

Anatomia do sistema vascular de *Foeniculum vulgare* Mill.

*Anatomy of vascular systems of *Foeniculum vulgare* Mill.*

Camila Firmino de Azevedo^{1,3}, Zelma Glebya Maciel Quirino²

1 - Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Departamento de Agroecologia e Agropecuária, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), Lagoa Seca-PB.

2 - Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Departamento de Engenharia e Meio Ambiente, Centro de Ciências Aplicadas e Educação (CCAEE), Mamanguape-PB.

3 - Autor para correspondência (*Author for correspondence*): camfiraze@bol.com.br

RESUMO

Foeniculum vulgare Mill. (Apiacea), conhecida como erva-doce, é uma erva perene ou bienal, entouceirada, aromática e apresenta propriedades aromáticas, condimentares e medicinais. O presente estudo teve como objetivo fornecer informações sobre a anatomia do sistema vascular da plântula de *F. vulgare*. As sementes de erva-doce foram semeadas em areia e mantidas em casa de vegetação por 25 dias. Partes das plântulas (raiz, zona de transição, caule, cotilédones e primeiras folhas) foram seccionadas à mão livre, montadas em lâminas e analisadas em microscópio. Durante o desenvolvimento dos tecidos vasculares da plântula de erva-doce ocorrem divisão e alongamento lateral do metaxilema, formando quatro pólos. Em seguida, o desenvolvimento até a formação do caule e dos cotilédones ocorre com afastamento periférico do protoxilema e amadurecimento do metaxilema. Ocorrem alargamento e migração de raios xilemáticos e floemáticos, iniciando o desenvolvimento dos cotilédones. Durante o início da formação dos cotilédones, permanecem na parte central apenas os tecidos parenquimáticos e feixes vasculares, que iniciam a formação dos feixes do caule. A caracterização anatômica vascular da plântula de *F. vulgare* ajuda na identificação e na padronização de plântulas normais da espécie; fornecendo informações sobre o desenvolvimento e organização dos feixes vasculares nos diferentes órgãos, conhecimento escasso para a família Apiaceae.

Palavras-chave: Canais secretores, erva-doce, feixes vasculares.

ABSTRACT

Foeniculum vulgare Mill. (Apiacea), known as fennel, is a perennial herb or biennial, aromatic and presents medicinal and condimental properties. This study aimed to provide information on the anatomy of vascular systems of *F. vulgare* seedlings. The fennel seeds were sown in sand and kept in a greenhouse for 25 days. Parts of seedlings (root, transition zone, stem, cotyledons and leaves first) were cut freehand, and mounted on slides for observation under microscope. During the vascular tissues development of the fennel seedling, occur division and lateral elongation in metaxylem, forming four poles. The development until the formation of stem and cotyledons occurs with the departure for periphery of protoxylem and maturation of the metaxylem. There enlargement and migration of xylematics and phloematic rays, initiating the development of cotyledons. In the early formation of the cotyledons, remain in the central part only the parenchyma and vascular bundles, which initiate the formation of bundles stem. The characterization vascular anatomical of *F. vulgare* seedling assists in specie identification and standardization of normal seedlings, providing information on the development and organization of vascular bundles in different organs, scarce knowledge for Apiaceae family.

Key-words: Secretory canal, fennel, vascular bundles.

INTRODUÇÃO

A erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) é uma oleaginosa cultivada perene ou bienal, entouceirada e aromática, de grande importância econômica e medicinal no Brasil. Pertencente à família Apiaceae (Umbelliferae), também é chamada de funcho, falsa-erva-doce e anis-doce. É originária da bacia do mediterrâneo oriental e do Cáucaso e foi trazida para o Brasil na época da colonização, onde atualmente é cultivada sob a forma de numerosas variedades (Reis et al., 2004), atualmente ela é produzida e comercializada em quase todos os países (Badgujar et al., 2014).

Esta espécie destaca-se por possuir propriedades aromáticas, condimentares e medicinais (Choi & Hwang, 2004; Miguel et al., 2010) e segundo Badgujar et al. (2014), os frutos, as raízes e as folhas frescas têm sido amplamente utilizados na medicina popular para o tratamento de um grande número de doenças. Essa cultura também é de grande importância para indústria de cosméticos, por possuir óleo essencial rico em vários princípios ativos com atividade biológica, que pode ser utilizado na produção de sabonetes, hidratantes e perfumes; e também para a indústria alimentícia, por ser usado como condimento e na preparação de chás (Barros et al., 2010; Araújo et al., 2013).

