

## Caracterização morfológica de minas foliares em espécies de Melastomataceae de Mata Atlântica, PE

Aretuza B. Brito-Ramos<sup>1</sup>, Jarcilene S. Almeida-Cortez<sup>1,2</sup> e Marccus Alves<sup>1</sup>

Recebido em 29/05/2008. Aceito em 11/05/2009

**RESUMO** – (Caracterização morfológica de minas foliares em espécies de Melastomataceae de Mata Atlântica, PE). Este trabalho descreve a morfologia e a anatomia de folhas íntegras e minadas de cinco espécies de Melastomataceae, ocorrentes em um fragmento de Mata Atlântica, PE. As minas foram visualizadas em uma ou ambas as faces das folhas, possuindo padrão sinuoso ou retilíneo, distribuídas entre as nervuras ou por toda a lâmina, sendo estas características distintas para cada espécie. As folhas apresentam epiderme uniestratificada com estômatos presentes na face abaxial e tricomas dendríticos, multicelulares, estrelados e com mais de cinco ramos, em ambas ou apenas uma das faces. O mesofilo é dorsiventral e o sistema vascular em forma de arco. As larvas minadoras observadas em *Miconia minutiflora* (Bonpl.) DC., *M. albicans* (Sw.) Triana e *Clidemia capitellata* (Bonpl.) D. Don consomem o parênquima paliçádico e esponjoso, enquanto as de *M. prasina* (Sw.) DC. e *M. ciliata* (Rich.) DC. se alimentam do conteúdo e das paredes anticlinais das células epidérmicas, caracterizando-as como do tipo epidérmica. Entretanto, em *M. minutiflora*, *M. albicans* e *C. capitellata* a epiderme permaneceu intacta formando uma proteção para o minador, enquanto que em *M. prasina* e *M. ciliata* a proteção é realizada pelas paredes periclinais externas e cutícula da folha. Tecido de cicatrização foi observado ao longo das minas em *M. prasina*.

**Palavras-chave:** anatomia vegetal, herbivoria, interação planta-inseto, Melastomataceae, minas foliares

**ABSTRACT** – (Morphological characterization of leaf mines in species of Melastomataceae in Atlantic Forest, Pernambuco, Brazil) This study describes the morphology and anatomy of whole and mined leaves of five species of Melastomataceae native to an Atlantic Forest fragment in Pernambuco, Brazil. Mines can be found on one or both sides of the leaves, with a sinuous or rectilinear pattern, and distributed between the veins or throughout the entire leaf blade. These characteristics are distinct for each species. The leaves, in cross section, have a uniseriate epidermis, stomata on the abaxial surface, and unbranched hairs on both or at least one side. The mesophyll is bifacial and the vascular bundle is semi-circular. The leaf-miner larvae observed in *Miconia minutiflora* (Bonpl.) DC., *M. albicans* (Sw.) Triana and *Clidemia capitellata* (Bonpl.) D. Don consume the palisade and spongy parenchyma, while those found in *M. prasina* (Sw.) DC. and *M. ciliata* (Rich.) DC. feed only on the anticlinal walls of epidermal cells. All of these larvae, therefore, are characterized as parenchymatic miners. In *Miconia minutiflora*, *M. albicans* and *C. capitellata* the epidermis remains intact and offers some protection to the miners, while in *M. prasina* and *M. ciliata* only the periclinal walls of epidermal cells and leaf cuticle remain to offer protection. Wound tissue was observed along mines in *M. prasina*.

**Key words:** herbivory, leaf mines, Melastomataceae, plant anatomy, plant-insect interaction

### Introdução

A Classe Insecta é constituída por muitas espécies com os mais variados hábitos alimentares, dentre eles os herbívoros ou fitófagos. Dentre os herbívoros, encontram-se os insetos causadores de minas (Hering 1951, Mani 1964). As minas ou hiponomas são causadas por larvas de insetos endofitófagos, ou seja, larvas localizadas no interior de órgãos vegetais e que se alimentam das células parenquimáticas (Weis & Berenbaum 1989, Connor & Taverner 1997). Em geral, a mina ocorre no parênquima foliar, mas pode estar presente na região parenquimática de flores, frutos, caules e raízes (Hering 1951).

De acordo com Needham *et al.* (1928), dentre os fitófagos, os minadores são considerados os que apresentam o indivíduo adulto com o menor tamanho, encontrando-se representantes em 51 famílias distribuídas entre as ordens Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera e Coleoptera. Esse hábito evoluiu independentemente dentro de cada ordem, visto que estas não apresentam relações filogenéticas (Hering 1951, Connor & Taverner 1997).

