

ESTUDOS ANATÔMICOS DE FOLHAS DE ESPÉCIES DE PLANTAS DANINHAS.

II - *Bidens pilosa*, *Emilia sonchifolia*, *Ageratum conyzoides* E *Sonchus asper*¹

Leaf Anatomical Studies in Weed Species. II - Bidens pilosa, Emilia sonchifolia, Ageratum conyzoides and Sonchus asper

FERREIRA, E.A.², PROCÓPIO, S.O.³, SILVA, E.A.M.⁴, SILVA, A.A.⁵ e RUFINO, R.J.N.²

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi de estudar a anatomia das folhas das espécies de plantas daninhas de grande ocorrência no Brasil: *Bidens pilosa*, *Emilia sonchifolia*, *Ageratum conyzoides* e *Sonchus asper*, visando aprofundar o conhecimento sobre as barreiras que cada espécie impõe à penetração dos herbicidas e, assim, fornecer subsídios para a busca de estratégias para superar esses obstáculos. As folhas completamente expandidas do terceiro ao quinto nó foram coletadas de plantas de ocorrência espontânea no campo. Das folhas de cada espécie foram obtidas três amostras da região central mediana, com aproximadamente 1 cm². Foram realizados estudos de estrutura e clarificação e observações em microscópio eletrônico de varredura (MEV). Todas as espécies avaliadas são anfiestomáticas. As principais barreiras potenciais foliares à penetração de herbicidas constatadas na planta daninha *B. pilosa* foram a alta densidade tricomática, a baixa densidade estomática na face adaxial e o alto teor de cera epicuticular, principalmente na face adaxial. Alto teor de cera epicuticular, grande espessura da cutícula da face adaxial e baixa densidade estomática nas duas faces foram os obstáculos constatados nas folhas de *E. sonchifolia*. Já em relação a *A. conyzoides*, a baixa densidade estomática na face adaxial foi o principal obstáculo detectado. *S. asper* apresentou como principais barreiras foliares à penetração de herbicidas a baixa densidade estomática na face adaxial e a grande espessura da epiderme da face adaxial.

Palavras-chave: cutícula, cera epicuticular, estômato, tricoma, feixes vasculares.

ABSTRACT - *This research aimed to study leaf anatomy in the widely common Brazilian weed species Bidens pilosa, Emilia sonchifolia, Ageratum conyzoides and Sonchus asper, to acquire a better understanding of the barriers each species imposes upon herbicide penetration, and provide information on how to overcome these obstacles. The completely expanded leaves from the third to the fifth nodes were collected from plants spontaneously occurring in the field. From the leaves of each species, three samples with approximately 1 cm² were taken at the central portion and used for structure, and clarification studies and scanning-electron microscope (SEM) observations. All species were found to be amphistomatic. The main leaf barriers against herbicide penetration in B. pilosa were found to be high trichome density and low stomatic density in the adaxial side. High content of epicuticular wax, high cuticle thickness in the adaxial side and low stomatic density on both sides were the herbicide barriers observed in the leaves of E. sonchifolia, while in A. conyzoides the barrier was low stomatic density in the adaxial side. S. asper's main leaf barriers were low stomatic density in the adaxial side and high epiderm thickness in the adaxial side.*

Key words: cuticle, epicuticular wax, stomata, trichome, vascular bunches.

¹ Recebido para publicação em 22/4/2002 e na forma revisada em 9/12/2002.

² Mestrando em Botânica, Dep. de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa - UFV, 36571-000 Viçosa-MG, <ealves.ferreira@bol.com.br>; ³ Doutorando em Fitotecnia, Dep. de Fitotecnia da UFV, <procopio@alunos.ufv.br>; ⁴ Prof. do Dep. de Biologia Vegetal da UFV, <esilva@ufv.br>; ⁵ Prof. do Dep. de Fitotecnia da UFV, <aasilva@ufv.br>; ² Acadêmico de Agronomia, estagiário do Dep. de Biologia Vegetal da UFV, <rufino@homenet.com.br>.



INTRODUÇÃO

Conhecimentos sobre as barreiras à penetração dos herbicidas pelos tecidos vegetais são fundamentais para o sucesso do controle químico de plantas daninhas. Os herbicidas podem penetrar nas plantas através de suas estruturas aéreas (folhas, caules, flores e frutos) e subterrâneas (raízes, rizomas, estolões, tubérculos, etc.), de estruturas jovens (radículas e caulículos) e, também, pelas sementes (Silva et al., 2000). Contudo, são as folhas o principal órgão das plantas daninhas envolvido na penetração de herbicidas aplicados em pós-emergência.

A morfologia das plantas, principalmente das folhas, influencia a quantidade do herbicida interceptado e retido, porém é a anatomia das folhas que praticamente determina a facilidade com que esses produtos serão absorvidos.