A planta adulta de *F. vulgare* apresenta porte baixo, com 40-90cm de altura, folhas inferiores alargadas, podendo atingir até 30cm de comprimento e superiores mais estreitas, pecíolo largo e folíolos reduzidos a filamentos. Possui a inflorescência em forma de umbela composta por 10-20 umbelas menores, com flores pequenas, hermafroditas e de cor amarela (Badgujar et al., 2014). Os frutos são oblongos, de cor verde-acinzentada, compostos por dois aquênios, com aproximadamente 4mm de comprimento, sendo considerados como frutos-sementes (unidade de dispersão) (Araújo Neto et al., 2015; Song et al., 2015).

Mesmo sendo uma espécie com grande potencial para a indústria farmacêutica, alimentícia e cosmética, poucas pesquisas foram realizadas acerca do enfoque anatômico de *F. Vulgare* (Sousa et al., 2005; Azevedo et al., 2012; Bitencourt & Resende, 2012; Song et al., 2015; Salami et al., 2016), sendo que tais estudos são de extrema relevância, especialmente por tratarem de plantas medicinais e serem utilizados nas análises de controle de qualidade dessas espécies (Farias, 2004). Além disso, também são escassas as pesquisas com análises estruturais de plântulas da família Apiaceae (Putz & Sukkau, 2004; Hackbart & Cordazzo, 2007; Azevedo et al., 2014), principalmente em relação ao desenvolvimento e organização dos feixes vasculares. Estudos dos tecidos vasculares são de fundamental importância para a compreensão da distribuição de água, sais e compostos orgânicos para todas as partes da planta, o que influencia diretamente o desenvolvimento da plântula e conseqüentemente, posterior formação da planta adulta.

Tendo em vista estas considerações, o presente estudo teve como objetivo fornecer informações sobre a anatomia, a organização e o desenvolvimento dos tecidos vasculares de plântulas de *F. vulgare*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de erva-doce (*F. vulgare*), cultivar Esperança, foram colhidas num campo experimental localizado na fazenda Boa Sorte, no município de Montadas, na região do brejo paraibano. Posteriormente, os mesmos foram encaminhados ao Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias da UFPB, em Areia/PB. Devido aos frutos de erva-doce serem classificados de fruto-sementes, neste trabalho, os mesmos serão considerados como sementes.

As sementes foram beneficiadas, desinfestadas com hipoclorito de sódio (0,5%) para evitar o desenvolvimento de patógenos e semeadas a

1cm de profundidade em bandejas plásticas contendo areia umedecida a 60% de sua capacidade de acordo com as Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil, 2009). Para as avaliações foram semeadas 100 sementes. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação por 25 dias, sendo realizadas regas diárias para a manutenção da umidade. Ao final do período destinado para o desenvolvimento, foram selecionadas plântulas normais e de padrões uniformes, com 25 dias, para as análises, com características morfológicas não muito divergentes da maioria, para as análises anatômicas. Foram consideradas normais as plântulas que apresentaram características condizentes com as prescritas pelas RAS (Brasil, 2009).

As análises foram feitas com dez plântulas, em que cada uma representou uma repetição, e foram realizadas com material *in vivo* e fixado em FAA (formol – 10%, ácido acético glacial e álcool - 70%, nas proporções 5:5:90) por 24 horas e posteriormente conservado em álcool a 70%.

As diferentes partes das plântulas de erva-doce (raiz, zona de transição, caule, cotilédones e primeiras folhas) foram seccionadas à mão livre, no sentido transversal, utilizando-se lâmina cortante e pecíolo de imbaúba como suporte. A raiz foi seccionada 5 mm abaixo do limite entre ela e a zona de transição. Já para as avaliações do caule, da zona de transição, dos cotilédones e das primeiras folhas, as seções foram realizadas sempre na região mediana do órgão a ser analisado. Na Figura 1 estão representados os locais onde foram realizadas as seções transversais de cada órgão.

Nas análises de algumas seções foram utilizados hipoclorito de sódio (1,25%) como descolorante, e safranina (10%) e azul de metileno (10%) como corantes. O material foi montado com glicerina entre lâmina e lamínula, vedadas com esmalte incolor e analisado em fotomicroscópio.