O hábito minador está registrado desde o Cretáceo (Lambert *et al.* 1994), com aproximadamente 10.000 espécies de minadores foliares (Connor & Taverner 1997). De modo geral, a biologia dos minadores com importância econômica é bem conhecida (Hill 1987, Parra *et al.* 2002).

Embora estudos sobre minas foliares tenham grande importância biológica (Connor & Taverner 1997), informações sobre as alterações estruturais causadas nos tecidos vegetais são escassas. Melo-de-Pinna *et al.* (2002) registraram a morfologia e anatomia de minas em folhas de *Richtera riparia* Roque (Asteraceae), espécie ocorrente em Campos rupestres.

A família Melastomataceae Juss. constitui uma das mais importantes da flora neotropical, ocorrendo principalmente em bordas de florestas, podendo ser um indicador de áreas sob perturbação pela ação antrópica (Renner 2004). Após a abertura de clareiras, o banco de sementes, presente no solo, pode ser o responsável pelo estabelecimento de espécies de Melastomataceae, principal grupo de árvores e arbustos pioneiros observados nas clareiras de Florestas Atlânticas Montana (Baider *et al.* 1998).

Os insetos minadores são importantes pelo seu comportamento alimentar, porém esta característica não está restrita aos mesmos, mas também aos insetos galhadores. A diferença entre os dois tipos de endofitófagos é a ausência, nas minas, da formação e do crescimento de novos tecidos na planta afetada (Mani 1964). Portanto, mais estudos são fundamentais para a compreensão das estruturas morfológicas de minas e suas relações tróficas. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo descrever as estruturas morfológicas e anatômicas de folhas íntegras e minadas das espécies

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Botânica, Recife, PE, Brasil

<sup>2</sup> Autor para correspondência: cortez\_jarcy@yahoo.com

*Miconia minutiflora* (Bonpl.) DC., *M. prasina* (Sw.) DC., *M. ciliata* (Rich.) DC., *M. albicans* (Sw.) Triana e *Clidemia capitellata* (Bonpl.) D.

## Materiais e métodos

Folhas adultas íntegras e minadas de diferentes indivíduos de *Miconia minutiflora* (UFP 36.215), *M. prasina* (UFP 37.054), *M. albicans* (UFP 37.060), *M. ciliata* (UFP 37.053) e *Clidemia capitellata*. (UFP 36.214) foram coletadas entre os meses de setembro de 2002 a julho de 2003, no Parque Estadual de Dois Irmãos, localizado a Noroeste da cidade de Recife, Pernambuco - Brasil. Parte do material coletado foi depositado no herbário UFP e parte, fixado em FAA 50 (formaldeído, ácido acético, etanol 50%, 1:1:18 v/v Johansen 1940) e conservado em etanol 70 %.

Para a obtenção dos minadores, as folhas minadas foram colocadas em placas de Petri com papel filtro umedecido e envolvidas por parafilme. Após a eclosão dos mesmos, estes foram conservados em etanol 70% para identificação.

Secções transversais (ST) da região mediana das folhas íntegras e minadas, de 30 indivíduos de cada espécie, foram obtidas através de cortes à mão livre, coradas com safranina e azul de Astra (soluções aquosas a 1%, na proporção 1:9 v/v) (Kraus & Arduin 1997) e montadas em lâmina histológica em glicerina 50%. Testes microquímicos foram realizados em secções de folhas íntegras e minadas com cloreto férrico (Johansen 1940) para evidenciar substâncias fenólicas, Sudam III (Sass 1951) para detectar substâncias lipídicas e Lugol (Berlyn & Miskische 1976) para observar a ocorrência de amido.

Para a caracterização das células da epiderme, foram realizadas dissociações das folhas íntegras das espécies estudadas. Os fragmentos foliares foram colocados em solução de peróxido de hidrogênio e ácido acético glacial 1:1 (Franklin 1945) durante 24 h em estufa à 55° e conservados em etanol 70%. As epidermes, depois de destacadas, foram coradas em safranina hidroalcolica 1% e montadas em glicerina 50% (Purvis *et al.* 1964).

Secções da região mediana de folhas minadas foram colocadas em hipoclorito de sódio 10% ou 30% e mantidas em estufa a 55°C. Após a clarificação foram inseridas em hidróxido de sódio 5%, e a seguir colocadas em cloral hidratado 5%. Os fragmentos foram desidratados em série etanólica e butílica, corados em safranina hidroalcolica 1% e montados em bálsamo do Canadá, para a observação do material diafanizado.

