

## Anatomia foliar em plantas jovens de *Solanum lycocarpum* A.St.-Hil. (Solanaceae)<sup>1</sup>

SANDRA R.M. ELIAS<sup>2</sup>, ROSÂNGELA M. ASSIS<sup>2</sup>, ELIANE STACCIARINI-SERAPHIN<sup>2,3</sup> e MARIA HELENA REZENDE<sup>2</sup>

(recebido: 13 de dezembro de 2000; aceito: 5 de fevereiro de 2003)

**ABSTRACT** – (Leaf anatomy in young plants of *Solanum lycocarpum* A.St.-Hil. (Solanaceae)). *Solanum lycocarpum* A.St.-Hil. is a widely distributed and well adapted shrub of cerrado areas in Brazil. Anatomic studies of the leaves of 60 days old plants obtained from seeds germinated at the greenhouse were carried out. Transversal and paradermal sections were prepared using the usual microtechniques. Both leaf surfaces are covered with simple glandular and non-glandular trichomes, and stellate trichomes. At front sight, the walls of the epidermal cells are sinuous with stomata occurring on both upper and lower surfaces. At cross-section it is observed that the epidermis consists of a single layer of cells and the mesophyll is dorsiventral. The palisade parenchyma consists of a single layer of cells and the parenchyma which is faced to abaxial surface is shaped by three to five layers of cells with compact arrangement. The results constitute a basic reference for further studies about this species, on this stage of development.

Key words - early growth, histology, “lobeira”, savanna

**RESUMO** – (Anatomia foliar em plantas jovens de *Solanum lycocarpum* A.St.-Hil. (Solanaceae)). *Solanum lycocarpum* A.St.-Hil. é um arbusto com ampla distribuição no cerrado brasileiro e se mostra bem adaptado às condições deste ambiente. Foram estudadas anatomicamente folhas provenientes de plantas jovens de *S. lycocarpum* com 60 dias obtidas por meio da germinação de sementes em casa de vegetação. Cortes transversais e paradérmicos foram preparados de acordo com as técnicas usuais de microtécnica vegetal. Ambas as superfícies foliares são recobertas por tricomas tectores simples bicelulares, estrelados e tricomas glandulares. Em vista frontal, as paredes das células epidérmicas são sinuosas e os estômatos estão distribuídos nas faces adaxial e abaxial. A partir das secções transversais, observa-se que a epiderme é unisseriada e o mesofilo é dorsiventral. O parênquima paliádico é uniestratificado e o parênquima voltado para a face abaxial é formado por três a cinco camadas de células com disposição compacta. Os resultados constituem uma referência básica para outros estudos envolvendo indivíduos desta espécie, neste estágio de desenvolvimento.

Palavras-chave - crescimento inicial, histologia, lobeira, savana

### Introdução

*Solanum lycocarpum* A.St.-Hil. é uma Solanaceae de porte arbustivo amplamente distribuída em todo o cerrado brasileiro, cujo fruto constitui fonte alimentar durante todo o ano para mamíferos deste ambiente (Dietz 1984, Lorenzi 1998, Dalponte & Lima 1999), especialmente durante a estação seca quando a disponibilidade de outros frutos é escassa (Dalponte & Lima 1999). Esta espécie pode ser útil na recuperação de áreas degradadas, pois a produção de mudas pode ser facilmente conseguida de maneira contínua considerando que os frutos, com grandes quantidades

de sementes (Silva *et al.* 1994) estão disponíveis ao longo de todo o ano (Dalponte & Lima 1999). Além disso, a germinação de sementes é rápida, com alta taxa de emergência de plântulas (Vidal *et al.* 1999).

Plantas que, ao longo do processo evolutivo, se estabeleceram em ambientes com disponibilidade de água restrita (plantas xeromórficas), desenvolveram adaptações anatômicas e fisiológicas, que integradas, resultaram no sucesso adaptativo às condições hostis que tais ambientes oferecem (Eames & McDaniels 1947, Fahn & Cutler 1992).