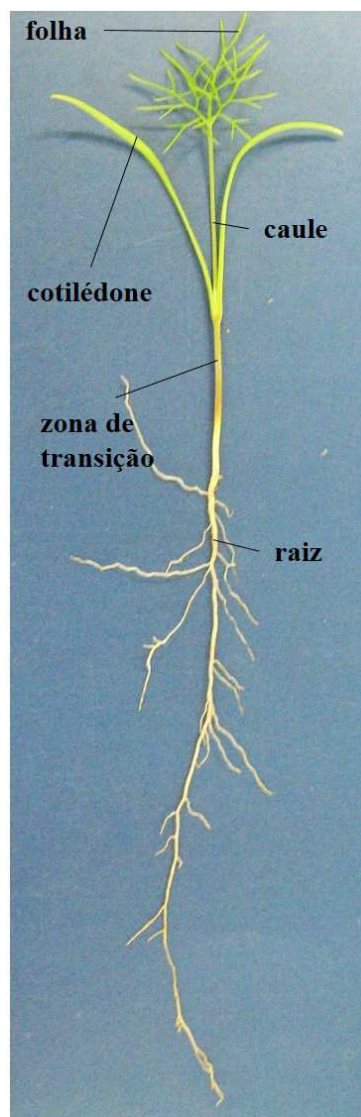


Figura 1 - Localização das seções realizadas em cada órgão (raiz, zona de transição, caule, cotilédone e folha) das plântulas de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.).

Figure 1 - Locations of sections made on each organ (root, transition zone, stem, cotyledons and leaves) of fennel seedling (*Foeniculum vulgare* Mill.).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A raiz da plântula de erva-doce apresenta cilindro central com periciclo, endoderme e tecidos vasculares primários e secundários, apresentando dois pólos protoxilemáticos estreitos e metaxilema entre esses pólos, caracterizando-a como diarca (Figura 2a); porém a raiz apresenta desenvolvimento consideravelmente maior, ao se aproximar da zona de transição (Figura 2b); caráter também observado em outras espécies, como *Dahlstedtia pinnata* (Benth.) Malme. (Teixeira & Gabrielli, 2000), *Arrabidaea mutabilis* Bureau & K. Schum (Souza et al., 2007), *Solanum sisymbriifolium* Lam. (Hadid et al., 2007) e *Gevuina avellana* Mol. (Ramirez et al., 2004).

O caule da plântula de erva-doce apresenta estrutura vascular com três feixes pouco desenvolvidos, onde o floema é externo ao xilema helicoidal e contêm, na proximidade de cada feixe, um canal secretor arredondado formado por 5-6 células circulares (Figura 3a). No centro existem várias camadas de células parenquimáticas grandes, de tamanhos irregulares e paredes delgadas, formando a medula.

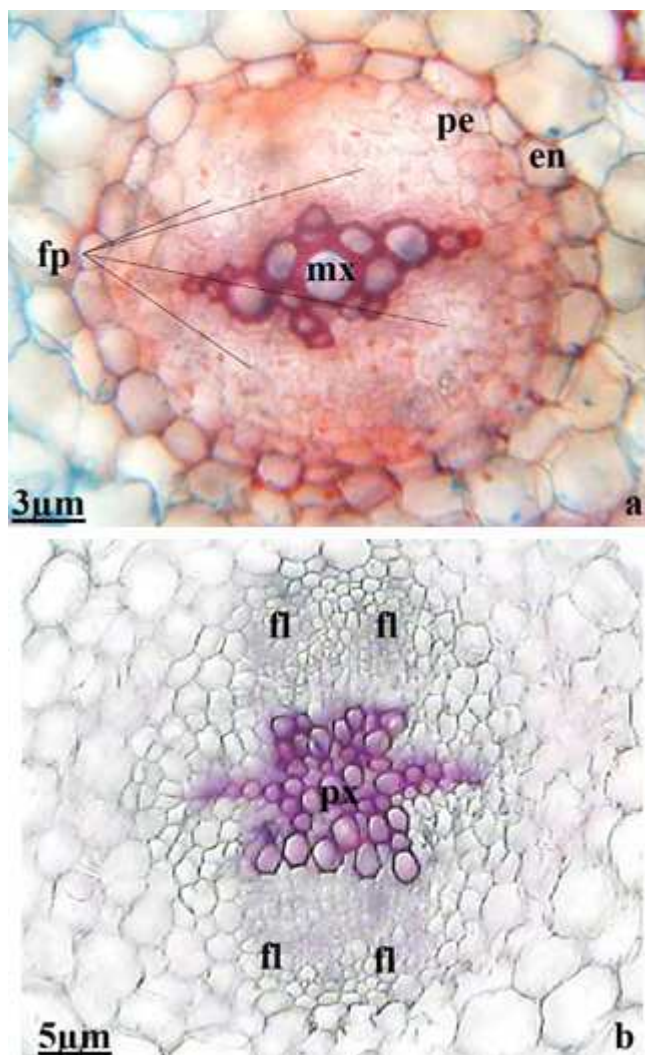


Figura 2 - Secções transversais da plântula de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) evidenciando os feixes vasculares. **a.** raiz. **b.** zona de transição. (mx = metaxilema; en = endoderme; fp = floema primário; fl = floema; px = protoxilema).