Em superfícies foliares que possuem baixo teor de cera epicuticular (ex.: *Beta vulgaris*), as gotas da calda herbicida pulverizada cobrem grandes áreas, produzindo vários depósitos nas depressões acima das paredes anticlinais. Quando o mesmo herbicida é aplicado do mesmo modo sobre uma folha com alto nível de cera epicuticular (ex.: *Cynodon dactylon*), os depósitos formados são menores, ocasionando menor porcentagem da superfície foliar coberta com o herbicida e, assim, reduzindo o número de células onde a absorção poderia ocorrer (Hess & Falk, 1990).

As folhas das plantas apresentam vários níveis de desenvolvimento de tricomas e glândulas. *Abutilon theophrasti*, por exemplo, possui tricomas simples e complexos. *Chenopodium album* possui alta densidade de tricomas glandulares na epiderme adaxial, que pode deixar as células da epiderme propriamente ditas totalmente escondidas (Hess & Falk, 1990). Tricomas presentes na superfície foliar podem interceptar gotas pulverizadas, impedindo que estas alcancem a epiderme. Mesmo quando os tricomas são simples e aparecem em baixa densidade, ocorre a aderência de gotas sobre eles. A eficiência da absorção de herbicidas pelos tricomas e a translocação destes para as células epidérmicas ainda são parcialmente desconhecidas (Hess & Falk, 1990). Entretanto, de acordo com Hull (1970), parte da absorção de determinadas substâncias pode ocorrer via

tricomas. Todavia, poucos autores afirmam ser os tricomas bom caminho para a entrada de herbicidas. Hess & Falk (1990), fazendo revisão de literatura, observaram na maioria dos trabalhos que existe relação negativa entre a aderência dos herbicidas nos tricomas e a eficácia desses produtos.

A cutícula é a principal via de absorção dos herbicidas aplicados em pós-emergência, sendo o seu conhecimento de importância fundamental nos estudos de absorção. O uso de surfatantes siliconados tem contribuído na quebra da tensão superficial da calda de pulverização na folha, ocasionando assim maior espalhamento do produto e permitindo que os estômatos passem a ter também importante papel na penetração dos herbicidas. Segundo Audus (1976), a tensão superficial máxima para que ocorra boa penetração da calda de aplicação nos estômatos é de 30 dinas cm⁻².

Outro fator ligado à penetração dos herbicidas pelos estômatos é que a cutícula sobre as células-guarda parece ser mais fina e mais permeável (menor teor de cera epicuticular) do que a cutícula sobre outras células epidérmicas (Hess & Falk, 1990). Estes autores afirmam também que a maioria das plantas daninhas apresenta em suas folhas estômatos tanto na superfície adaxial quanto na abaxial (anfiestomáticas). No entanto, Silva et al. (2000) e Velini & Trindade (1992) relatam que, na maioria das espécies, os estômatos se localizam na face abaxial das folhas (hipoestomáticas). Meyer et al. (1973), realizando contagens do número de estômatos de 39 espécies, observaram que apenas 16 eram anfiestomáticas. Também acrescentam que nas anfiestomáticas o número de estômatos na face adaxial era normalmente inferior ao da face abaxial. É importante lembrar que, em pulverizações agrícolas, a dificuldade de as gotículas atingirem a face abaxial é grande; conseqüentemente, a importância da absorção pelos estômatos desta face é tida como reduzida. Outro fator que leva os pesquisadores a acreditar na pouca importância da absorção de herbicidas através dos estômatos é o fato de estes, em vários horários do dia, se encontrarem fechados, inclusive em aplicações noturnas. Contudo, Taylor et al. (1980) observaram que os estômatos foram a principal via de penetração do herbicida bentazon em folhas de *Chenopodium album*.

A cutícula recobre todas as células da epiderme da planta e serve como interface entre o corpo da planta e o ambiente, realizando a proteção e a prevenção da perda de água dos tecidos vegetais (Bukovac et al., 1990). A cutícula é também importante barreira à entrada de microrganismos e agroquímicos. Herbicidas que diferem em estrutura e polaridade atravessam com maior ou menor dificuldade a cutícula. O mecanismo exato de penetração ainda não é conhecido para todos os produtos, mas admite-se que os compostos não-polares sigam a rota lipofílica e os compostos polares, a rota hidrofílica (Silva et al., 2000). De acordo com estes autores, supõe-se que os herbicidas lipofílicos se solubilizam nos componentes lipofílicos da cutícula e se difundem através desta. Já em relação aos herbicidas hidrofílicos, admite-se que a cutícula tenha estrutura porosa, a qual se mantém hidratada, dependendo das condições ambientais, sendo essa água de hidratação da cutícula a rota de penetração desses herbicidas. Outra possível rota de absorção dos herbicidas polares, citada por Velini & Trindade (1992), é através dos filamentos de pectina, que podem cruzar praticamente toda a cutícula. Estes, desde que hidratados, podem atuar como via de transporte desses produtos.