As secções das folhas foram fotografadas em fotomicroscópio Zeiss (Standard 25) e os desenhos esquemáticos realizados sobre luz invertida.

Seguiu-se a terminologia de Theobald *et al.* (1979) para a tipologia dos tricomas, de Hickey (1979) para a vascularização foliar e de Hering (1951) para a classificação do padrão de minas foliares.

## Resultados e discussão

As folhas de *Miconia minutiflora* são cartáceas, discolors, elípticas ou ovais, possuem base aguda ou arredondada, ápice cuspidado, margens revolutas e inteiras; são glabrescentes, tri-nervadas, com padrão de venação acródomo basal. Reis *et al.* (2004) observaram três nervuras primárias e duas secundárias apresentando tanto nervação acródoma basal quanto acródoma supra-basal. Nesta espécie as minas são visíveis em ambas as faces da lâmina foliar, por todo o limbo entre as nervuras secundárias e principal. São retilíneas e em geral, com porções sinuosas nas extremidades, sendo consideradas do padrão intermediário (Fig. 1-2) ou exclusivamente sinuosas (Tab. 1).

Em *Miconia prasina*, as folhas são cartáceas, concolores, elípticas a oblongas ou estreito-ovais; apresentam base atenuada e decurrente, ápice cuspidado, margens inteiras e revolutas; a face adaxial é glabra e a abaxial glabrescente com indumento estrelado, tri-nervadas, acródomas supra-

basais. As minas são visíveis através da face adaxial, em toda extensão do limbo ou na metade inferior apresentam-se sinuosas e transpõem as nervuras secundárias e principal (Fig. 3-4, Tab. 1).

*Miconia ciliata* apresenta folhas cartáceas, concolores, elípticas a estreito-ovais de base aguda, ápice acuminado e margens serreadas e ciliadas, face adaxial glabra e a abaxial glabrescente com indumento estrigoso; tri-nervadas, acródomas basais. As minas estão distribuídas pela lâmina foliar, podendo ser sinuosas, transpondo a nervura principal e secundárias, ou retilíneas, sendo estas, então, paralelas à nervura (Fig. 5, Tab. 1).

As folhas de *Miconia albicans* são coriáceas, discolors, elípticas, oblongas a obovadas de base arredondada a oblíqua, ápice agudo e margens inteiras, face adaxial glabrescente e a abaxial pilosa com indumento tomentoso esbranquiçado; penta-nervadas, acródomas basais. Reis *et al.* (2004) observaram tanto nervação acródoma basal como supra-basal em *M. albicans*. As minas observadas são visíveis na face adaxial da folha e distribuídas na região apical do limbo, são retilíneas com porções sinuosas, aqui tratadas como do tipo intermediárias (Fig. 6, Tab. 1).

Em *Clidemia capitellata* foram verificadas folhas cartáceas, concolores, elípticas a obovadas de base aguda a obtusa, ápice acuminado e margens serreadas e ciliadas; pilosas com indumento escabroso na face adaxial e viloso na face abaxial; penta-nervadas, acródomas basais. As minas são visualizadas em ambas as faces, distribuídas entre a nervura principal e as secundárias de primeiro calibre, ao longo ou transpondo as nervuras comissurais, formando sinuosidades, no terço mediano ou superior da folha. (Fig. 7-8, Tab. 1).

Segundo Hering (1951), o hábito minador é geralmente visível na superfície da folha como trajetos sinuosos, manchas ou outras formas visíveis no tecido epidérmico. A mina pode ser ocupada desde a fase larval até a emergência do inseto formador ou em alguma etapa do desenvolvimento o inseto abandona a mina e assume outros hábitos alimentares (Hering 1951, Melo-de-Pinna *et al.* 2002).

Foram obtidos os estádios de larva e adulto do minador foliar de *M. prasina*, e apenas larvas em *M. minutiflora* e *M. ciliata*, e tanto as larvas como os adultos foram identificados como pertencente à ordem Diptera. De acordo com Hering (1951), a ordem Diptera apresenta um dos maiores números de formadores de minas. O mesmo autor afirma ainda que cada espécie de minador forma um padrão distinto de mina. No entanto, não foram obtidos estádios dos formadores de *C. capitellata* e *M. albicans*.

