

ESTUDOS ANATÔMICOS DE FOLHAS DE ESPÉCIES DE PLANTAS DANINHAS DE GRANDE OCORRÊNCIA NO BRASIL. IV - *Amaranthus deflexus*, *Amaranthus spinosus*, *Alternanthera tenella* e *Euphorbia heterophylla*¹

*Leaf Anatomical Studies in Weed Species Widely Common in Brazil. IV - *Amaranthus deflexus*, *Amaranthus spinosus*, *Alternanthera tenella* and *Euphorbia heterophylla**

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

RESUMO - Neste trabalho é apresentado um estudo da anatomia das folhas de espécies de plantas daninhas de grande ocorrência no Brasil: *Amaranthus deflexus*, *Amaranthus spinosus*, *Alternanthera tenella* e *Euphorbia heterophylla*, visando melhor compreensão das barreiras que cada espécie impõe à penetração dos herbicidas e outros compostos utilizados em aplicações foliares. 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 mediana, com aproximadamente 1 cm², as quais foram utilizadas em estudos da estrutura, clarificação e em observações em microscópio eletrônico de varredura. Todas as espécies avaliadas são anfiestomáticas. As principais barreiras foliares potenciais à penetração de herbicidas observadas nas plantas daninhas *A. deflexus* e *A. spinosus* foram, respectivamente, grande espessura da cutícula da face adaxial e da cutícula das duas faces. Já em relação a *A. tenella*, grande espessura da cutícula das duas faces, elevado teor de cera epicuticular e alta densidade tricômica foram os principais obstáculos potenciais detectados. *E. heterophylla* apresentou como possíveis principais barreiras foliares à penetração de agroquímicos o alto teor de cera epicuticular, a elevada densidade de laticíferos e a grande espessura da cutícula da face adaxial.

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

ABSTRACT - This research aimed to study the leaf anatomy of the weed species *Amaranthus deflexus*, *Amaranthus spinosus*, *Alternanthera tenella* and *Euphorbia heterophylla*, widely known in Brazil, to acquire a better understanding of the barriers each species imposes to herbicide penetration, and to other substances used for leaf spraying. Completely expanded leaves from the third to the fifth nodes were collected from spontaneous plants in the field. Three samples approximately 1cm², were removed from the medium portion of the leaves, from each species. These samples were used for structure, clarification and scanning-electron microscope observations. All species were amphistomatic. The potential major leaf barriers to herbicide penetration in *A. deflexus* and *A. spinosus* were, respectively, high cuticle thickness in the adaxial side and high cuticle thickness in both sides, respectively, whereas in *A. tenella*, high cuticle thickness on both sides, high content of epicuticular wax and high trichome density were the major potential barriers observed. *E. heterophylla* showed high content of the epicuticular wax, high latex glandular density and high cuticle thickness in the adaxial side as possible major barriers to herbicide penetration.

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

¹ Recebido para publicação em 22.4.2002 e na forma revisada em 23.9.2002.

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



INTRODUÇÃO

O conhecimento dos mecanismos de penetração dos herbicidas nos tecidos vegetais é fundamental para o sucesso do controle químico das 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, das 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 são as características anatômicas destas que praticamente determinam a facilidade com que esses produtos serão absorvidos (Hess & Falk, 1990).

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 altos níveis de cera epicuticular (ex.: *Cynodon dactylon*), ocorre menor porcentagem da superfície foliar coberta com o herbicida, reduzindo, assim, o número de células em contato com o produto (Hess & Falk, 1990).

As folhas apresentam vários níveis de desenvolvimento de tricomas e glândulas, que podem variar com a espécie. *Abutilon theophrasti*, por exemplo, possui tricomas simples e complexos e *Chenopodium album* possui alta densidade de tricomas glandulares na epiderme adaxial. Em consequência disso, nestas espécies as células da epiderme propriamente ditas podem se encontrar totalmente escondidas (Hess & Falk, 1990). Tricomas presentes na superfície foliar podem interceptar gotas pulverizadas, impedindo que elas alcancem a epiderme propriamente dita. Até mesmo quando os tricomas são simples e ocorrem em baixa densidade, verifica-se a aderência de gotas sobre eles (Ricotta & Masiunas, 1990). A eficiência da absorção de herbicidas pelos tricomas e a sua translocação para as células epidérmicas ainda são parcialmente desconhecidas (Hess & Falk, 1990). No entanto, de acordo com Hull (1970), pequena absorção

pode ocorrer via tricomas. Todavia, Hess & Falk (1990) afirmam que na maioria dos trabalhos realizados por diversos autores observa-se relação negativa entre a aderência dos herbicidas nos tricomas e a sua eficácia.