Como a lâmina foliar é a estrutura que mais se modifica em resposta às alterações ambientais (Morretes & Ferri 1959) e constitui o principal sítio na produção de fotoassimilados (Dale 1992), a anatomia foliar de plantas do cerrado vem sendo objeto de estudo de vários trabalhos. Morretes & Ferri (1959), Morretes (1967, 1969) mostraram que as folhas de algumas espécies do cerrado apresentam estruturas xeromórficas tais como estômatos em depressões, numerosos

1. Parte da dissertação de mestrado de S.R.M. Elias, vinculada à Universidade Federal de Goiás.
2. Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia Geral, Caixa Postal 131, 74001-970 Goiânia, GO, Brasil.
3. Autor para correspondência: eliane@icb1.ufg.br.

tricomas, presença de hipoderme, parênquima incolor e esclerênquima bem desenvolvido. Paviani (1978) confirma que o escleromorfismo é frequente em plantas do cerrado.

Em plantas adultas de *S. lycocarpum*, Grotta (1964) e Matos *et al.* (1968) constataram a presença de numerosos tricomas e folhas anfiestomáticas, além de um sistema radicular profundo capaz de uma absorção eficiente de água. Em plantas jovens desta espécie, o aumento da densidade e profundidade do sistema radicular e o ajustamento osmótico, devido ao acúmulo de carboidratos solúveis, em folhas e raízes, são alguns dos mecanismos de tolerância a seca constatados por Vidal *et al.* (1999), Chaves Filho & Stacciarini-Seraphin (2001). Essas características em conjunto indicam que *S. lycocarpum* é uma espécie adaptada ao cerrado, ambiente onde as condições estressantes, principalmente em relação à falta de água, são observadas em determinadas épocas do ano.

Neste contexto, o presente estudo tem por objetivo descrever a anatomia foliar em plantas jovens de *S. lycocarpum*, visando fornecer dados que poderão subsidiar uma melhor compreensão do estabelecimento inicial dessa espécie que é importante para a manutenção do cerrado e que se apresenta como uma fonte para futuros estudos medicinais e ecológicos.

### Material e métodos

As sementes de *Solanum lycocarpum* A.St.-Hil. foram obtidas a partir de frutos coletados em uma área de cerrado localizada próximo a Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (UFG), em Goiânia (16°40'2" S e 49°15'2" W). Exsiccatas dessa espécie estão depositadas no Herbário da UFG sob números 24360 e 24361. As sementes foram plantadas em recipientes de polietileno (1000 mL) em uma mistura de terra e areia (7:3). Sessenta dias após o plantio foram selecionadas 10 plantas, das quais coletaram-se folhas expandidas provenientes dos 7º e 8º nós, sendo levadas ao Laboratório de Anatomia Vegetal da UFG para preparo do laminário. Nesse estágio de desenvolvimento, as folhas apresentavam em média 38,5 cm<sup>2</sup> e consistência membranácea.

Foram feitas secções paradérmicas à mão-livre das faces superior e inferior da folha. As secções foram clarificadas em hipoclorito de sódio, lavadas em água destilada, coradas em solução de fucsina básica 0,3% e azul de astra 0,3% (Kraus *et al.* 1998) e montadas em glicerina aquosa 50%.

Para a obtenção das lâminas permanentes, segmentos da nervura central provenientes do terço mediano foram fixados em FPA 1:1:18 v/v (formaldeído, ácido propiônico, etanol 70%) por um período de 48 horas e transferidos para

álcool etílico 70%. Posteriormente foram desidratados em série butílica terciária e incluídos em parafina (Johansen 1940). Secções transversais com espessura de 10 e 15 µm foram obtidas em micrótomo rotativo Spencer e submetidas à dupla coloração: fucsina básica aquosa 0,3% e azul de astra 0,5% em ácido tartárico 1% (Kraus *et al.* 1998). Como meio de montagem foi utilizado bálsamo-do-Canadá.

O número de estômatos por mm<sup>2</sup> foi determinado na região mediana da folha de acordo com Laboriau *et al.* (1961), a partir de cortes paradérmicos das faces abaxial e adaxial. Para a observação da cutícula, cortes transversais da nervura central, ao nível do terço médio, realizados à mão-livre foram tratados com Sudan IV (Johansen 1940). Os cristais foram evidenciados utilizando-se luz polarizada.

As ilustrações foram obtidas em fotomicroscópio Zeiss – Axioskop. As escalas que acompanham as figuras foram obtidas nas mesmas condições ópticas.