Figure 2 - Transverse sections of fennel seedling (*Foeniculum vulgare* Mill.) showing the vascular bundles. **a.** root. **b.** transition zone. (mx = metaxylem; fp = primary phloem; fl = phloem, px = protoxylem).

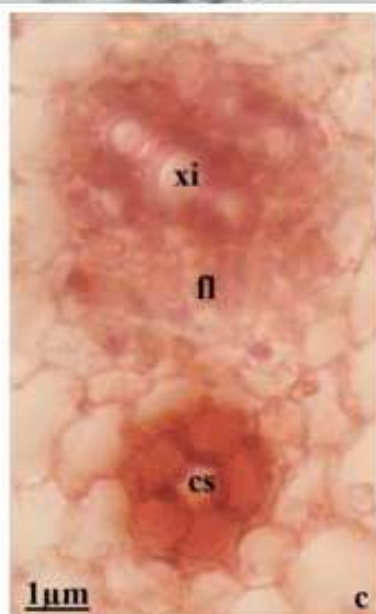
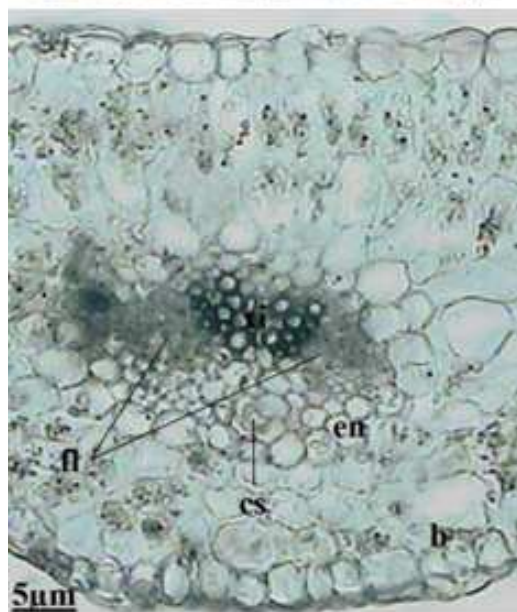
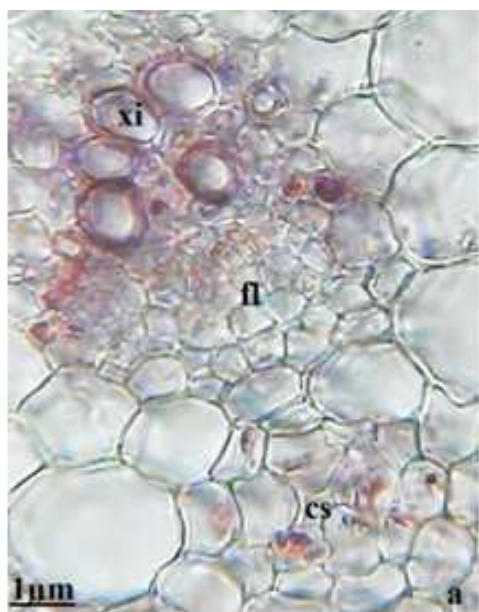


Figura 3 - Secções transversais da plântula de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) evidenciando os feixes vasculares. **a.** caule. **b.** cotilédone. **c.** folha. (fl = floema; xi = xilema; cs = canal secretor; en = endoderme).

Figure 3 - Transverse sections of fennel seedling (*Foeniculum vulgare* Mill.) showing the vascular bundles. **a.** stem. **b.** cotyledon. **c.** leaf. (fl = phloem, xi = xylem; cs = secretory canal; en = endodermis).

Canais secretores com características semelhantes são encontrados nos frutos (Song et al., 2015; Salami et al., 2016), nas folhas e no caule (Bitencourt & Resende, 2012; Azevedo et al., 2014) da mesma espécie. Em plântulas de várias outras espécies medicinais, como *Sterculia striata* A. St-Hil. & Naudin (Gonzalez & Cristóbal, 2006), *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem (Carmello-Guerreiro & Paoli, 1999a) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (Carmello-Guerreiro & Paoli, 1999b), esses tipos de ductos secretores também são encontrados.