Nas espécies estudadas, as células epidérmicas, em vista frontal, dispõem-se aleatoriamente, com exceção da região correspondente à nervura principal onde ocorrem em fileiras. Em secção transversal a epiderme apresenta-se uniestratificada, e suas células possuem paredes de contornos retilíneos (Fig. 9-11). Em *M. minutiflora* foi verificado que as células da face adaxial são maiores do que as da face abaxial (Fig. 10).



Figuras 1-8. Esquema das minas foliares observadas. 1-2. *Miconia minutiflora*: padrão retilíneo com porções sinuosas ou exclusivamente sinuoso. 3-4. *M. prasina*: padrão sinuoso, disposto em toda a lâmina ou na metade inferior da lâmina. 5. *M. ciliata*: padrão sinuoso da mina. 6. *M. albicans*: padrão retilíneo com porções sinuosas. 7-8. *Clidemia capitellata*: padrão sinuoso. Barras = 1cm.

A cutícula é moderadamente espessa formando flanges e os tricomas tectores estão presentes na face abaxial (Fig. 9), com exceção de *M. prasina* e *C. capitellata* onde estão presentes em ambas às faces. Eles são dendríticos, multicelulares, estrelados e com mais de cinco ramos, concordando com o observado por Theobald *et al.* (1979) e Reis *et al.* (2004) As folhas são hipostomáticas (Fig. 9-15), com estômatos anisocíticos, com exceção de *M. prasina* com estômatos anomocíticos e diacíticos. Estes se encontram ao mesmo nível das demais células da epiderme em *M.*

*minutiflora* e *M. prasina* e em *M. ciliata*, *M. albicans* e *C. capitellata*, apresentam-se projetados.

O mesofilo é dorsiventral, com parênquima paliádico uniestratificado sobre a epiderme da face adaxial. O parênquima paliádico ocupa cerca de um terço do mesofilo e, em todas as espécies estudadas foram observadas drusas. Em *M. prasina*, a hipoderme é constituída por células de contorno ovalado e lume amplo (Fig. 11). Metcalfé & Chalk (1965) mencionam a presença de hipoderme como característica para alguns gêneros da família Melastomataceae, incluindo

*Miconia*. Costa (1977) descreve uma hipoderme multisseriada em *M. theaezans*.

Na região da nervura central, sob a epiderme, observa-se um colênquima que difere entre as espécies estudadas apenas no número de camadas de células. Drusas ocorrem no parênquima (Fig. 10) e em *M. prasina* e *C. capitellata* verificou-se esclereídes localizadas próximas à face abaxial e adaxial, respectivamente. O sistema vascular é anficrival e disposto em arco (Fig. 12).

As minas em *M. minutiflora*, *M. albicans* e *C. capitellata* ocorrem no parênquima (Fig. 13). Em *M. minutiflora* e *C. capitellata* a larva inicialmente consome o parênquima paliçádico e à medida que se desenvolve alimenta-se também do parênquima esponjoso, mantendo íntegros os sistemas dérmico e vascular, além de drusas (Fig. 13-14).

As minas de *M. prasina* e *M. ciliata* são superficiais, ou seja, a larva alimenta-se do conteúdo das células epidérmicas, inclusive as paredes anticliniais, mas preservam as paredes periclinais externa e interna (Fig. 15-16).

Alguns autores (Weis & Berenbaum 1989, Connor & Taverner 1997) afirmam que os insetos minadores se alimentam apenas do parênquima paliçádico. Os resultados obtidos mostram que o parênquima paliçádico e o esponjoso são