Quanto à cutícula, esta é a principal via de absorção dos herbicidas aplicados em pós-emergência, sendo o seu conhecimento de importância fundamental nos estudos de absorção (Devine, 1990). O uso de surfatantes siliconados tem contribuído na quebra da tensão superficial da calda de pulverização na folha, ocasionando assim maior espalhamento do produto, permitindo que os estômatos passem a ter também importante papel na penetração dos herbicidas. Segundo Audus (1976), a tensão superficial máxima para que ocorra fácil penetração da calda aplicada 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), constituindo-se numa barreira menos rígida à penetração de herbicidas (Hess & Falk, 1990). Conforme estes autores, esta característica é importante, pois a maioria das espécies de plantas daninhas apresenta estômatos sobre as superfícies adaxial e abaxial (anfiestomáticas). Entretanto, Silva et al. (2000) e Velini & Trindade (1992) relatam que, na maioria dessas espécies, os estômatos se localizam na face abaxial das folhas (hipoestomáticas). Esses resultados foram confirmados por Meyer et al. (1973), os quais, realizando contagens do número de estômatos em 39 espécies, observaram que 16 eram anfiestomáticas, e o restante, hipoestomáticas. Também observaram 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, acredita-se, ser menor (Silva et al., 2000). Outro fator que sugere pequena importância dos estômatos na absorção de herbicidas é o fato de eles, 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). Ela é também importante barreira à entrada de microrganismos e agroquímicos, inclusive os herbicidas. 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.

Conforme descrição feita por Kissmann (1999), *Amaranthus deflexus* apresenta folhas simples, alternas, aproximadas na parte terminal dos ramos, com pecíolo longo e canaliculado no lado superior, limbo rombônico ou ovalado e nervuras marcadas na face ventral e proeminentes na dorsal. As folhas de *Amaranthus spinosus* são simples, alternas, com limbo oblongo-lanceolado de ápice agudo e de base atenuada e margens regulares ou levemente onduladas. *Alternanthera tenella* possui folhas simples, sésseis, opostas, com limbo oblongo-lanceolado de base atenuada e ápice agudo, margens inteiras e nervuras marcadas na face ventral e proeminentes na dorsal. A morfologia das folhas de *Euphorbia heterophylla* é extremamente variável; as folhas podem ser estreitas e longas, panduriformes, irregularmente lobadas ou irregularmente elípticas; as margens podem ser lisas ou irregularmente denteadas.

Objetivou-se neste trabalho estudar a anatomia foliar de quatro espécies de plantas

daninhas de grande ocorrência no Brasil, a fim de melhor compreender as barreiras impostas por cada espécie à penetração dos herbicidas aplicados em pós-emergência, visando desenvolver estratégias para superar esses obstáculos.

MATERIAL E MÉTODOS

As espécies de plantas daninhas avaliadas foram: *Amaranthus deflexus* (caruru-rasteiro), *Amaranthus spinosus* (caruru-de-espinho) e *Alternanthera tenella* (apaga-fogo), pertencentes à família Amaranthaceae, e *Euphorbia heterophylla* (leiteiro), pertencente à família Euphorbiaceae.

As folhas foram coletadas de três plantas de cada espécie vegetal de ocorrência espontânea no campus da Universidade Federal de Viçosa. De cada espécie vegetal foi coletada uma folha, ou folíolo, do terceiro ao quinto nó, quando esta se encontrava completamente expandida. As folhas coletadas foram armazenadas diretamente em FAA 50 e transportadas ao Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia Vegetal.