Nessas estruturas normalmente são secretados produtos de composição química variada, a exemplos de água, soluções salinas, óleos, mucilagens, gomas, proteínas, resinas, entre outros; sendo que a natureza do material depende da espécie e do local da planta (Evert, 2006). Além disso, a produção de óleos essenciais em plantas é geralmente associada à presença de estruturas secretoras especializadas, tais como cavidades ou canais secretores (Mediavilla & Steinemann, 1997). A vascularização cotiledonar é feita por feixes vasculares colaterais imersos no mesófilo, encontrando-se dois feixes vasculares nas periferias do cotilédone, formando as nervuras secundárias e um feixe vascular mais desenvolvido na região central, formando a nervura central (Figura 3b).

Esta nervura é biconvexa, sendo mais pontiaguda na face adaxial. Encontram-se dois a três pontos principais de xilema helicoidal voltado para a região adaxial; e posteriormente, existem várias camadas de floema localizado lateralmente ao xilema. Abaixo do xilema, entre os dois pontos de floema, encontra-se um canal secretor

arredondado delimitado por células circulares. O feixe vascular é envolvido pela endoderme e, externamente, por células parenquimáticas. As nervuras secundárias apresentam padrão semelhante à central, com xilema seguido por floema, onde existe um ducto secretor; porém, estes feixes estão restritos apenas a uma região.

Os feixes vasculares da folha são colaterais (Figura 3c), não apresentando diferenças significativas na organização dos tecidos, quando comparada às do cotilédone, que possuem maior quantidade de floema e xilema. Esse padrão das nervuras tem a vantagem de extensibilidade e essa característica permite que os elementos de vaso se diferenciem em tecidos que estão crescendo, já que podem se alongar e continuar funcionais, levando água até as partes jovens da planta (Costa et al., 2006). Nas folhas, os ductos secretores também apresentam a mesma localização e o mesmo padrão celular dos encontrados nos cotilédones. Na espécie em estudo, tais estruturas são responsáveis pela produção de óleos essenciais, assim como ocorre em várias Apiaceae (Zakharova et al., 2014; Kljuykov et al., 2015; Lyskov et al., 2015; Maggi et al., 2015).

O desenvolvimento dos tecidos vasculares, desde a raiz até o início da formação dos cotilédones, ocorre como descrito na Figura 4. Ocorrem divisão e alongamento lateral do metaxilema, formando quatro pólos. Em seguida, o desenvolvimento até a formação do caule e dos cotilédones ocorre com afastamento periférico do protoxilema e amadurecimento do metaxilema, voltado para o centro. Observa-se a formação de uma medula central, o que caracteriza o início da formação do caule. Posteriormente, ocorre alargamento de raios de xilema e floema, que migram de forma centrípeta para as margens, iniciando o desenvolvimento de lâminas cotiledonares. Para Souza (2009), este fato ocorre porque no cotilédone a ordem de maturação do xilema é invertida; pois na raiz o desenvolvimento do xilema é exarco e na parte aérea, endarco. Durante o início da formação dos cotilédones, permanecem na parte central

apenas os tecidos parenquimáticos e feixes vasculares, que iniciam a formação do caule, com afastamento lateral de três pontos de tecido vascular, que irão formar os feixes no caule.

As mudanças, tanto nos tecidos vasculares como no parenquimático, que ocorrem nos sucessivos níveis da região de transição entre a raiz e o caule, são graduais. Souza et al. (2007) e Carmello-Guerreiro & Apezato-da-Glória (2006) afirmam que os tecidos que formam a raiz e sua diferenciação definem o tipo de desenvolvimento da plântula e seu crescimento até a planta adulta. Alguns autores denominam a zona de transição, região entre a raiz e o caule, de hipocótilo (Souza & Oliveira, 2004; Battilani et al., 2007; Souza et al., 2007; Ortolani et al., 2008), porém esta estrutura pode ser muito complexa e existe muita variação nas regiões de transição dos diferentes tipos de plantas (Evert, 2006; Souza, 2009) e muitas vezes, a modificação do sistema vascular só é visualizada através de secções anatômicas, sendo muito difícil a determinação visual do hipocótilo, externamente. Dessa forma, o conceito de região de transição é aceito por vários especialistas em anatomia vegetal (Paoli, 2006; Bowes & Mauseth, 2008; Reis et al., 2014; Kellermann et al., 2016). A mudança gradativa de caráter dos padrões histológicos dos níveis sucessivos parece indicar a ocorrência de gradientes de diferenciação, ou seja, que as influências graduais procedentes dos polos radicular e caulinar sejam responsáveis pelo desenvolvimento desse determinado padrão (Carmello-Guerreiro & Apezato-Da-Glória, 2006). Além disso, para Reis et al. (2014) esses padrões de diferenciação podem representar elementos de importância taxonômica em diferentes famílias.