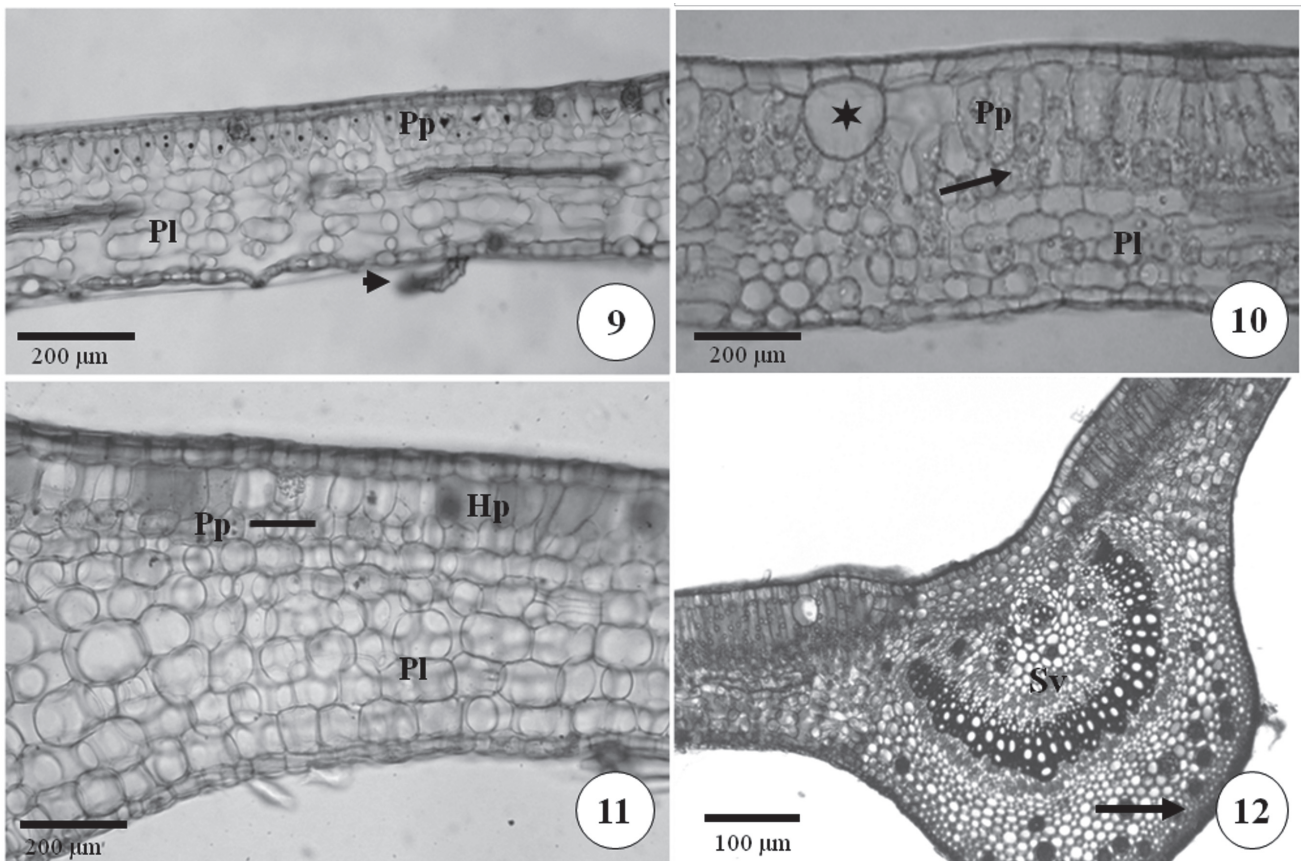
consumidos pelas larvas nas espécies *M. minutiflora* (Fig. 13), *M. albicans* e *C. capitellata*. Em *M. ciliata* (Fig. 15) e *M. prasina* (Fig. 16) o conteúdo das células epidérmicas é consumido, sendo isto um caráter que as diferencia das demais.

Nas minas observadas em *M. minutiflora* foi constatada a presença de fezes das larvas aderidas à parede periclinal externa da face adaxial da epiderme (Fig. 14). Isto sugere que a larva movimenta-se com a região ventral voltada para a epiderme e a dorsal para o parênquima esponjoso.

