FLOEMA TERMINAL EM FEIXES VASCULARES DO
MESOFILO DE ATRIPLEX LENTIFORMIS

Berta Lange de Morretes

FLOEMA TERMINAL EM FEIXES VASCULARES DO MESOFILO DE *ATRIPLEX LENTIFORMIS*

BERTA LANGE DE MORRETES

Departamento de Botânica da Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.

Introdução e Agradecimentos

As espécies de *Atriplex* têm sido estudadas sob vários pontos de vista. Referências à estrutura anatômica da folha são encontradas nos trabalhos de Metcalfe and Chalk (6), Moser (10), Schubert (14), Shields (15), Solereder (16), Ulbrich (17), Volken (18) e muitos outros. Analisando porém toda a literatura relacionada com o gênero mencionado, não encontramos referências a terminação dos feixes vasculares no que diz respeito a sua composição. No presente trabalho, estudamos em *Atriplex lentiformis* o padrão de venação e a composição das nervuras terminais no que diz respeito a disposição do floema em relação ao xilema.

Queremos deixar consignados nossos agradecimentos ao Departamento de Botânica da Universidade da Califórnia — Davis pela determinação da espécie e pelas facilidades que nos foram oferecidas durante nossa estada na referida instituição. Ao Conselho Nacional de Pesquisas e à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo pelos auxílios que nos concederam. A Prof. Bertha Lange de Morretes pela revisão do resumo alemão e a D. Maria José Guimarães do Departamento de Botânica por ter recoberto nossos desenhos com tinta nankin.

Material e Métodos

Como material de estudo, empregamos, folhas adultas de *Atriplex lentiformis* (Torr.) Wats., que foram colhidas de acordo com as técnicas descritas em nossos trabalhos anteriores (8 e 9).

Fig. 1 — *Atriplex lentiformis* — Corte paradérmico da fôlha. São visíveis a bainha do feixe constituída por células grandes e as pontas de nervuras que apresentam uma, duas ou três traqueides terminais.

Fig. 2 — *Atriplex lentiformis* — Corte transversal do limbo. Feixes de médio porte mostram a bainha aberta. O floema fica em contato direto com o parênquima assimilador.

Dentre os fixadores empregados escolhemos Craff III por ter apresentado os melhores resultados. A inclusão foi feita em parafina e Tissuemat. Cortes seriados paradérmicos e transversais, com 8 μ de espessura foram feitos da região compreendida entre a nervura principal e o bordo da folha.

Os processos de coloração empregados foram: ácido tânico-cloroto de ferro e azul de resorcina segundo técnica de Cheadle, Gifford e Esau (1), Fast Green — Safranina ou Hematoxilina — Eosina. Os dois últimos processos de coloração foram feitos segundo técnicas descritas por Sass (13) e Johansen (5). Para a melhor compreensão da estrutura global do limbo, preparamos folhas clarificadas segundo as recomendações de Foster (4).

Apresentação de resultados

Fazendo a análise das folhas clarificadas, verificamos que *Atriplex* apresenta nervação reticulada, com terminações de nervuras que só em poucos casos apresentam ramos laterais descritos por Fischer (3).

Os feixes vasculares são envolvidos por uma bainha de células parenquimáticas, provida de cloroplastos.

Na Fig. 1, obtida de um corte paradérmico, representamos um setor da lâmina folhear em que é visível a distribuição dos feixes vasculares. Na mesma figura podemos observar as pontas das nervuras e os grandes idioblastos providos de drusas.

A estrutura em sua composição, muito lembra a que descrevemos em *Boerhaavia* (9), só que nesta espécie o número de pontas de feixes por aréola é maior e os idioblastos apresentam ráfides.

A Fig. 2, representa um corte transversal do limbo, no qual são visíveis três feixes cortados transversalmente. A bainha do feixe é do tipo aberta e em conseqüência o floema fica em contato direto com as células do parênquima assimilador. As células da bainha apresentam paredes delicadas.