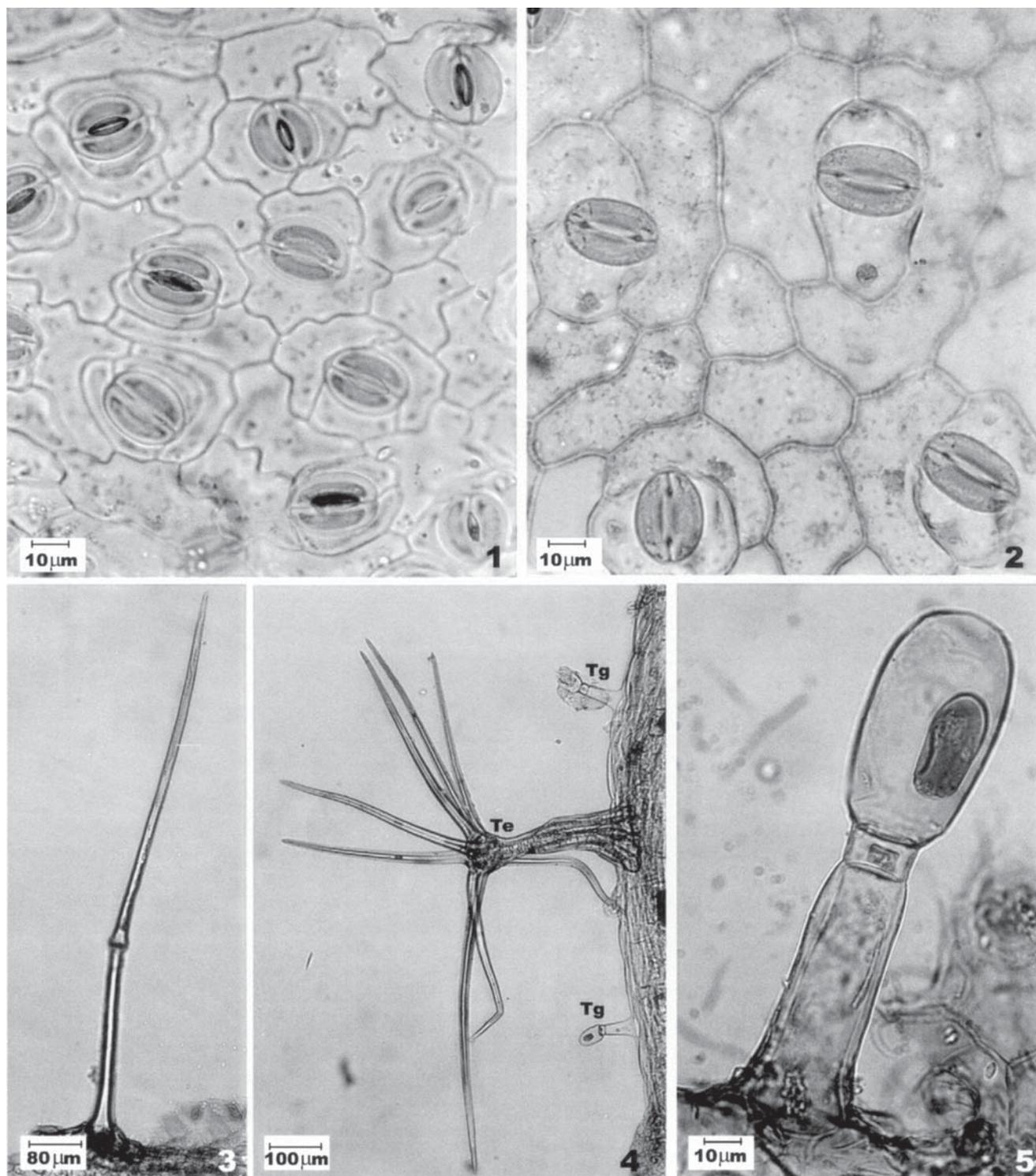
### Resultados e Discussão

Em vista frontal, a epiderme de *Solanum lycocarpum* (figuras 1, 2) é formada por células de paredes levemente sinuosas, característica que é mais acentuada na face abaxial. Medri & Lleras (1980) sugeriram que a menor sinuosidade da parede celular pode estar relacionada às características adaptativas contra a perda excessiva de água, justificando assim a menor sinuosidade observada na epiderme adaxial desta espécie, que se encontra mais exposta a radiação solar.