Em cada folha, por espécie, foram obtidas três amostras na região mediana, com aproximadamente 1 cm², as quais 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-butílica 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 micrótomo rotativo Ultracut - Leica RM-2155 e montadas em lâminas histológicas. Após desparafinização, os cortes foram corados com fuccina básica e azul-de-astrea e montados em balsamo-do-canadá. Foram preparadas lâminas de cortes transversais a fresco, que foram submetidas ao reagente citotóxico Sudam III, para caracterização das cutículas. Depois de selecionados, alguns



cortes foram fotomicrografados com 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, epiderme (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. A seguir, as amostras foram lavadas e desidratadas em uma série etílica progressiva, coradas com safranina (1% solução aquosa) e azul-de-astrea e montadas em bálsamo-do-canadá (Berlyn & Mikshe, 1976, modificado). 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 em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV)

Parte das amostras das folhas foi fixada em glutaraldeído 6%, na temperatura de 4 °C, durante 24 horas, pós-fixada em tetróxido de ósmio a 3% na mesma temperatura durante duas horas, lavada em solução-tampão de cacodilato de sódio e desidratada em série

alcoólica progressiva até álcool etílico absoluto. Essas amostras foram submetidas ao ponto crítico de dessecação de CO₂ em equipamento CPD 020 Ballers Union, montadas em suporte metálico e cobertas com ouro paládio (Bozzola & Russell, 1992). O material foliar preparado foi observado e eletromicrografado em microscópio eletrônico de varredura JEOL T-200.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. *Amaranthus deflexus*

Esta espécie apresentou lâmina foliar com espessura média de 149,50 µm (Tabela 1 e Figura 1). A epiderme é simples (com uma camada de células), sendo a da face adaxial mais espessa que a da abaxial (Tabela 1). Seu mesofilo foliar é homogêneo, apresentando espessura média de 116,80 µm (Tabela 1 e Figura 1). As folhas são anfiestomáticas (apresenta estômatos nas duas faces das folhas) (Figura 2), e em ambas as faces os estômatos estão dispostos no mesmo nível das demais células da epiderme. Tanto na face adaxial como na abaxial os estômatos são anomocíticos (não existe número fixo de células subsidiárias envolvendo os estômatos), sendo os ostíolos da face abaxial de maior comprimento (Tabela 2). Foi verificada maior presença de estômatos na face abaxial das folhas (Tabela 2). Tricomas glandulares multicelulares não-ramificados foram observados sobre as nervuras das duas faces das folhas, porém em baixa densidade (Tabela 3). A cutícula é bem mais espessa na face adaxial das folhas (Tabela 3). Quanto aos feixes vasculares, estes apresentam Anatomia de Kranz (Figura 1), típica de plantas com metabolismo C4. A taxa de vascularização foliar média é de seis feixes a cada 590 µm de largura

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

Espécie vegetal	Lâmina foliar	Epiderme (face adaxial)	Epiderme (face abaxial)	Parênquima paliçádico	Parênquima lacunoso	Parênquima homogêneo
	Espessura (µm)					
<i>Amaranthus deflexus</i>	149,50	17,93	13,91	-	-	116,80
<i>Amaranthus spinosus</i>	264,34	18,82	16,90	-	-	223,69
<i>Alternanthera tenella</i>	252,39	18,80	7,92	65,33	92,54	-
<i>Euphorbia heterophylla</i>	149,13	10,47	9,52	65,33	60,38	-