Fig. 3 — *Atriplex lentiformis* — Corte transversal de um feixe vascular ainda longe de sua ponta. Xilema e floema são constituídos por complexos celulares.

A composição do feixe vascular antes de sua porção terminal está representada na Fig. 3. O complexo xilemático é constituído por cinco traqueídes. Entre as mesmas e o complexo floemático existem células do parênquima em pequeno número. Três vasos liberianos maiores e um de menor porte, com suas células companheiras, constituem a via floemática. A situação do mesmo feixe, 15 cortes adiante da representada na Fig. 3, encontra-se na Fig. 4. Bem próximo a porção terminal do feixe, o xilema ficou reduzido a duas traqueídes e o floema a dois vasos crivados com suas células companheiras.

Ainda aqui, entre xilema e floema ocorre parênquima. Neste corte podemos ainda ver um idioblasto provido de uma drusa.

Fig. 4 — *Atriplex lentiformis* — Corte transversal de um feixe vascular próximo a ponta da nervura. As duas traqueides são separadas do floema por uma célula parenquimática. O liber é representado por dois vasos criados providos de suas células companheiras.

Fig. 5 — *Atriplex lentiformis* — Corte paradérmico de uma fôlha mostrando uma ponta de feixe vascular com terminação lateral.

Fig. 6 — *Atriplex lentiformis* — Corte paradérmico da fôlha mostrando a ponta do feixe vascular, no corte imediatamente abaixo do representado na figura cinco. Os vasos crivados e suas células companheiras atingem a ponta da nervura, junto com as traqueídes.

As Figs. 5 e 6, foram obtidas de cortes paradérmicos consecutivos. Na primeira, isto é, Fig. 5, vemos uma terminação de nervura que apresenta um ramo lateral muito curto. Tanto na ponta principal como na lateral o xilema é representado por um par de traqueídes. A bainha do feixe envolve totalmente o lenho. Na Fig. 6, vemos o floema que acompanha “in totum” o xilema. O vaso crivado atinge a ponta principal e a lateral. As células companheiras são grandes, apresentam núcleo bem desenvolvido e citoplasma denso. Na massa citoplasmática encontramos muitas granulações. Em relação ao vaso crivado, verificamos que as placas crivadas que o identificam estão presentes até o último segmento.

Fig. 7 — *Atriplex lentiformis* — Corte paradérmico da fôlha, revelando uma ponta de nervura que atravessa a bainha do feixe. A traqueide terminal está em contato direto com o parênquima assimilador.

As Figuras 7 e 8, como no caso anterior, foram obtidas de cortes seguidos de uma só série.

Na Fig. 7, vemos uma terminação de feixe em que a ponta é constituída por uma só traqueide. Esta, atravessa a bainha entrando em contato direto com o parênquima assimilador.

Disposição dêste tipo encontramos pela primeira vez em nossas pesquisas sôbre as terminações vasculares.

Na Fig. 8, o floema que acompanha a traqueide terminal é representado por uma célula que em seu aspecto lembra uma célula companheira.

Fig. 8 — *Atriplex lentiformis* — Corte paradérmico da fôlha, imediatamente abaixo do corte representado na figura 7. Liber e lenho terminam junto na ponta do feixe.

Discussão

O fato de que o gênero *Atriplex* já foi estudado sob vários pontos de vista, foi assinalado na introdução do presente trabalho.

Sem dúvida, entre os primeiros pesquisadores que estudaram espécies do gênero devemos mencionar Volkens (18) e Schubert (14). Volkens faz referência a posição que os feixes ocupam no mesófilo e Volkens e Schubert descrevem a bainha destes feixes.

Pouco mais tarde, Monteil (7) e Solereder (16), em trabalhos bem fundamentados fazem referências a bainha parenquimática provida de cloroplastos. Em 1934, Ulbrich (17) estudou a bainha parenquimática das Chenopodiaceae e em 1935, Moser (10) analisou ao redor de 100 espécies de *Atriplex* referindo-se a disposição das

células componentes do parênquima assimilador ao redor do sistema vascular. Em trabalhos mais recentes, Shields (15) e Pyykkö (12) apresentam dados referentes a anatomia folhear, no que diz respeito a estrutura do mesofilo, as disposições de células do sistema de revestimento e tipo peculiar de tricoma.