Bidens pilosa apresenta folhas pecioladas, opostas, ocorrendo algumas folhas simples, mas a maioria é composta com 3-5(-7) folíolos, sendo o terminal maior e os outros em pares opostos, apresentando formato ovalado ou lanceolado, com base atenuada e ápice agudo e margens serreadas (Kissmann, 1999). A morfologia das folhas de *Emilia sonchifolia* é extremamente variável: as folhas inferiores, em plantas novas, são pecioladas e têm limbo de formato quase circular; já as folhas superiores têm base larga, sagitada ou cordada, que envolve o caule no ponto de inserção, sendo o limbo de formato lanceolado, com ápice agudo ou obtuso e margens intensamente denteadas (Kissmann, 1999). As folhas de *Ageratum conyzoides* são simples, pecioladas, as inferiores opostas, as superiores podendo ser alternas com limbo ovalado ou oblongo-lanceolado de base cuneada e ápice agudo e margens crenuladas (Kissmann, 1999). *Sonchus asper* possui folhas simples, alternas e sésseis de base amplexicaule, com as inferiores e medianas apresentando muitos

lobos laterais (5-11) de cada lado e um lobo apical triangulado, e as superiores são às vezes inteiras, sem lobo e de formato sagitado (Kissmann, 1999).

O objetivo deste trabalho foi estudar a anatomia foliar de quatro espécies de plantas daninhas de grande ocorrência no Brasil, visando melhor entendimento sobre as barreiras que cada espécie impõe à penetração dos herbicidas e, assim, fornecer subsídios para a busca de estratégias para superar esses obstáculos.

MATERIAL E MÉTODOS

As plantas daninhas avaliadas foram: *Bidens pilosa* (picão-preto), *Emilia sonchifolia* (falsa-serralha), *Ageratum conyzoides* (mentrasto) e *Sonchus asper* (serralha), todas pertencentes à família Asteraceae.

As folhas foram coletadas de três plantas de ocorrência espontânea em campo cultivado com culturas anuais. De cada espécie vegetal foi coletada uma folha, ou folíolo, do terceiro ao quinto nó, quando elas estavam completamente expandidas. As folhas foram coletadas, armazenadas diretamente em FAA 50 e transportadas ao Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa.

Em cada folha, por espécie, foram obtidas três amostras na região central, com aproximadamente 1 cm². Essas amostras foram utilizadas para: a) estudos da composição estrutural; b) clarificação; e c) observações em microscópio eletrônico de varredura (MEV).

a) Estudo da composição estrutural da folha

As amostras foram fixadas, durante 24 horas em vácuo, em mistura de álcool etílico 70%, ácido acético e formol (FAA 70), na proporção de 9:0,5:0,5, respectivamente. Após a fixação, foram desidratadas em uma série etílico-butílico progressiva, embebidas em parafina histológica (PF 48-54 °C) e emblocadas em mistura de parafina histológica e cera na proporção de 8:1 v/v. Seções de 10 a 13 µm foram obtidas com um micrótomo rotativo Ultracut - Leica RM-2155 e montadas em lâminas histológicas. Depois da desparafinização, os cortes foram corados com fuccina básica e azul-de-astra e montados em bálsamo-do-canadá. Foram



preparadas lâminas de cortes transversais a fresco, que foram submetidas ao reagente citotímico Sudam III, para caracterização das cutículas. Após seleção, alguns cortes foram fotomicrografados com auxílio de um fotomicroscópio Olympus AX 70, equipado com acessório fotográfico U-PHOTO (Olympus), e analisados pelo *software* IMAGE PRO-PLUS. Foram determinadas as seguintes espessuras: lâmina foliar, epidermes superior e inferior, parênquimas (paliçádico, lacunoso, homogêneo) e cutícula (adaxial e abaxial). Avaliou-se também o nível de vascularização foliar das espécies vegetais.

b) Clarificação

As amostras foram clarificadas em álcool etílico 70% e branqueadas com solução de NaOH a 5% e em hipoclorito de sódio durante dois a três minutos. Depois dessa etapa, as amostras foram lavadas e desidratadas em uma série etílica progressiva, coradas com safranina (1% de solução aquosa) e azul-de-astra e montadas em bálamo-do-canadá (Berlyn & Mikshe, 1976, modificado). As fotomicrografias das epidermes superior e inferior foram feitas em fotomicroscópio Olympus AX 70.

