowa State College Press, Iowa.
- THODAY, D. 1926. The contractile roots of *Oxalis incarnata*. *Ann. Bot.* 40: 571-583.
- THODAY, D. & DAVEY, A.J. 1932. Contractile roots. II. On the mechanism of root contraction in *Oxalis incarnata*. *Ann. Bot.* 46: 993-1006.
- TORREY, J.G. 1955. On the determination of vascular patterns during tissue differentiation in excised pea roots. *Am. J. Bot.* 42: 183-198.