Em nenhum dos trabalhos citados, encontramos referências sobre a composição do feixe vascular na ponta da nervura.

A distribuição das nervuras terminais é reticulada, ocorrendo terminações principais e laterais. A bainha é aberta, ficando o floema em contato direto com o parênquima assimilador, tal como em *Boerhaavia coccinea* (9). O contato direto entre tecido assimilador e vias condutoras viria facilitar o transporte do material elaborado, pois as células companheiras, consideradas por Esau e colaboradores (2) como responsáveis pela secreção da sacarose para dentro do vaso crivado ficam encostadas nas células do parênquima clorofiliano.

No que diz respeito ao complexo xilemático, as pontas das nervuras podem apresentar uma, duas ou três traqueídes terminais. Na Fig. 1, podemos observar esta disposição. Algumas vezes, uma traqueíde atravessa a bainha, tocando então o parênquima assimilador. Tal situação está representada na Fig. 7.

Em relação ao complexo liberiano, podemos dizer que as células componentes do vaso crivado chegam na maioria dos casos até a ponta da nervura terminal ou lateral. O lume do vaso crivado é de diâmetro muito reduzido e as placas crivadas são visíveis inclusive no último segmento de feixe. As situações que encontramos em *Capsicum* e *Phaseolus* (8) de um lado, e *Boerhaavia* (9) de outro, aqui se repetem.

O exame da maioria das pontas de nervuras revelou que xilema e floema terminam juntos. Só em alguns casos, o lenho ultrapassou o liber terminal. O vaso crivado é acompanhado por células grandes, de núcleo geralmente oval e citoplasma denso. Trata-se das células companheiras, que em seu menor diâmetro são muitas vezes mais largas que o vaso crivado que percorre a ponta do feixe vascular. Nos casos em que a traqueíde terminal ultrapassa a barrei-

ra formada pela bainha, o liber é representado por uma célula que lembra uma célula companheira. Esta situação foi descrita por Pray (11) quando estudou *Liriodendron*.

A estrutura que acabamos de descrever, encontra-se representada na Fig. 8. A célula localizada abaixo da traqueide terminal lembra qualquer das células companheiras que flanqueiam um vaso crivado.

Resumo

No presente trabalho, fizemos a análise da composição do feixe vascular terminal do mesofilo de *Atriplex lentiformis* (Torr.), Wats., e os principais fatos relatados são:

- 1 — A nervação é do tipo reticulado, ocorrendo pontas principais e laterais, aplicando-se a classificação de Fischer.
- 2 — A bainha dos feixes é do tipo aberto, ficando o floema em contato direto com o parênquima assimilador.
- 3 — O xilema nas pontas de nervuras pode ser representado por uma, duas ou três traqueides.
- 4 — Frequentes vezes o xilema é separado do floema por células do parênquima.
- 5 — Xilema e floema, na grande maioria dos casos terminam juntos; só poucas vezes observamos traqueides terminais desacompanhadas de elementos do complexo liberiano.
- 6 — O vaso crivado é de lume estreito e provido de placas crivadas, inclusive no último segmento. Células companheiras grandes acompanham o vaso crivado.
- 7 — No caso em que o vaso crivado não atinge a ponta de feixe, é substituído por uma célula que em aspecto lembra uma célula companheira.