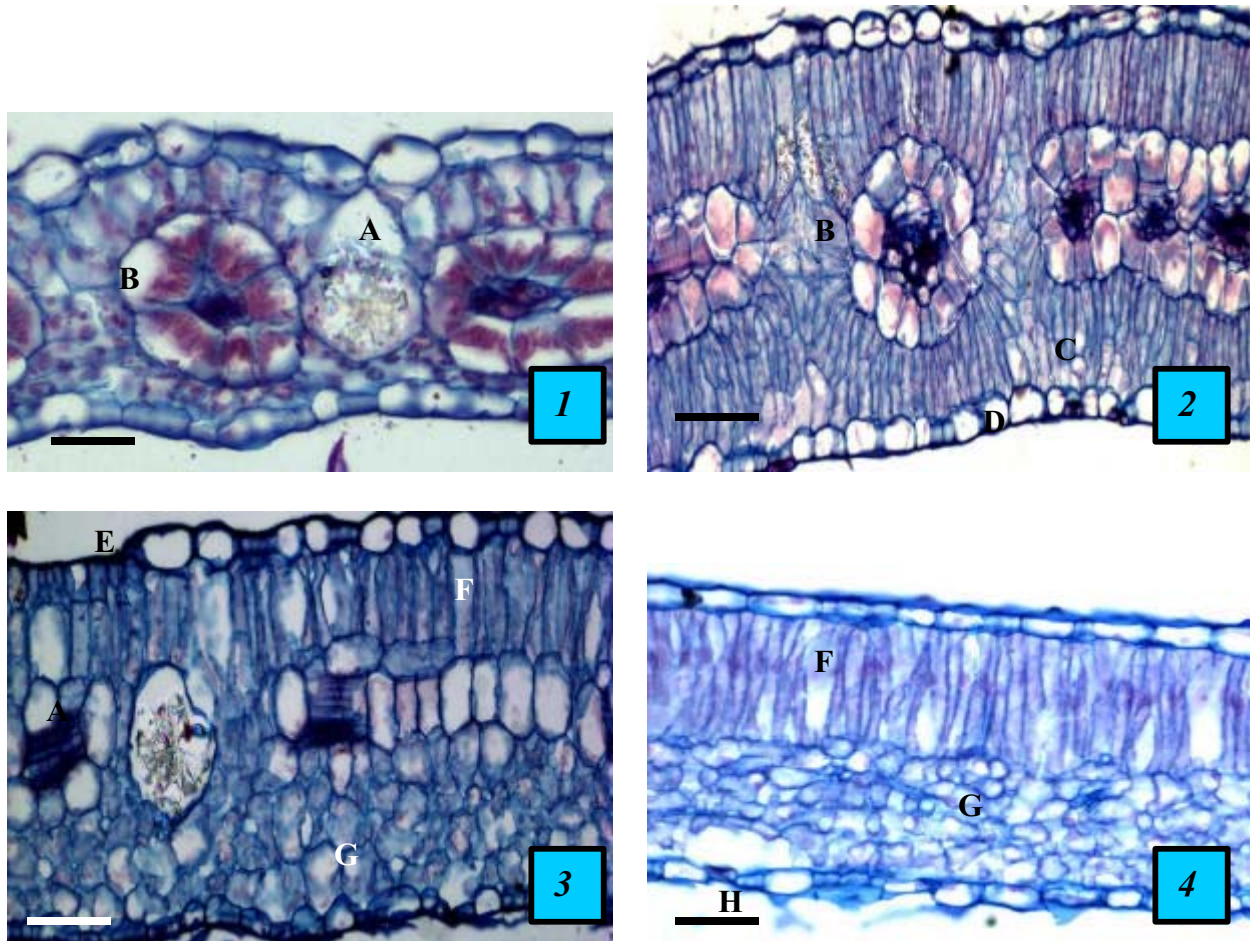


Figura 1 - Seção transversal da lâmina foliar de: 1. caruru-rasteiro (*Amaranthus deflexus*), 2. caruru-de-espinho (*Amaranthus spinosus*), 3. apaga-fogo (*Alternanthera tenella*), 4. leiteiro (*Euphorbia heterophylla*). A: drusa; B: Anatomia de Kranz; C: parênquima homogêneo; D: epiderme abaxial; E: epiderme adaxial; F: parênquima paliçádico; G: parênquima lacunoso; H: estômato na epiderme abaxial. (Barra = 50 μ m).