Dessas lâminas foram obtidos o índice estomático, a densidade estomática, o comprimento do ostíolo e a densidade de tricomas nas superfícies adaxial e abaxial de cada espécie observada. O índice estomático foi calculado pela razão entre o número de estômatos e o número total de células da epiderme (número de estômatos + células epidérmicas) x 100.

c) Observações ao Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV)

Parte das amostras das folhas foram fixadas em glutaraldeído 6%, na temperatura

de 4°C, durante 24 horas, pós-fixadas em tetróxido de ósmio a 3% na mesma temperatura durante duas horas, lavadas em solução-tampão de cacodilato de sódio e desidratadas em série alcoólica progressiva até álcool etílico absoluto. Essas amostras foram submetidas ao ponto crítico de dessecamento de CO₂ em equipamento CPD 020 Ballers Union, montadas em suporte metálico e cobertas com ouro paládio (Bozzola & Russel, 1992). O material foliar preparado foi observado e eletromicrografado em microscópio eletrônico de varredura JEOL T-200.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. *Bidens pilosa*

Esta espécie apresenta lâmina foliar com espessura média de 222,20 µm (Tabela 1 e Figura 1). A epiderme é simples, sendo a face adaxial mais espessa que a abaxial (Tabela 1). Seu mesofilo foliar é dorsiventral, pouco compacto; o parênquima paliçádico apresenta uma camada de células com espessura média de 114,88 µm, e a espessura média do parênquima lacunoso é de 74,81 µm (Tabela 1 e Figura 1). Suas folhas são anfiestomáticas (Figura 2), estando os estômatos dispostos no mesmo nível das demais células da epiderme. Tanto na face adaxial como na abaxial os estômatos são anocíticos, e os da face abaxial possuem maior comprimento (Tabela 2). Foi verificada maior presença de estômatos na face abaxial das folhas (Tabela 2). Tricomas tectores multicelulares não-ramificados foram observados em ambas as faces das folhas (Tabela 3 e Figuras 1 e 2). A cutícula apresentou praticamente a mesma espessura em ambas as faces das folhas (Tabela 3). Sua taxa de vascularização foliar média é de três feixes a cada 590 µm de largura foliar (Tabela 3).

Tabela 1 – Espessura de componentes foliares das espécies de plantas daninhas estudadas. Viçosa-MG, 2002

Espécie vegetal	Lâmina foliar	Epiderme adaxial	Epiderme abaxial	Parênquima paliçádico	Parênquima lacunoso	Parênquima homogêneo
	Espessura (µm)					
<i>Bidens pilosa</i>	222,20	17,95	11,38	114,88	74,81	-
<i>Emilia sonchifolia</i>	192,04	22,30	10,39	46,53	98,51	-
<i>Ageratum conyzoides</i>	139,56	13,36	9,44	67,81	53,46	-
<i>Sonchus asper</i>	123,31	52,97	10,39	-	-	57,43