CONCLUSÃO

A caracterização anatômica vascular da plântula de *F. vulgare* ajuda na identificação e na padronização de plântulas normais da espécie; fornecendo informações sobre o

desenvolvimento e organização dos feixes vasculares nos diferentes órgãos, conhecimento escasso para a família Apiaceae.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

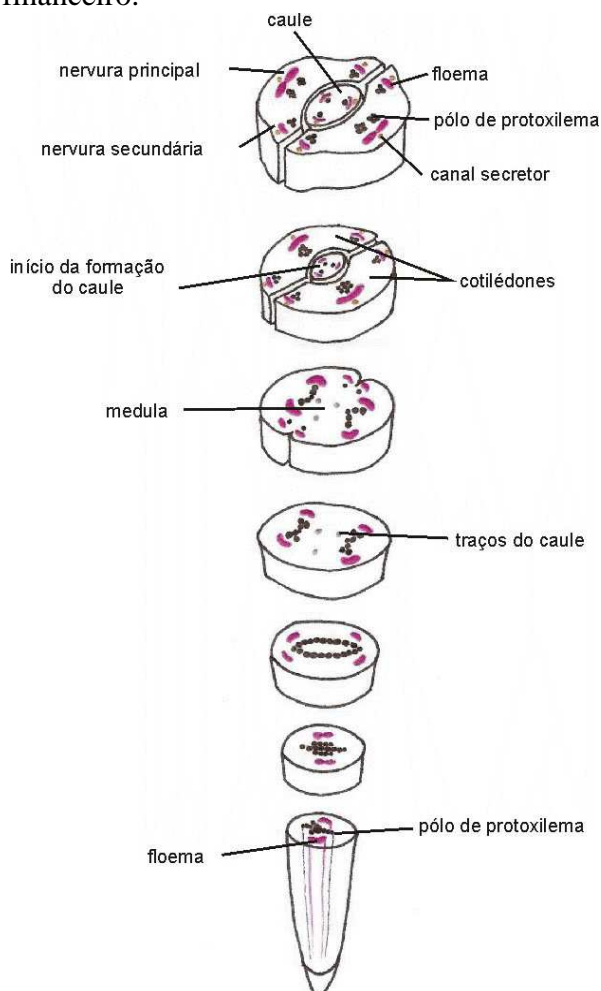


Figura 4 - Esquema representando o desenvolvimento dos tecidos vasculares desde o meristema radicular até o início da formação dos cotilédones e do caule das plântulas de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.).

Figure 4 – Scheme representing the development of vascular tissues from the root meristem until the early formation of the cotyledons and stems of fennel seedlings (*Foeniculum vulgare* Mill.).

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. O.; SOUZA, I. A.; SENA, K. X. F. R.; BRONDANI, D. J.; SOLIDÔNIO, E. G. 2013. Avaliação biológica de *Foeniculum vulgare* (Mill.) (Umbelliferae/Apiaceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 15(2): 257-263.

ARAÚJO NETO, A. C.; MEDEIROS, J. G. F.; ARAÚJO, P. C.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, K. R. G. 2015. Qualidade física e composição química de sementes de *Foeniculum vulgare*. **Revista de Ciências Agrárias**, 38(1): 94-102.

AZEVEDO, C. F.; QUIRINO, Z. G. M.; REGO, E. R.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, G. Z. 2012. Aspectos anatômicos de plântulas de *Foeniculum vulgare* Mill. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 14(esp.): 197-204.

AZEVEDO, C. F.; BRUNO, R. L. A.; QUIRINO, Z. G. M. 2014. Anatomia de plântulas de erva doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) sob o efeito de inseticida. **Revista Biociências**, 20(1): 63-71.

BADGUJAR, S. B.; PATEL, V. V.; BANDIVDEKAR, A. H. 2014. *Foeniculum vulgare* Mill: a review of its botany, phytochemistry, pharmacology, contemporary application, and toxicology. **BioMed Research International**, 2014: 01-32.