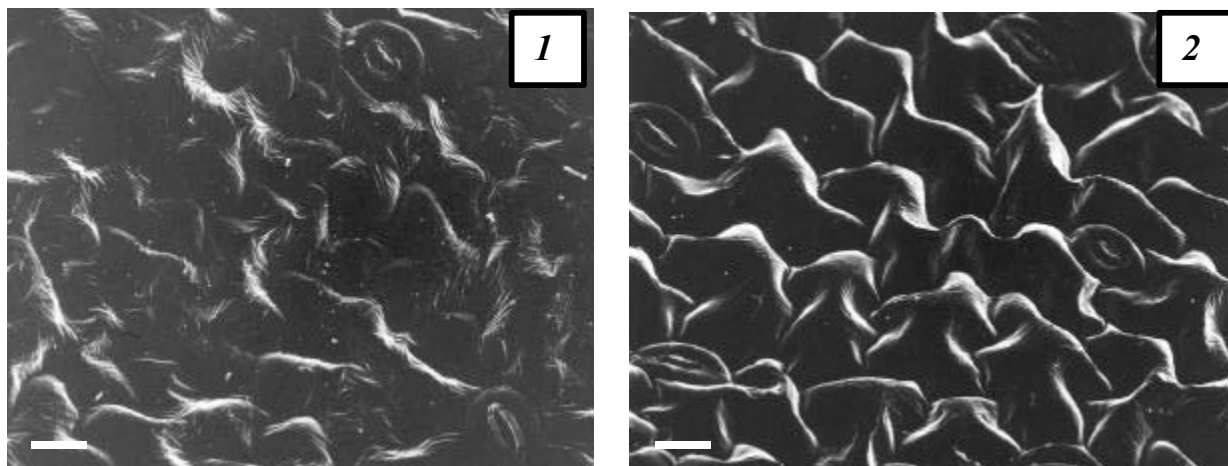


Figura 2 - Superfície foliar da face abaxial (1) e da adaxial (2) de *Amaranthus deflexus*. (Barra 1 = 10 μ m e Barra 2 = 10 μ m).

de lâmina foliar (Tabela 3). Verificou-se também a presença de drusas (cristais formados à base de oxalato de cálcio) entre os feixes vasculares (Figura 1).

2. *Amaranthus spinosus*

Apresentou lâmina foliar com espessura média de 264,34 μm (Tabela 1 e Figura 1). A epiderme é simples, e as células da face adaxial são desuniformes e arredondadas, enquanto as da face abaxial apresentam formato retangular; a epiderme da face adaxial é mais espessa que a da abaxial (Tabela 1). Seu mesofilo foliar é homogêneo, não se diferenciando o parênquima paliçádico do lacunoso, apresentando espessura média de 223,69 μm (Tabela 1 e Figura 1). Suas folhas são anfiestomáticas (Figura 3); na face abaxial os estômatos estão dispostos no mesmo nível das demais células da epiderme e, na face adaxial, eles se encontram um pouco acima em relação às outras células epidérmicas. Tanto na face adaxial como na abaxial os estômatos são anomocíticos, sendo os ostíolos da face adaxial de maior comprimento (Tabela 2). Foi verificada a maior presença de estômatos na face abaxial das folhas, mas a quantidade encontrada na face adaxial não é pequena (Tabela 2). Tricomas glandulares multicelulares não-ramificados foram observados na face abaxial das folhas sobre as nervuras, porém em baixa densidade (Tabela 3). A cutícula é mais espessa na face adaxial das folhas (Tabela 3). Quanto aos feixes vasculares, estes apresentam Anatomia de Kranz, típica de plantas com metabolismo C4 (Figura 1). A taxa de vascularização foliar média é de cinco feixes a cada 590 μm de largura de lâmina foliar (Tabela 3). Observou-se também a presença de grandes quantidades de drusas entre os feixes vasculares.

3. *Alternanthera tenella*

Apresentou lâmina foliar com espessura média de 252,39 μm (Tabela 1 e Figura 1). A epiderme é simples, sendo a da face adaxial mais espessa que a da abaxial (Tabela 1). Seu mesofilo foliar é dorsiventral; o parênquima paliçádico apresenta uma camada de células com espessura média de 65,33 μm , e a espessura média do parênquima lacunoso é de 92,54 μm (Tabela 1 e Figura 1). Suas folhas

são anfiestomáticas (Figura 4), 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 diacíticos, sendo os ostíolos da face adaxial de maior comprimento (Tabela 2). Foi verificada a maior presença de estômatos na face abaxial das folhas (Tabela 2). Tricomas glandulares multicelulares não-ramificados foram observados em ambas as faces das folhas (Tabela 3 e Figura 4). A cutícula apresentou a mesma espessura em ambas as faces das folhas (Tabela 3) e mostrou alto teor de cera epicuticular. A taxa de vascularização foliar média é de três feixes a cada 590 μm de largura de lâmina foliar (Tabela 3). Também foi verificada a presença de drusas entre os feixes vasculares (Figura 1).