Zusammenfassung

In vorliegender Arbeit stellen wir eine Analyse der terminalen Gefäßbündel im Mesophyll von *Atriplex lentiformis* (Torr.) Wats., und es ergab sich:

- 1 — Die Nervatur des Blattes ist von retikulierten Typ, welcher Haupt und Nebenspizen aufweist und der Klassifikation von Fischer eingereiht ist.
- 2 — Die Bündelscheide ist offen so dass das Phloem in direktem Kontakt mit dem Assimilationsparenchym verbleibt.
- 3 — Das Xylem an den Spitzen der Gefässbündel kann durch eine oder mehrere Tracheiden vertreten sein.
- 4 — Häufig ist das Xylem vom Phloem durch Parenchymzellen getrennt.
- 5 — In den meisten Fällen endigen Xylem und Phloem gemeinsam. Nur selten beobachteten wir Terminaltracheiden ohne Begleitung eines liberianen Komplexes.
- 6 — Die Siebröhre besitzt ein enges Lumen und ist mit Siebplatten versehen, einschliesslich im letzten Segment. Grosse Geleitzellen begleiten die Siebröhren bis and die Spitzen.
- 7 — Im Falle, in dem die Siebröhre nicht die Bündelspitze erreicht, wird sie durch eine Zelle ersetzt, die in ihrem Aussehen an eine Geleitzelle erinnert.

Bibliografia

- 1 — Cheadle, V. I., E. M. Gifford and K. Esau — 1953 — A staining combination for phloem and contiguous tissue. *Stain. Technol.* 28: 49-53.
- 2 — Esau, K., H. B. Currier and V. I. Cheadle — 1957 — Psysiology of phloem. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 8: 349-374.
- 3 — Fischer, A. — 1885 — Studien über die Siebröhren der Dicotylenblätter. *Ber. Sächs. Ges. Wiss. Leipzig. Math-Phys. Cl.* 37: 245-290.
- 4 — Foster, A. S. — 1953 — Techniques for study of venation patterns in the leaves of Angiosperms. *Proc. 7th. Int. Congr. (Stockholm, 1950)* p. 586-587.
- 5 — Johansen, D. A. — 1940 — *Plant microtechnique*. McGraw Hill Book Comp. New York.
- 6 — Metcalfe, C. R. and L. Chalk — 1950 — *Anatomy of the Dicotyledons*. 2 vol. Oxford Clarendon Press.
- 7 — Monteil, P. — 1906 — Anatomie comparée de la feuille des Chenopodiacées. *Bot. Centralbl.* 105:322, 1907 (abstract).
- 8 — Morretes, B. L. de — 1962 — Terminal phloem in vascular bundles of leaves of *Capsicum annuum* and *Phaseolus vulgaris*. *Amer. Jour. Bot.* 49 (6): 560-567.

- 9 — Morretes, B. L. de — 1967 — Floema terminal em feixes vasculares do mesófilo de *Syringa vulgaris* e *Boerhaavia coccinea*. Bol. Fac. Fil. Ciên. Letr. Univ. São Paulo, 305, Botânica 22: 291-312.
- 10 — Moser, H. — 1935 — Untersuchungen über die Blattstruktur von Atriplex Arten und ihre Beziehung zur Systematik. Beihefte zum Bot. Centralbl. 52: 378-388.
- 11 — Pray, T. R. — 1954 — Foliar venation of angiosperms. I. Mature venation of Liriodendron. Amer. Jour. Bot. 41: 663-670.
- 12 — Pyykkö, M. — 1966 — The leaf anatomy of East Patagonian xeromorphic plants. Ann. Bot. Fenn. 3: 453-622.
- 13 — Sass, J. S. — 1958 — Botanical microtechnique. Iowa State College Press, Ames, Iowa.
- 14 — Schubert, B. — 1897 — Über parenchymascheiden in den Blättern der Dicotylen. Bot. Cent:albl. 71, pgs. 337, 385, 435, 465.
- 15 — Shields, L. M. — 1950 — Leaf xeromorphy as related to physiological and structural influences. Bot. Rev. 16: 399- 447.
- 16 — Solereder, H. — 1908 — Systematic Anatomy of the Dicotyledons. 2 vols. Oxford Clarendon Press.
- 17 — Ulbrich, E. — 1934 — Chenopodiaceae. Em Engler und Prantl — Die natürlichen Pflanzenfamilien Auf. 2, 16C.
- 18 — Volkens, G. — 1893 — Chenopodiaceae. Em Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien III, 1 Abt.