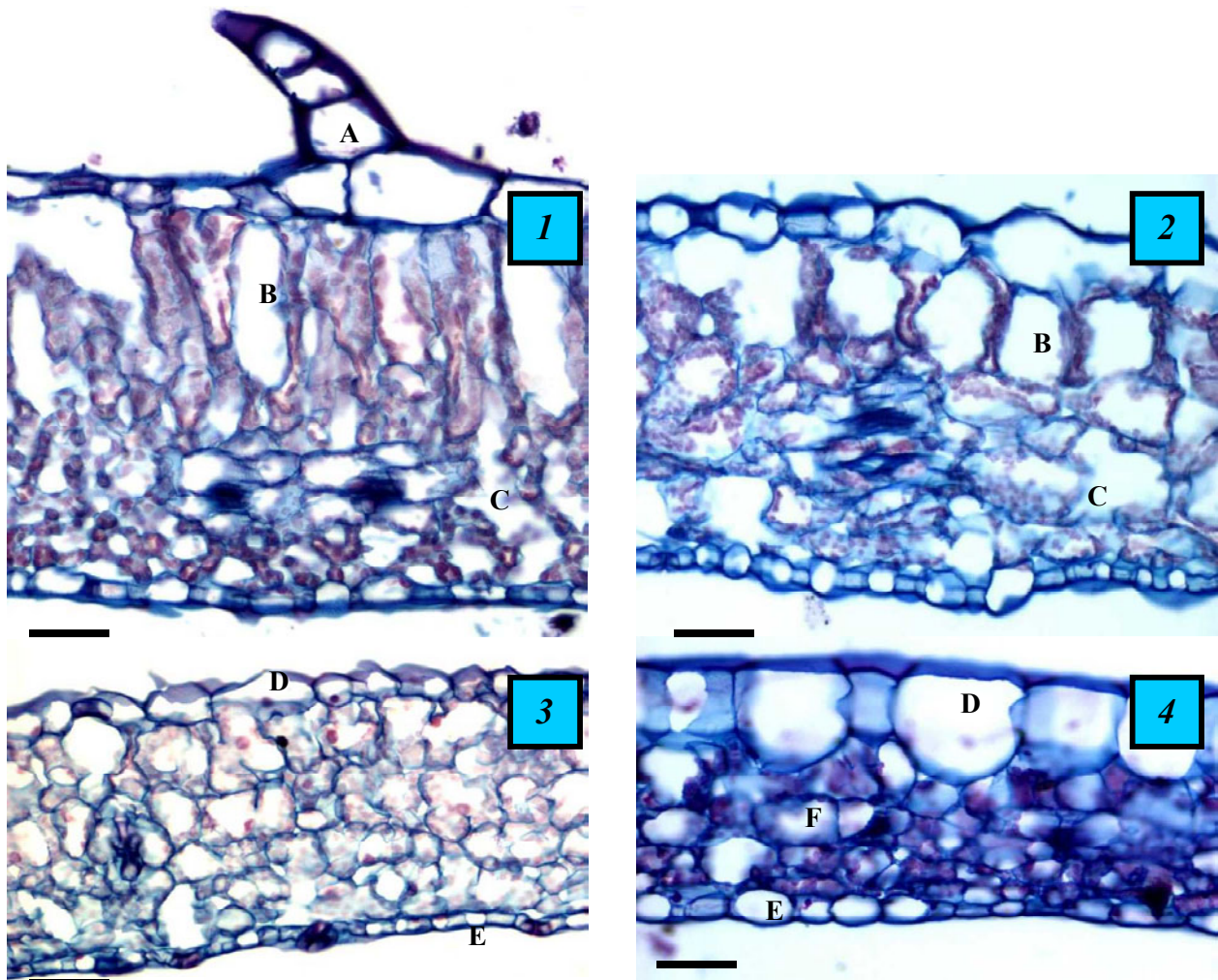


Figura 1 – Seção transversal das folhas de: 1. picão-preto (*Bidens pilosa*), 2. falsa-serralha (*Emilia sonchifolia*), 3. mentrasto (*Ageratum conyzoides*) e 4. serralha (*Sonchus asper*). A: tricoma tector multicelular não-ramificado; B: parênquima paliçádico; C: parênquima lacunoso; D: epiderme adaxial; E: epiderme abaxial; F: parênquima homogêneo. (Barra = 50 µm).

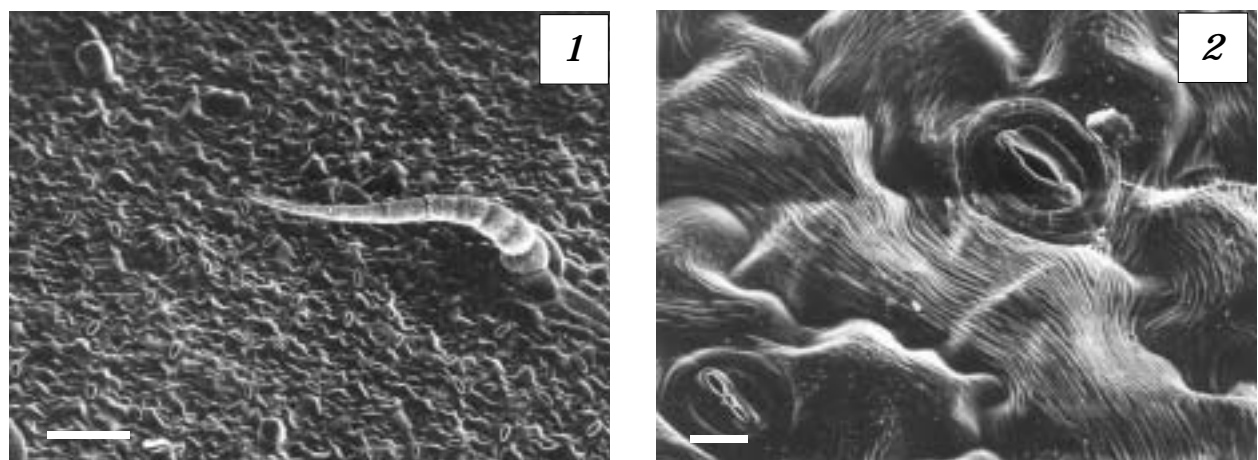


Figura 2 – Superfície foliar da face abaxial (1) e da adaxial (2) de *Bidens pilosa*. (Barra 1 = 100 µm e Barra 2 = 10 µm).

Tabela 2 – Índice estomático, densidade estomática e comprimento de ostíolos das plantas daninhas estudadas. Viçosa-MG, 2002

Espécie vegetal	Índice estomático (%)		Densidade estomática (estômatos mm ⁻²)		Comprimento do ostíolo (µm)	
	adaxial	abaxial	adaxial	abaxial	adaxial	abaxial
<i>Bidens pilosa</i>	12,50	30,74	45	217	11,29	18,36
<i>Emilia sonchifolia</i>	16,61	22,15	66	87	19,93	23,84
<i>Ageratum conyzoides</i>	11,29	39,87	60	300	17,61	12,66
<i>Sonchus asper</i>	20,43	40,30	118	298	9,00	13,89

Tabela 3 – Espessura de cutícula, densidade tricomática e vascularização de folhas das plantas daninhas estudadas. Viçosa-MG, 2002