4. *Euphorbia heterophylla*

Apresentou lâmina foliar com espessura média de 149,13 μm (Tabela 1 e Figura 1). A epiderme é simples, sendo a da face adaxial mais espessa que a da abaxial; ambas as epidermes são papiladas (Tabela 1). Na epiderme das folhas também se observa a presença de laticíferos (Figura 5). Seu mesofilo foliar é dorsiventral, compacto; o parênquima paliçádico apresenta uma camada de células com espessura média de 65,33 μm , e a espessura média do parênquima lacunoso é de 60,38 μm (Tabela 1 e Figura 1). Suas folhas são anfiestomáticas (Figura 1); nas duas faces os estômatos estão dispostos no mesmo nível das demais células da epiderme. Tanto na face adaxial como na abaxial os estômatos são anomocíticos; os ostíolos da face adaxial 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, porém com predomínio na face abaxial (Tabela 3 e Figura 5). A cutícula é mais espessa na face adaxial das folhas (Tabela 3) e apresenta alto teor de cera epicuticular (Figura 5). A taxa de vascularização foliar média é de quatro feixes a cada 590 μm de largura de lâmina foliar (Tabela 3).

Um resumo das principais características anatômicas que podem ser barreiras foliares à penetração dos herbicidas presentes nas espécies de plantas daninhas avaliadas é

apresentado na Tabela 4. As principais barreiras foliares potenciais à penetração de herbicidas constatadas nas plantas daninhas *A. deflexus* e *A. spinosus* foram, respectivamente, grande espessura da cutícula da face adaxial e grande espessura da cutícula das duas faces. Já em relação a *A. tenella*, grande espessura da cutícula das duas faces, alto

teor de cera epicuticular e alta densidade tricomática foram os principais possíveis obstáculos detectados. *E. heterophylla* apresentou como principais barreiras foliares potenciais à penetração de herbicidas o elevado teor de cera epicuticular, a alta densidade de laticíferos e a grande espessura da cutícula da face adaxial.

Tabela 2 - Índice estomático, densidade estomática e comprimento de ostíolos das espécies de 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>Amaranthus deflexus</i>	20,69	26,94	105	143	10,38	9,71
<i>Amaranthus spinosus</i>	32,64	27,02	156	217	13,60	7,65
<i>Alternanthera tenella</i>	20,53	19,27	106	146	21,68	17,52
<i>Euphorbia heterophylla</i>	14,27	24,35	138	188	18,21	12,81

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

Espécie vegetal	Cutícula espessura (μm)		Densidade tricomática (tricomatos mm ⁻²)		Número de feixes vasculares em 590 μm de lâmina foliar
	adaxial	abaxial	adaxial	abaxial	
<i>Amaranthus deflexus</i>	2,34	1,13	1,00	0,20	6
<i>Amaranthus spinosus</i>	3,95	1,73	-	0,60	5
<i>Alternanthera tenella</i>	1,97	1,97	5,20	8,40	3
<i>Euphorbia heterophylla</i>	2,33	1,42	1,00	2,40	4