As folhas de *S. lycocarpum* são anfiestomáticas, com estômatos anomocíticos, anisocíticos e paracíticos (figuras 1, 2). Na região mediana da folha, o número médio de estômatos por mm<sup>2</sup> é de 538 na epiderme adaxial e 881 na epiderme abaxial, caracterizando o tipo anfihipoestomática. Estes números são relativamente altos quando comparados com espécies de deserto onde a densidade estomática máxima encontrada foi 415 por mm<sup>2</sup> (Fahn & Cutler 1992).

Segundo Parkhust (1978) e Mott *et al.* (1982), a característica anfiestomática pode representar um meio de aumentar a taxa fotossintética, por permitir uma troca gasosa eficiente se comparada com folhas hipoestomáticas. Em condições xéricas, a folha necessita aproveitar o tempo limitado de alta umidade relativa para realizar as trocas gasosas, o que poderá ser mais eficiente quanto maior for a área estomática útil (Leite & Lleras 1978, Medri & Lleras 1980). Em plantas de cerrado é muito comum a presença de estômatos nas duas faces da lâmina foliar (Morretes 1969).

As duas faces da lâmina foliar de *S. lycocarpum* apresentam-se densamente pilosas, com tricomas



Figuras 1-5. Secções paradérmicas da folha de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. 1. Epiderme abaxial. 2. Epiderme adaxial. 3. Tricoma bicelular. 4. Tricoma estrelado (Te) e tricomas glandulares (Tg). 5. Detalhe do tricoma glandular.

Figures 1-5. Paradermal sections of *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. leaf. 1. Abaxial epidermis. 2. Adaxial epidermis. 3. Bicellular trichome. 4. Branched trichome (Te) and glandular trichome (Tg). 5. Detail of glandular trichome.

tectores bicelulares (figura 3), estrelados (figura 4) e tricomas glandulares (figura 5). Metcalfe & Chalk (1979) afirmam que a família Solanaceae pode apresentar numerosos tipos de tricomas.

Os tricomas são estruturas importantes na adaptação em ambientes xéricos, pois mantêm uma atmosfera saturada em vapor de água em torno da folha (Fahn 1986, Fahn & Cutler 1992, Larcher 2000). Além desse efeito direto reduzindo a transpiração, estas estruturas podem também influenciar indiretamente a economia de água das plantas através da regulação da temperatura pela reflexão da radiação solar que chega até as folhas (Salatino *et al.* 1986, Fahn 1986, Larcher 2000). Assim, os tricomas podem representar uma adaptação morfológica que favorece a manutenção da assimilação de CO<sub>2</sub>, pois promovem a redução da temperatura foliar em períodos de elevada temperatura ambiental e baixa disponibilidade de água (Ehleringer & Mooney 1978).

Em secções transversais (figura 6), a epiderme de *S. lycocarpum* apresenta-se irregular, com células de tamanhos variados. Os estômatos estão localizados no mesmo nível das demais células epidérmicas. As células subsidiárias podem ser encontradas um pouco abaixo das células-guarda, em direção à câmara subestomática, que é relativamente pequena.

O mesofilo de *S. lycocarpum* é dorsiventral, com parênquima paliádico formado por uma camada de células longas e estreitas e parênquima lacunoso formado por três a cinco camadas de células poliédricas que mostram disposição compacta (figura 6), não apresentando características típicas de parênquima lacunoso. Sob luz polarizada, observa-se que algumas destas células frequentemente encontram-se repletas de aglomerados de cristais de oxalato de cálcio (figura 6).

A presença de poucos espaços intercelulares no mesofilo é um aspecto típico de plantas xeromórficas (Fahn 1978). Em plantas heliófitas, com alta capacidade fotossintética, esse aspecto representa uma vantagem adaptativa, pois quanto maior a superfície interna livre nas folhas, mais rápidas e eficientes serão as trocas gasosas, possibilitando intensa fotossíntese nos períodos em que a água se encontra disponível (Fahn 1978, Parkhurst 1978). Os cristais de oxalato de cálcio, que possuem propriedades reflexivas, apresentam-se como uma adaptação que reflete uniformemente a radiação solar entre as células do mesofilo (Larcher 2000).