Espécie vegetal	Cutícula - espessura (µm)		Densidade tricomática (tricomatas mm ⁻²)		Número de feixes vasculares em 590 µm de lâmina foliar
	adaxial	abaxial	adaxial	abaxial	
<i>Bidens pilosa</i>	1,33	1,32	20,00	18,80	3
<i>Emilia sonchifolia</i>	2,35	0,62	1,80	1,00	2
<i>Ageratum conyzoides</i>	1,03	1,20	3,60	1,40	2
<i>Sonchus asper</i>	1,39	1,54	-	-	4

2. *Emilia sonchifolia*

Apresenta lâmina foliar com espessura média de 192,04 µm (Tabela 1 e Figura 1). A epiderme é simples, sendo a face adaxial mais espessa em relação à abaxial (Tabela 1). Seu mesofilo foliar é dorsiventral, pouco compacto; o parênquima paliçádico apresenta uma camada de células com espessura média de 46,53 µm, e a espessura média do parênquima lacunoso é de 98,51 µm (Tabela 1 e Figura 1). As folhas são anfiestomáticas (Figura 3), estando os estômatos, nas duas faces, dispostos no mesmo nível das demais células da epiderme. Tanto na face adaxial como na abaxial os estômatos são anomocíticos, e os da face abaxial são de maior comprimento (Tabela 2). Foi verificada maior frequência de estômatos na face abaxial das folhas, porém esta foi a espécie que apresentou a menor densidade estomática nesta face (Tabela 2). Tricomas tectores multicelulares não-ramificados grandes foram observados em ambas as faces das folhas (Tabela 3). A cutícula é quase quatro vezes mais espessa na face adaxial das folhas (Tabela 3) e apresenta alto teor de cera epicuticular (Figura 3). Sua taxa de vascularização foliar média é de dois feixes a cada 590 µm de largura foliar (Tabela 3).

3. *Ageratum conyzoides*

Apresenta lâmina foliar com espessura média de 139,56 µm (Tabela 1 e Figura 1). A epiderme é simples, sendo a face adaxial mais espessa em relação à abaxial (Tabela 1). Seu mesofilo foliar é dorsiventral; o parênquima paliçádico apresenta uma camada de células com espessura média de 67,81 µm, e a espessura média do parênquima lacunoso é de 53,46 µm (Tabela 1). Suas folhas são anfiestomáticas (Figura 4); na face adaxial os estômatos estão dispostos no mesmo nível das demais células da epiderme e, na face abaxial, eles estão dispostos um pouco acima em relação às outras células epidérmicas. Tanto na face adaxial como na abaxial os estômatos são anomocíticos, sendo os da face adaxial de maior comprimento (Tabela 2). Foi constatada maior frequência de estômatos na face abaxial das folhas (Tabela 2). Tricomas glandulares e tectores multicelulares não-ramificados foram observados, principalmente, nas nervuras em ambas as faces das folhas. (Tabela 3). A cutícula é mais espessa na face adaxial das folhas (Tabela 3). Sua taxa de vascularização foliar média é de dois feixes a cada 590 µm de largura foliar (Tabela 3).

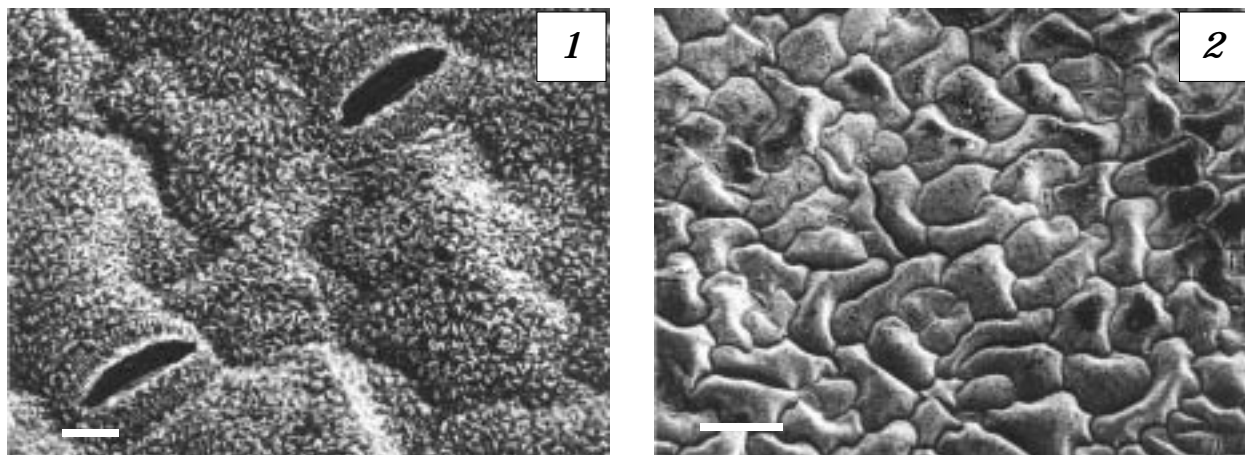


Figura 3 – Superfície foliar da face abaxial (1) e da adaxial (2) de *Emilia sonchifolia*. (Barra 1 = 10 µm e Barra 2 = 100 µm).