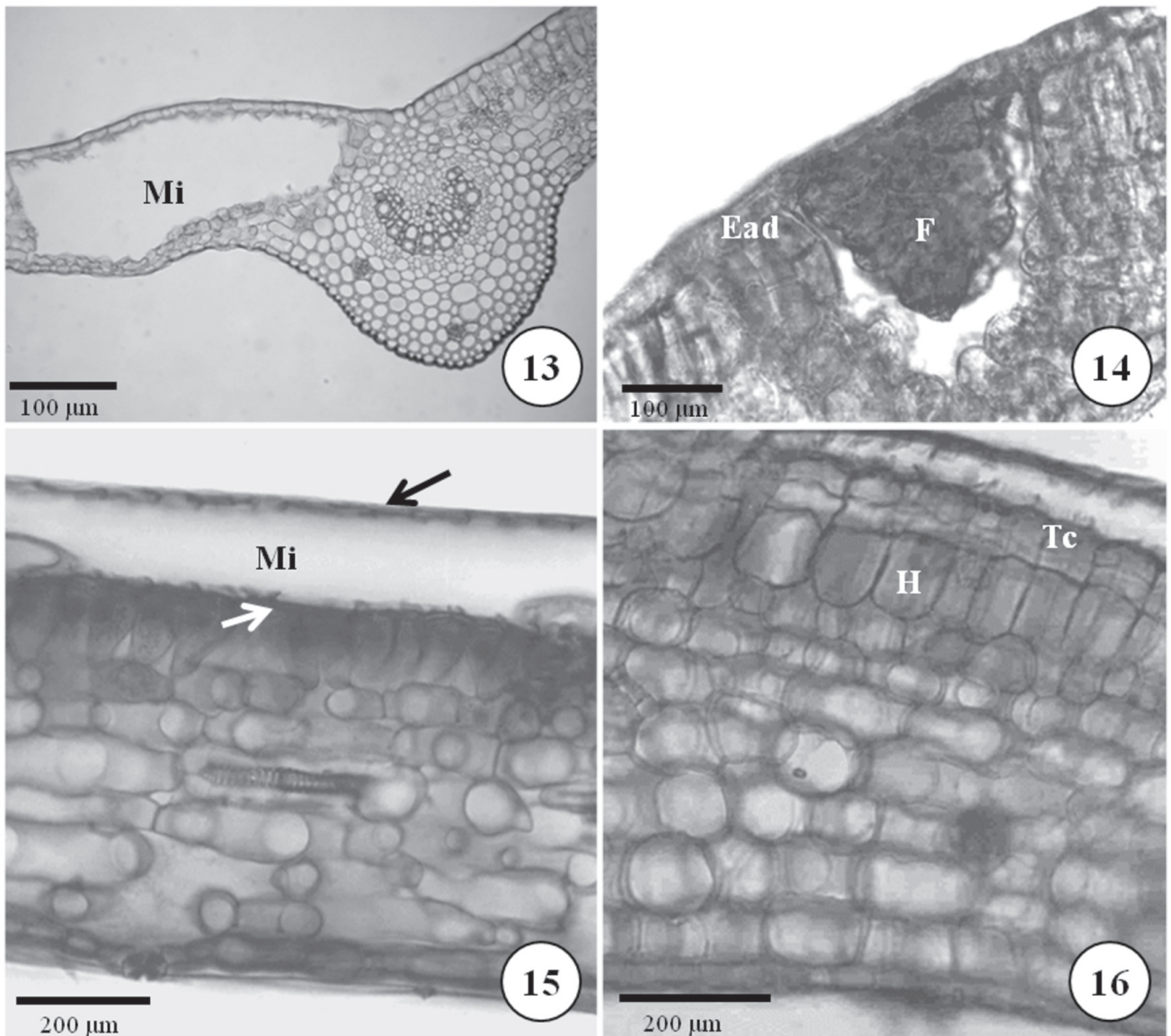
Nas espécies em estudo, foi constatado que durante a formação da mina, a larva evita os tecidos lignificados, até mesmos os feixes de menor calibre, consumindo e movendo-se ou através das células da epiderme, ou do parênquima paliçádico e esponjoso.

As minas observadas em *M. minutiflora*, *M. albicans* e *C. capitellata* podem ser classificadas como parenquimáticas, pois a epiderme permanece intacta formando uma camada protetora para o inseto minador como o observado por Melo-Pinna *et al.* (2002). Em *M. prasina* e *M. ciliata* as minas são epidérmicas, mas a proteção é realizada pela parede periclinal externa das células epidérmicas e a cutícula da folha.

O hábito minador é geralmente identificado por características externas da folha como a descoloração do tecido



Figuras 9-12. Secção transversal do mesofilo das folhas íntegras. 9. *Miconia ciliata*: evidenciando o parênquima paliçádico, lacunoso e tricoma tector (seta). 10. *M. minutiflora*: evidenciando as drusas (\*), o parênquima paliçádico, o esponjoso. 11. *M. prasina*: mostrando a hipoderme. 12. Nervura principal de *M. minutiflora*, onde observa-se o sistema vascular em semi-círculo e o colênquima (seta). (Pp = parênquima paliçádico; Pl = parênquima esponjoso; Hp = hipoderme; Sv = sistema vascular).



Figuras 13-16. Secção transversal do mesofilo da folha minada. 13. *Miconia minutiflora*: evidenciando a mina, formada pelo consumo do parênquima paliácico e esponjoso. 14. *M. minutiflora*, evidenciando as fezes aderidas à face adaxial da epiderme. 15. *M. ciliata*: mina, constituída pelas paredes periclinais da célula epidérmica (setas). 16. *M. prasina*: mostrando o tecido de cicatrização, logo acima da hipoderme (Mi = mina; Fe = fezes; Ed = epiderme da face adaxial; Tc = tecido de cicatrização; Hp = hipoderme).

epidérmico (Hering 1951). De acordo com as observações realizadas, não há descoloração do tecido epidérmico e sim uma perda de conteúdo celular devido o consumo de parte destas células.