Grotta (1964) relatou que folhas de plantas adultas de *S. lycocarpum* apresentam mesofilo dorsiventral com parênquima lacunoso formado por oito a dez camadas de células, e Matos *et al.* (1968) observaram nesta espécie mesofilo do tipo isobilateral, concordando com a descrição feita por Metcalfe & Chalk (1979) para a família Solanaceae. A partir de estudos anatômicos de folhas completamente desenvolvidas provenientes de plantas adultas desta espécie, Elias (2001) registrou mesofilo isobilateral, como descrito por Matos *et al.* (1968) e Metcalfe & Chalk (1979).

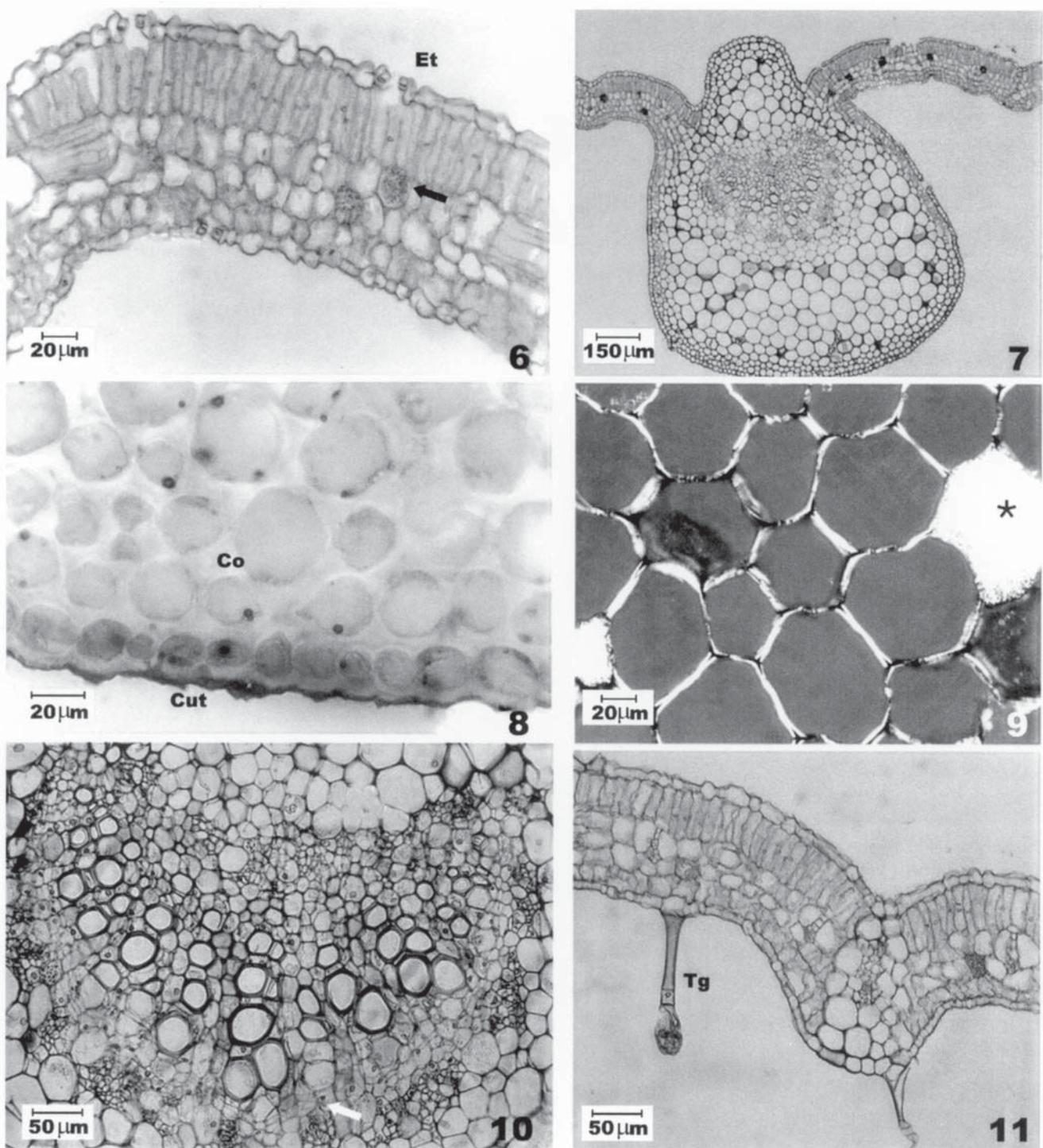
A nervura central da folha de *S. lycocarpum*, ao nível do terço médio (figura 7), mostra a epiderme abaxial com células menores do que as da epiderme adaxial, sendo as duas superfícies recobertas por cutícula irregular que forma pequenas elevações (figura 8). O colênquima angular está presente (figura 8) e também faz contato com a face adaxial. O parênquima cortical apresenta-se formado por células de paredes delgadas, onde observa-se a presença de idioblastos contendo aglomerados de oxalato de cálcio (figura 9). O feixe vascular é do tipo bicolateral com presença de câmbio (figura 10).