BARROS, L.; CARVALHO, A. M.; FERREIRA, I. C. F. R. 2010. The nutritional composition of fennel (*Foeniculum vulgare*): shoots, leaves, stems and inflorescences. **Food Science and Technology**, 43(3): 814-818.

BATTILANI, J. L.; SANTIAGO, E. F.; SOUZA, A. L. T. 2007. Aspectos morfológicos de frutos, sementes e desenvolvimento de plântulas e plantas jovens de *Unonopsis lindmanii* Fries (Annonaceae). **Acta Botânica Brasileira**, 21(4):897-907.

BITENCOURT, G. A. B.; RESENDE, U. M. 2012. Descrição da folha e caule de *Foeniculum vulgare*. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, 6(1): 62-66.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. 2009. **Regras para análise de sementes**. Brasília. 399p.

BOWES, B. G.; MAUSETH, J. D. 2008. **Plant structure**. 2 ed. London: Manson Publishing. 288 p.

CARMELLO-GUERREIRO, S. M.; APEZZATO-DA-GLÓRIA, B. Organização interna do corpo vegetal. In: APEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. 2006. **Anatomia Vegetal**. 2 ed. Viçosa: UFV. p. 21-28.

CARMELLO-GUERREIRO, S. M.; PAOLI, A. A. S. 1999a. Aspectos morfológicos e anatômicos da semente de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem. - Anacardiaceae), com notas sobre paucicalaza. **Revista Brasileira de Sementes**, 21(1): 222-228.

CARMELLO-GUERREIRO, S. M.; PAOLI, A. A. S. 1999b. Morfologia e anatomia da semente de *Schinus*

- terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em desenvolvimento. **Revista Brasileira de Botânica**, 22(1): 91-98.
- CHOI, E. M.; HWANG, J. K. 2004. Anti-inflammatory, analgesic and antioxidant activities of the fruit of *Foeniculum vulgare*. **Fitoterapia**, 75(2):557-565.
- COSTA, C. G.; CALLADO, C. H.; CARADIN, V. T. R.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. Xilema. In: APEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. 2006. **Anatomia Vegetal**. 2 ed. Viçosa: UFV. p. 129-154.
- EVERT, R. F. 2006. **Esau's plant anatomy – meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development**. 3 ed. New Jersey: Wiley & Sons, 601p.
- FARIAS, M. R. Avaliação da qualidade de matérias primas vegetais. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. 2004. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5 ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/Editora da UFSC, p. 263-288.
- GONZALEZ, A. M.; CRISTÓBAL, C. L. 2006. Ontogenia del óvulo y semilla de *Sterculia striata* (Sterculiaceae). **Bonplandia**, 15(1): 63-77.
- HACKBART, V. C. S.; CORDAZZO, C. V. 2007. Germinação e crescimento de plântulas de *Hydrocotyle bonariensis* Lam. (Apiaceae) em diferentes concentrações de NaCl. **Atlântica**, 29(2): 85-92.
- HADID, M., COSA, M. T.; NILDA, D.; LISCOVSKY, I. 2007. Anatomía de la raíz de *Solanum sisymbriifolium* (Solanaceae). **Latin American Journal of Pharmacy**, 26(1): 4-10.
- KELLERMANN, B.; BONA, C.; SOUZA, L. 2016. Morfoanatomia da plântula e comparação da folha nas fases juvenis e adulta de *Piptocarpha angustifolia* (Asteraceae). **Rodriguésia**, 67(3): 627-638.
- KLJUYKOV, E. V.; OSTROUMOVA, T. A.; CONTI, F.; TILNEY, P. M. 2015. *Dichoropetalum schottii*: examination of the type specimen, distribution and comparison with *D. carvifolium-chabraei* (Apiaceae). **Natural History Sciences**, 2(2): 131-136.
- LYSKOV, D.; DEGTJAREVA, G.; SAMIGULLIN, T.; PIMENOV, M. 2015. Systematic placement of the Turkish endemic genus *Ekimia* (Apiaceae) based on morphological and molecular data. **Turkish Journal of Botany**, 39: 673-680.
- MAGGI, F.; PAPA, F.; GIULIANI, C.; BINI, L. M.; VENDITTI, A.; BIANCO, A.; NICOLETTI, M.; IANNARELLI, R.; CAPRIOLI, G.; SAGRATINI, G.; CORTESE, M.; RICCIUTELLI, M.; VITTORI, S. 2015. Essential oil chemotypification and secretory structures of the neglected vegetable *Smyrniolum olusatrum* L. (Apiaceae) growing in central Italy. **Flavour and Fragrance Journal**, 30(2): 139-159.
- MEDIAVILLA, V., STEINEMANN, S. 1997. Essential oil of *Cannabis sativa* L. strains. **Journal International Hemp. Assoc.**, 4: 82-84.
- MIGUEL, M. G.; CRUZ, C.; FALEIRO, L.; SIMÕES, M. T.; FIGUEIREDO, A. C.; BARROSO, J. P.; PEDRO, L. G. 2010. *Foeniculum vulgare* essential oils: chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities. **Naturam Product Communications**, 5(2): p. 319-328.
- ORTOLANI, F. A.; MATAQUEIRO, M. F., MORO, J. R., MORO, F. V., DAMIÃO FILHO, C. F. 2008. Morfo-anatomia de plântulas e número cromossômico de *Cybistax antisiphilitica* (Mart.) Mart. (Bignoniaceae). **Acta Botânica Brasileira**, 22(2): 345-353.
- PAOLI, A. A. S. Semente. In: SOUZA, L. A. 2006. **Anatomia do fruto e da semente**. Ponta Grossa: Editora UEPG, p. 125-164.
- PUTZ, N.; SUKKAU, I. 2004. Seedling establishment, bud movement, and subterranean diversity of geophilous systems in Apiaceae. **Flora**, 197(5):385-393.
- RAMIREZ, G. C.; VALENZUELA, F. E.; MARTIN, P. C. S. 2004. Nuevos antecedentes sobre desarrollo temprano, morfología y anatomía de las raíces proteiformes de *Gevuina avellana*. **Agro Sur**, 32(2): 33-44.
- REIS, A. L. L. E.; SILVA, D. S.; SILVA, K. L. F.; CHAGAS, D. B. 2014. Caracterização anatômica e histoquímica de raízes e folhas de plântulas de *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, 38(2): 209-219.
- REIS, M. S.; MARIOT, A.; STEENBOCK, W. Diversidade e domesticação de plantas medicinais. In: SIMÕES, C. M. O. SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. 2004. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5 ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/Editora da UFSC, p. 45-74.
- SALAMI, M.; RAHIMMALEK, M.; EHTEMAM, M. H.; SABZALIAN, M. R. 2016. Variation in bioactive compounds and anatomical characteristics of different fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) populations as affected by self-pollination. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, 89: 38-48.
- SONG, I. B.; GHIMIRE, B.; YU, C. Y.; HEO, K. 2015. Morphological and anatomical characteristics of