O tecido floemático e o parênquima esponjoso apresentam substâncias fenólicas, sendo que em *M. minutiflora* essas substâncias também estão presentes no colênquima. Mckey (1979) afirma que as barreiras químicas localizadas próximas ao sistema vascular estão correlacionadas com o fato de que estes tecidos são ricos em nutrientes, particularmente o floema, podendo ser atacado por muitos organismos. Segundo Mckey (1979) há um aumento na quantidade de substâncias fenólicas nas células do parênquima esponjoso formando uma barreira para a larva. De acordo com Woo-

dman & Fernandes (1991), a importância das substâncias fenólicas, principalmente, o tanino, reside no fato de que estas substâncias precipitam proteínas, atuando sobre as enzimas digestivas e proporcionando uma redução na eficiência alimentar do herbívoro. As substâncias fenólicas também atuam na proteção contra fungos e patógenos. (Nicholson & Hammerschmidt, 1992). O padrão observado nas minas de *M. minutiflora*, *M. albicans* e *C. capitellata* indicam que os minadores podem ter desenvolvido a habilidade de consumir tecido com substâncias fenólicas, sem afetar o seu desenvolvimento.

Resultado semelhante foi encontrado por Almeida-Cortez & Melo-de-Pinna (2006) analisando minas em folhas de *Vismia guianensis* onde as a larva consumiam células

parenquimáticas, mas evitavam as drusas observadas no mesófilo e os tecidos vasculares das nervuras central e laterais. Melo-de-Pinna *et al.* (2002) em *R. riparia* (Asteraceae) mostraram que a larva apresenta preferência pelas células do parênquima paliçádico e da epiderme que são as parcelas mais nutritivas e palatáveis da folha, uma vez que nestes tecidos foi observada a deposição de amido e de lipídio.

Em *M. prasina* verificou-se células em divisão e com paredes suberizadas, localizadas ao longo das minas, próximas ao sistema vascular, formando um possível tecido de cicatrização (Fig. 16). O tecido de cicatrização geralmente é encontrado em regiões danificadas e tem um papel protetor (Cutler, 1978), podendo o dano ser de natureza abiótica ou biótica.

De acordo com Mani (1964), em muitas espécies minadas, os tecidos não regeneram, mas em outras há proliferação de novas células. Este autor afirma que o tecido regenerado encontra-se próximo ao sistema vascular sendo, aparentemente, resultado de fatores mecânicos, não havendo nenhum relacionamento específico com as larvas. Os resultados obtidos mostraram que o possível meristema de cicatrização se localiza próximo ao sistema vascular, mas ao contrário do afirmado por Mani (1964), apresenta uma relação com o canal formado pela larva, uma vez que a mastigação é um fator mecânico. Ele afirma que a larva produz uma mina central e diversas galerias laterais e que, em estágio subsequente, a larva pode retornar à mina central e alimentar-se de tecidos regenerados. Esta afirmativa não foi observada nas espécies aqui estudadas.

Embora não tenham sido identificados os agentes formadores das minas, e os seus ciclos biológicos, pode-se indicar que os mesmos se comportam definitivamente como minadores.

Este estudo descreveu a morfologia das minas em espécies de Melastomataceae, baseado na definição de Mani (1964) em que não ocorre formação de novos tecidos vegetais, e em alguns casos apenas o desenvolvimento do tecido de cicatrização. As minas presentes em *M. minutiflora*, *M. albicans* e *C. capitellata* podem ser classificadas como parênquimáticas, entretanto, *M. prasina* e *M. ciliata* apresentam minas epidérmicas.

## Agradecimentos

Ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica da primeira autora; a Dra. Luciana Iannuzzi - UFPE pela identificação dos artrópodes coletados; ao Dr. Renato Goldenberg - UFPR pela identificação das Melastomataceae.

## Referências bibliográficas

Almeida-Cortez, J.S. & Melo-de-Pinna, G.F.A. 2006. Morphology and anatomy of a leaf mine in *Vismia guianensis* (Aubl) Choisy (Clusiaceae) in a fragment of Brazilian Atlantic forest. **Brazilian Journal of Biology** **66**: 759-763.