Os feixes vasculares de menor porte apresentam uma bainha parenquimática que se estende até as epidermes e freqüentemente está associada a tricomas (figura 11). As células da bainha podem participar dos processos de condução, ampliando assim o contato entre as células do mesofilo e do sistema vascular (Morretes 1969, Esau 1974). Morretes (1969), Fahn (1986), Jordan & Kruger (1992) afirmam que os tricomas localizados sobre as nervuras podem absorver água atmosférica resultante da condensação dos vapores.

A estrutura anatômica de folhas provenientes de plantas adultas de *Solanum grandiflorum* descrita por Morretes (1969), mostra-se muito semelhante a observada neste estudo em plantas jovens de *S. lycocarpum*, como: mesofilo dorsiventral, bainha parenquimática envolvendo feixes vasculares de pequeno porte e presença de numerosos tricomas.

A anatomia das folhas de *S. lycocarpum* nesse estágio de desenvolvimento apresenta estruturas tipicamente xeromórficas, que certamente contribuem para o estabelecimento inicial desta espécie no seu ambiente natural.

Agradecimentos – A autora Sandra R. M. Elias agradece à Capes pela concessão da bolsa de estudos.



Figuras 6-11. Secções transversais da folha de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. 6. Limbo foliar; estômato (Et), aglomerados de oxalato de cálcio (seta). 7. Nervura central. 8. Detalhe da nervura central evidenciando epiderme abaxial com cutícula (Cut) e colênquima (Co). 9. Detalhe do parênquima cortical presente na nervura central sob luz polarizada; aglomerados de oxalato de cálcio (asterisco). 10. Detalhe do feixe vascular presente na nervura central evidenciando câmbio (seta). 11. Feixe vascular de menor porte e tricoma glandular (Tg).

Figures 6-11. Cross sections of *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. leaf. 6. Mesophyll; stomata (Et), crystals of calcium oxalate (arrow). 7. Midrib. 8. Detail of midrib showing abaxial epidermis with cuticle (Cut) and collenchyma (Co). 9. Detail of cortical parenchyma in the midrib under polarized light; crystals of calcium oxalate (asterisk). 10. Detail of vascular bundle in the midrib showing the cambium (arrow). 11. Secondary vascular bundle and glandular trichome (Tg).