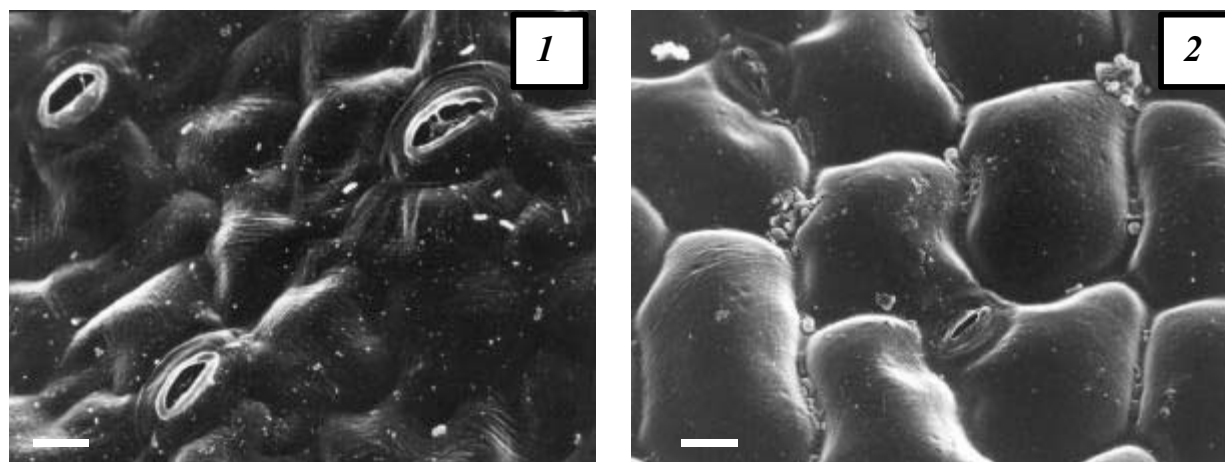


Figura 3 - Superfície foliar da face abaxial (1) e da adaxial (2) de *Amaranthus spinosus*. (Barra 1 = 10 μm e Barra 2 = 10 μm).

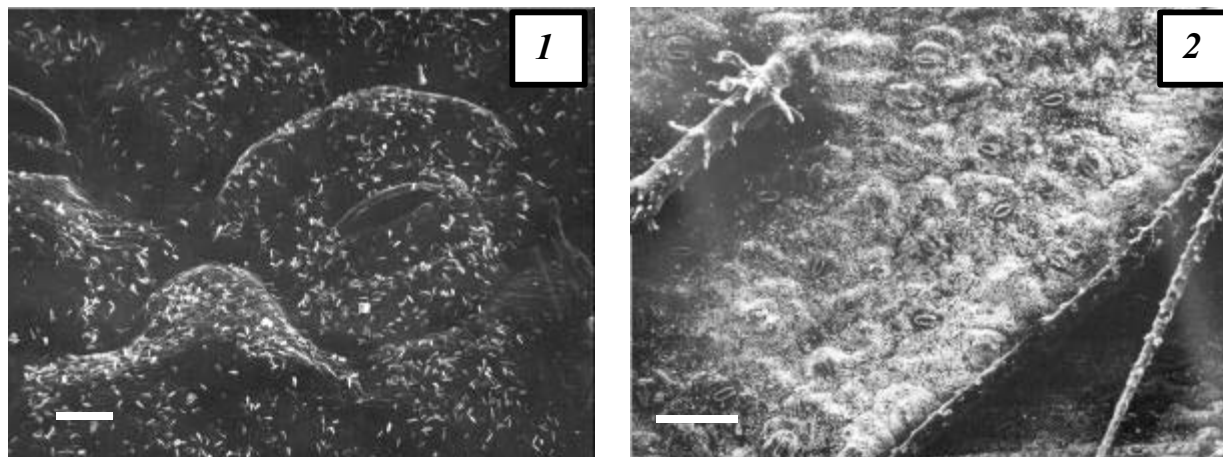


Figura 4 - Superfície foliar da face abaxial (1) e da adaxial (2) de *Alternanthera tenella*. (Barra 1 = 10 μm e Barra 2 = 100 μm).