Baider, C., Tabarelli, M. & Mantovani, W. 1998. O banco de sementes de um trecho de Floresta Atlântica Montana (São Paulo-Brasil). **Revista Brasileira de Biologia** **59**: 319-328.

Berlyn, G.P. & Miskische, J.P. 1976. **Botanical microtechnique and cytochemistry**. Ames, Iowa State University Press.

Connor, E.F. & Taverner, M.P. 1997. The evolution and adaptive significance of leaf-mining habit. **Oikos** **79**: 6-25.

Costa, C. 1977. *Miconia theaezans* (Bonp.) Cogn. (Melastomataceae) - Considerações anatômicas. **Rodriguésia** **29**: 7-91.

Cutler, E.F. 1978. **Plant anatomy, Part I: cells and tissues**. London, Edward Arnol.

Franklin, G.L. 1945. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. **Nature** **155**: 51-51.

Hering, E.M. 1951. **Biology of the leafminers**. Berlin, Gravenhage.

Hickey, L. 1979. A revised classification of the architecture of dicotyledonous leaves. Pp. 25-39. In: Metcalfe C.R. & Chalk L. (eds). **Anatomy of the dicotyledons - Systematic anatomy of leaf and stem with a life history of the subject**. v. 2, Oxford, Clarendon Press.

Hill, D. 1987. **Agricultural insect pest of temperate regions and their control**. Cambridge, Cambridge University Press.

Johansen, D. A. 1940. **Plant microtechnique**. New York, McGraw-Hill.

Kraus, J.E. & Arduin, M. 1997. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica, Editora Universidade Rural.

Labandeira, C.C., Dilcher, D.L., Davis, D.R. & Wagner, D.L. 1994. Ninety-seven million years of angiosperm-insect association: paleobiological insights into the meaning of co-evolution. **Proc. National Academy Science (USA)** **91**: 12278-12282.

Mani, M.S. 1964. **Ecology of plant galls**. The Hague, Dr. W. Junk Publishers.

McKey, D. 1979. The distribution of secondary compounds within plants. Pp.55-134. In: Rosenthal G.A. & Jansen D.H. (eds.). **Herbivores: their interaction with secondary plant metabolites**. London, Academic Press.

Melo-de-Pinna, G.F.A.; Kraus, J.E. & Menezes, N.L. 2002. Morphology and anatomy of leaf mine in *Richtera riparia* Roque (Asteraceae) in the campus rupestres of Serra do Cipó, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** **62**: 179-185.

Metcalfe, C.R. & Chalk, L. 1965. **Anatomy of the Dicotyledons**. Oxford, Clarendon Press.

Needham, J.G., Frost, S.W. & Tothill, T. 1928. **Leaf-mining insects**. Baltimore, The Williams & Wilkens.

Nicholson, R.L. & Hammerschmidt, R. 1992. Phenolic compounds and their role in disease resistance. **Annual Review of Phytopathology** **30**: 369-389.

Parra, A.L.G.C., Vilela, E.F. & Bento, J.M. S. 2002. Horário de oviposição e ritmo diário de emergência de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) em laboratório. **Neotropical Entomology** **31**: 365-368.

Purvis, M., Collier, D. & Walls, D. 1964. **Laboratory techniques in botany**. London, Butterworths.

Reis, C., Proença, S.L. & Sajo, M.G. 2004. Vascularização foliar e anatomia do pecíolo de Melastomataceae do cerrado do Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Botânica Brasílica** **18**: 987-999.

Renner, S.S. 2004. Melastomataceae. Pp. 240-243. In: Smith, N.; Mori, S.A.; Henderson, A.; Stevenson D.W. & Heald, S.V. (eds.). **Flowering plants of the neotropics**. New York, Princeton University Press.

Sass, J. E. 1951. **Botanical microtechnique**. 2 ed. Ames, The Iowa State College Press.

Theobald, W., Krahulik, J. & Rollins, R. 1979. Trichome description and classification. Pp. 40-53. In: Metcalfe C. & Chalk L. (eds.). **Anatomy of the dicotyledons**. v. 2, Oxford, Clarendon Press.

Weis, A.E. & Berenbaum, M.R. 1989. Herbivorous insects and green plants. In: Abrahamson W.G. (ed.). **Plant-animal interactions**. New York, McGraw Hill-Book Co.

Woodman, R.L. & Fernandes, G.W. 1991. Differential mechanical defense: herbivory, evapotranspiration and leaf-hairs. **Oikos** **60**: 11-19.