### Referências bibliográficas

- CHAVES FILHO, J.T. & STACCIARINI-SERAPHIN, E. 2001. Alteração no potencial osmótico e teor de carboidratos solúveis em plantas de lobeira (*Solanum lycocarpum* St.Hil.) em resposta ao estresse hídrico. *Revista Brasileira de Botânica* 24:199-204.
- DALE, J.E. 1992. How do leaves grow? *BioScience* 42:423-432.
- DALPONTE, J.C. & LIMA, E.S. 1999. Disponibilidade de frutos e a dieta de *Lycalopex vetulus* (Carnivora) em um cerrado do Mato Grosso, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 22:325-332.
- DIETZ, J.M. 1984. Ecology and social organization of the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*). *Smithsonian Contributions to Zoology* 392:1-51.
- EAMES, A.J. & MACDANIELS, L.H. 1947. An introduction to plant anatomy. 2<sup>nd</sup> ed. McGraw-Hill, New York.
- EHLERINGER, J.R. & MOONEY, H.A. 1978. Leaf hairs: effect on physiological activity and adaptative value to a desert shrub. *Oecologia* 37:183-200.
- ELIAS, S.R.M. 2001. Anatomia foliar, deficiência hídrica e fenologia em *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Solanaceae). Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- ESAU, K. 1974. Anatomia de plantas com sementes. Edgard Blücher, São Paulo.
- FAHN, A. 1978. Anatomia Vegetal. H. Blume, Madrid.
- FAHN, A. 1986. Structural and functional properties of trichomes of xeromorphic leaves. *Annals of Botany* 57:631-637.
- FAHN, A. & CUTLER, D. 1992. Xerophytes. Gebruder Borntraeger, Berlin.
- GROTTA, A.S. 1964. Contribuição à sistemática de *Solanum lycocarpum* A.St.-Hill. Tese de livre-docência, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- JOHANSEN, D.A. 1940. Plant microtechnique. McGraw – Hill, New York.
- JORDAAN, A. & KRUGER, H. 1992. Leaf surface and anatomy of two xerophytic plants from southern Africa. *South African Journal of Botany* 58:133-138.
- KRAUS, J., SOUSA, H.C., REZENDE, M.H., CASTRO, N.M., VECCHI, C. & LUQUE, R. 1998. Astra blue and basic fuchsin double staining of plant materials. *Biotechnic & Histochemistry* 73:235-243.
- LABORIAU, L.C., OLIVEIRA, J.C. & LABORIAU, F.M.L.S. 1961. Transpiração de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Veloso. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 33:248-251.
- LARCHER, W. 2000. Ecofisiologia vegetal. RiMa, São Carlos.
- LEITE, A.M.C. & LLERAS, E. 1978. Ecofisiologia de plantas da Amazônia: anatomia foliar e ecofisiologia de *Pogonophora schomburgkiana* Miers. (Euphorbiaceae). *Acta Amazonica* 8:365-370.
- LORENZI, H. 1998. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 2. 2<sup>a</sup> ed. Editora Plantarum, Nova Odessa.
- MATOS, M.E.R., FERREIRA, A.G., GUSMAN, A.B., CHACUR, F. & MARQUES, M. 1968. Sobre o balanço d'água de *Solanum lycocarpum* St. Hil., nas condições de cerrado. *Arquivos de Botânica do Estado de São Paulo* 4:125-135.
- MEDRI, M.E. & LLERAS, E. 1980. Aspectos da anatomia ecológica de folhas de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. *Acta Amazonica* 10:463-493.
- METCALFE, C.R. & CHALK, L. 1979. Anatomy of dycotyledons. 2<sup>nd</sup> ed. v.1. Clarendon Press, Oxford.
- MORRETES, B.L. 1967. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado II. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP* 22:207-244.
- MORRETES, B.L. 1969. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado III. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP* 24:7-32.
- MORRETES, B.L. & FERRI, M.G. 1959. Contribuição ao estudo da anatomia de folhas de plantas do cerrado. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP* 16:7-70.
- MOTT, K.A., GIBSON, A.C. & O'LEARY, J.W. 1982. The adaptative significance of amphistomatic leaves. *Plant Cell and Environment* 5:455-460.
- PARKHUST, D.F. 1978. The adaptative significance of stomatal occurrence on one or both surfaces of leaves. *Journal of Ecology* 66:367-383.
- PAVIANI, T.I. 1978. Anatomia vegetal e cerrado. *Ciência e Cultura* 30:1077-1086.
- SALATINO, A., MONTENEGRO, G. & SALATINO, M.L.F. 1986. Microscopia eletrônica de varredura de superfícies foliares de espécies lenhosas do cerrado. *Revista Brasileira de Botânica* 9:117-124.
- SILVA, J.A., SILVA, D.B., JUNQUEIRA, N.T.V. & ANDRADE, L.R.M. 1994. Frutas nativas do cerrado. Embrapa, Planaltina.
- VIDAL, M.C., STACCIARINI-SERAPHIN, E. & CÂMARA, H.H.L.L. 1999. Crescimento de plântulas de *Solanum lycocarpum* St. Hil. (lobeira) em casa de vegetação. *Acta Botanica Brasilica* 13:271-275.