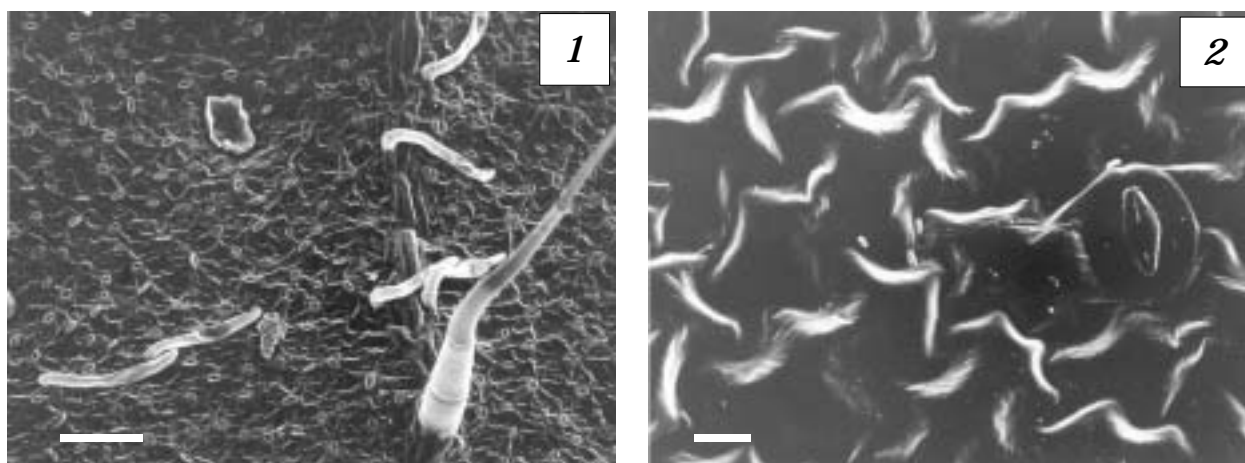


Figura 4 – Superfície foliar da face abaxial (1) e da adaxial (2) de *Ageratum conyzoides*. (Barra 1 = 100 µm e Barra 2 = 10 µm).

4. *Sonchus asper*

Apresenta lâmina foliar com espessura média de 123,31 µm (Tabela 1 e Figura 1). A epiderme é simples, sendo a face adaxial aproximadamente cinco vezes mais espessa em relação à abaxial (Tabela 1 e Figura 1). Seu mesofilo foliar é homogêneo, apresentando espessura média de 57,43 µm (Tabela 1). As folhas são anfiestomáticas (Figura 5), estando os estômatos dispostos no mesmo nível das demais células da epiderme em ambas as faces, sendo estes anomocíticos; os estômatos da face abaxial são de maior comprimento (Tabela 2). Constatou-se maior frequência de estômatos na face abaxial das folhas (Tabela 2). Não foi detectada a presença de tricomas em ambas

as faces das folhas. A cutícula é mais espessa na face adaxial das folhas (Tabela 3) e apresenta alto teor de cera epicuticular (Figura 5). Sua taxa de vascularização foliar média é de quatro feixes a cada 590 µm de largura foliar (Tabela 3).

Um resumo das principais barreiras potenciais foliares à penetração dos herbicidas presentes nas espécies de plantas daninhas avaliadas é apresentado na Tabela 4. As principais barreiras potenciais foliares à penetração de herbicidas observadas na planta daninha *B. pilosa* foram a alta densidade tricomática e a baixa densidade estomática na face adaxial. Alto teor de cera epicuticular, grande espessura da cutícula da face adaxial e baixa densidade