medicinal fructus in Apiaceae. **Korean Journal Medicinal Crop Science**, 23(5): 400-405.

SOUZA, L. A.; ALBUQUERQUE, J. C. R.; LEITE, M. N.; STEFANINI, M. B. 2005. Sazonalidade dos ductos secretores e óleo essencial de *Foeniculum vulgare* var. *vulgare* Mill. (Apiaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 15(2): 155-161.

SOUZA, L. A. Anatomia da plântula e do tirodendro. In: SOUZA, L. A. 2009. **Sementes e plântulas: germinação, estrutura e adaptação**. 1 ed. Ponta Grossa: Toda Palavra, p. 194-252.

SOUZA, L. A.; OLIVEIRA, J. H. G. 2004. Morfologia e anatomia das plântulas de *Tabebuia avellanedae* Lor. ExGriseb e *T. Chrysotricha* (Mart. ex Dc.) Standl. (Bignoniaceae). **Acta Scientiarum**, 26(2): 217-226.

SOUZA, L. A.; LOPES, W. A. L.; ALMEIDA, O. J. G. 2007. Morfoanatomia da plântula e do tirodendro de *Arrabidaea mutabilis* Bureau & K. Schum. (Bignoniaceae). **Acta Scientiarum Biologia Scientiarum**, 29(2): 131-136.

TEIXEIRA, S. P.; GABRIELLI, A. C. 2000. Anatomia do eixo vegetativo de *Dahlstedtia pinnata* (Benth.) Malme e *D. pentaphylla* (Taub.) Burk. (Leguminosae, Papilionoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, 23(1): 01-11.

ZAKHAROVA, E. A.; DEGTIAREVA, G. V.; KLJUYKOV, E. V.; TILNEY, P. M. 2014. The taxonomic affinity of *Carum piovanii* Chiov. and some *Bunium* species (Apiaceae). **South African Journal of Botany**, 94: 122-128.