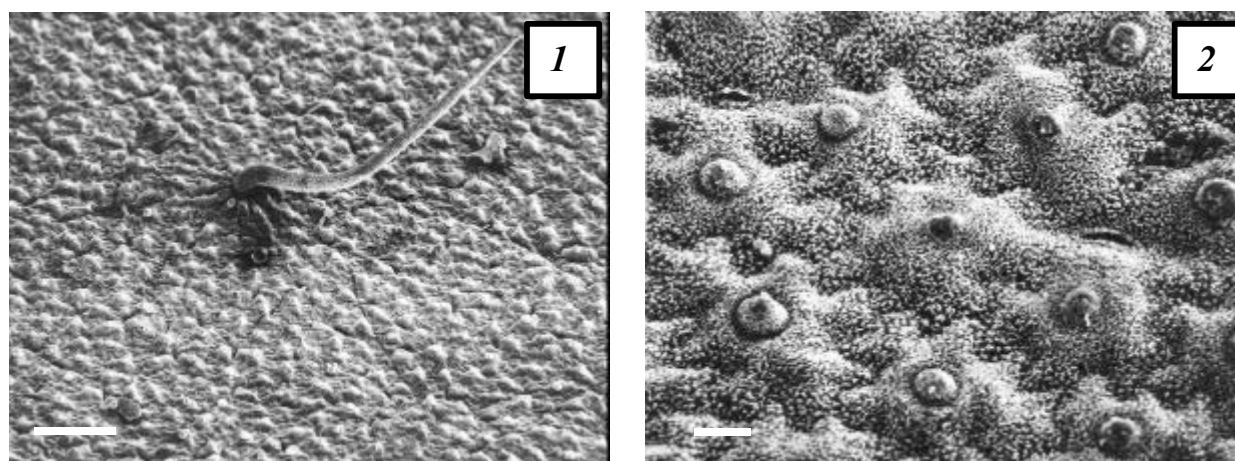


Figura 5 - Superfície foliar da face abaxial (1) e da adaxial (2) de *Euphorbia heterophylla*. (Barra 1 = 100 μm e Barra 2 = 10 μm).

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

Espécie vegetal	Principais barreiras foliares potenciais à penetração de herbicidas
<i>Amaranthus deflexus</i>	Grande espessura da cutícula da face adaxial
<i>Amaranthus spinosus</i>	Grande espessura da cutícula das duas faces
<i>Alternanthera tenella</i>	Grande espessura da cutícula das duas faces; alto teor de cera epicuticular; alta densidade tricomática
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Alto teor de cera epicuticular; alta densidade de laticíferos; grande espessura da cutícula da face adaxial

Com base nas características anatómicas das folhas de *A. deflexus* e *A. spinosus*, o uso de surfatantes organossiliconados que permitem maior contato da calda com a superfície foliar,

além de aumentar a penetração estomática, poderia ser uma estratégia interessante, uma vez que as referidas espécies apresentam alta densidade estomática. O uso de

organossiliconados na calda de aplicação dos herbicidas pode também facilitar a penetração de herbicidas em folhas de *A. tenella* e *E. heterophylla*, devido, principalmente, ao grande comprimento dos ostíolos observado nas folhas dessas espécies, principalmente de *A. tenella*.

Outra estratégia que poderia favorecer a absorção dos herbicidas pelas folhas em plantas daninhas seria o grau de hidratação das folhas, em especial a hidratação das placas de cera epicuticular. Plantas que se desenvolvem em condições de boa umidade do solo, temperatura amena e luminosidade adequada permaneceriam com os estômatos abertos por maior tempo, auxiliando assim a penetração de herbicidas. No entanto, a adição de óleos minerais ou vegetais na calda de aplicação e a escolha de formulações dos herbicidas com características mais lipofílicas poderiam também auxiliar a entrada de herbicidas, principalmente quando aplicados em espécies que apresentam folhas com elevado nível de cera epicuticular e penetram pela rota hidrofílica.

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.
- DEVINE, M. D. Mechanisms of herbicide absorption and translocation in plants. **Weed Sci.**, v. 38, p. 279-285, 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. **Residue Rev.**, v. 31, p. 1-155, 1970.
- KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: Basf, 1999. 976 p. t. 2
- MEYER, B. et al. **Introdução à fisiologia vegetal**. 2.ed. Lisboa: 1973. 710 p.
- RICOTTA, J. A.; MASIUNAS, J. B. Relationship of leaf surface characteristics to acifluorfen tolerance in tomato (*Lycopersicon esculentum*) and related species. **Weed Sci.**, v. 38, p. 567-572, 1990.
- 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.