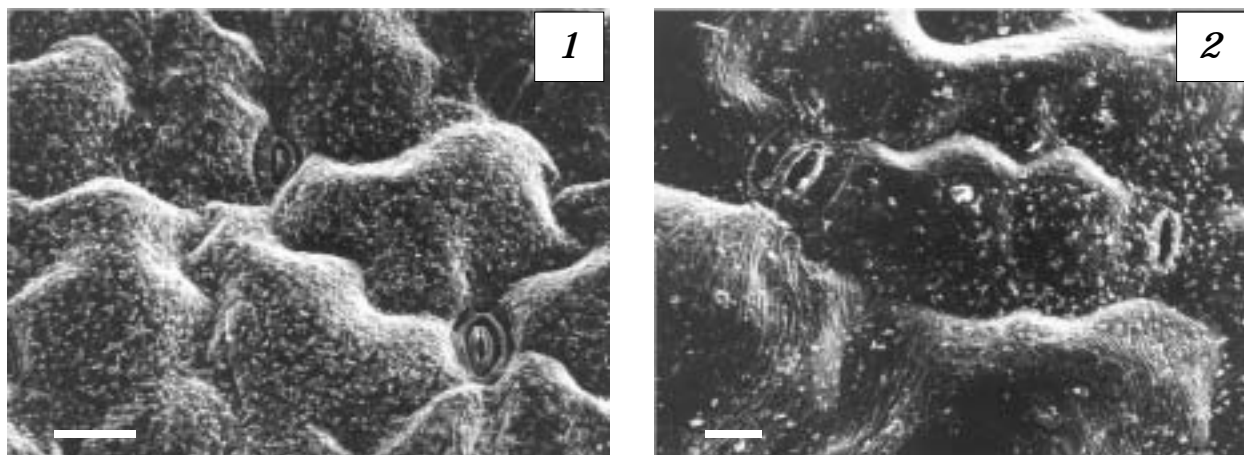


Figura 5 – Superfície foliar da face abaxial (1) e da adaxial (2) de *Sonchus asper*. (Barra 1 = 100 μm e Barra 2 = 10 μm).

Tabela 4 – Principais barreiras potenciais à penetração de herbicidas em folhas das plantas daninhas estudadas. Viçosa-MG, 2002

Espécie vegetal	Principais barreiras foliares à penetração de herbicidas
<i>Bidens pilosa</i>	Alta densidade tricomática; baixa densidade estomática na face adaxial
<i>Emilia sonchifolia</i>	Alto teor de cera epicuticular; grande espessura da cutícula da face adaxial; baixa densidade estomática nas faces adaxial e abaxial
<i>Ageratum conyzoides</i>	Baixa densidade estomática na face adaxial
<i>Sonchus asper</i>	Alto teor de cera epicuticular; grande espessura da epiderme adaxial

estomática em ambas as faces foram os obstáculos prováveis constatados nas folhas de *E. sonchifolia*. Já em relação a *A. conyzoides*, baixa densidade estomática na face adaxial foi o principal obstáculo detectado. *S. asper* apresentou como principais barreiras potenciais foliares à penetração de herbicidas a baixa densidade estomática na face adaxial e a grande espessura da epiderme da face adaxial.

Com base nas características anatômicas das folhas de *S. asper*, o uso de surfatantes organossiliconados, que aumentam a penetração estomática, pode ser uma estratégia interessante, devido à alta densidade estomática

apresentada por essa espécie. O uso de organossiliconados na calda de aplicação de herbicidas também pode ser boa opção nas folhas de *B. pilosa*, *A. conyzoides* e *E. sonchifolia*, em razão do grande comprimento dos ostíolos vistos em seus estômatos, o que facilitaria a quebra da tensão superficial da calda herbicida. A hidratação das placas de cera epicuticular, por exemplo, por meio de irrigação, um dia antes da aplicação do herbicida, o uso de óleos minerais ou vegetais na calda de aplicação e a escolha de formulações dos herbicidas mais lipofílicas podem auxiliar a entrada de herbicidas, principalmente dos produtos que apresentem rota hidrofílica nas folhas de *S. asper* e *E. sonchifolia* que apresentam alto teor de cera epicuticular.

LITERATURA CITADA

- AUDUS, L. J. **The physiology and biochemistry of herbicides**. 2.ed. New York: 1976. 467 p.
- BERLYN, G. P.; MIKSHE, J. P. **Botanical Microtechnique and Cytochemistry**. Ames: The Iowa State University Press, 1976. 325 p.
- BOZZOLA, J. J.; RUSSELL, L. D. **Electron microscopy**. Boston: Jones and Bartlett Publishers. 1992. 542 p.
- BUKOVAC, M. J. et al. Sorption of organic compounds by plant cuticles. **Weed Sci.**, v. 38, n. 3, p. 289-298, 1990.
- HESS, F. D.; FALK, R. H. Herbicide deposition on leaf surfaces. **Weed Sci.**, v. 38, n. 3, p. 280-288, 1990.

HULL, H. M. Leaf structure as related to absorption of pesticides and other compounds. **Res. Rev.**, v. 31, p. 1-155, 1970.

KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: 1999. 2.ed. 976 p.

MEYER, B. et al. **Introdução à fisiologia vegetal**. 2.ed. Lisboa: 1973. 710 p.

SILVA, A. A. et al. **Controle de plantas daninhas**. Brasília: ABEAS, 2000. 260 p.

TAYLOR, F. E.; COBB, A. H.; DAVIES, L. G. The effects of bentazon on stomatal behavior in *Chenopodium album* L. **New Phytol.**, v. 63, p. 369-376, 1980.

VELINI, E. D.; TRINDADE, M. L. B. Comportamento de herbicidas na planta. Épocas de aplicação de herbicidas. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS EM HORTALIÇAS, 1992, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: UNESP, 1992. p. 65-86.

