

ESTUDOS ANATÔMICOS DE FOLHAS DE ESPÉCIES DE PLANTAS DANINHAS DE GRANDE OCORRÊNCIA NO BRASIL. III - *Galinsoga parviflora*, *Crotalaria incana*, *Conyza bonariensis* E *Ipomoea cairica*¹

Leaf Anatomical Studies in Weed Species Widely Common in Brazil. III - Galinsoga parviflora, Crotalaria incana, Conyza bonariensis and Ipomoea cairica

PROCÓPIO, S.O.², FERREIRA, E.A.³, SILVA, E.A.M.⁴, SILVA, A.A.⁵, RUFINO, R.J.N.⁶ e SANTOS, J.B.⁷

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi estudar a anatomia das folhas das espécies de plantas daninhas de grande ocorrência no Brasil: *Galinsoga parviflora*, *Crotalaria incana*, *Conyza bonariensis* e *Ipomoea cairica*, visando melhor entendimento sobre as barreiras que cada espécie impõe à penetração dos herbicidas e, assim, fornecer subsídios à 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, com aproximadamente 1 cm², as quais foram utilizadas em estudos da estrutura e clarificação e em observações em microscópio eletrônico de varredura (MEV). Todas as espécies avaliadas são anfiestomáticas. A principal barreira foliar potencial à penetração de herbicidas observada na planta daninha *G. parviflora* foi a baixa densidade estomática na face adaxial. *C. incana* apresentou como possível principal obstáculo foliar à penetração de herbicidas o alto teor de cera epicuticular. Já em relação a *C. bonariensis* alta densidade tricômica, grande espessura da cutícula da face adaxial e baixa densidade estomática na face adaxial foram as principais barreiras detectadas. Grande espessura da cutícula da face adaxial e baixa densidade estomática na face adaxial foram os possíveis obstáculos constatados nas folhas de *I. cairica*.

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

ABSTRACT - This research aimed to study the leaf anatomy of the weed species ***Galinsoga parviflora*, *Crotalaria incana*, *Conyza bonariensis* and *Ipomoea cairica***, widely known in Brazil, to acquire a better understanding of the barriers each species imposes upon herbicide penetration, and to find strategies to overcome these obstacles. The completely expanded leaves from the third to the fifth nodes were collected from spontaneous plants in the field. Three samples with approximately 1 cm² were taken from the leaves of each species, at the central portion and were used in structure and clarification studies as well as in scanning-electron microscope (SEM) observations. All species were found to be amphistomatic. The potential main leaf barriers against herbicide penetration were found to be low stomatic density in the adaxial side in ***G. parviflora***; high epicuticular wax content in ***C. incana***; and high trichome density, high cuticle thickness in the adaxial side and low stomatic density in the adaxial side in ***C. bonariensis***. High cuticle thickness in the adaxial side and low stomatic density in the adaxial side were the possible herbicide barriers observed in the leaves of ***I. cairica***.

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

¹ Recebido para publicação em 22.4.2002 e na forma revisada em 2.4.2003.

² Doutorando em Fitotecnia, Dep. de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa - UFV, 36571-000 Viçosa-MG, <procopio@alunos.ufv.br.>; ³ Acadêmico de Agronomia, estagiário do Dep. de Biologia Vegetal da UFV, <ealves.ferreira@bol.com.br>; ⁴ Prof. do Dep. de Biologia Vegetal da UFV, <esilva@mail.ufv.br>; ⁵ Prof. do Dep. de Fitotecnia da UFV, <aasilva@mail.ufv.br>; ⁶ Mestrado em Botânica, Dep. de Biologia Vegetal da UFV, <rufino@homenet.com.br>; ⁷ Mestrando em Fitotecnia, Dep. de Fitotecnia da UFV, <jbarbosa2000@yahoo.com.br>.



INTRODUÇÃO

Estudos sobre a 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, 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, ao passo que sua anatomia, 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 de forma similar sobre uma folha com altos níveis 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 propriamente dita. 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 serem os tricomas bom caminho para a entrada de herbicidas. Hess & Falk (1990), fazendo revisão de literatura, encontraram na maioria dos trabalhos relação negativa entre a aderência dos herbicidas nos tricomas e a eficácia destes produtos.

A cutícula é a principal via de absorção dos herbicidas aplicados em pós-emergência, sendo o conhecimento de sua estrutura de fundamental importância 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/cm². Outro fator ligado à penetração dos herbicidas pelos estômatos é que a cutícula sobre as células-guarda é mais fina e mais permeável (menor teor de cera epicuticular) do que a cutícula sobre outras células epidérmicas (Hess & Falk, 1990).

Segundo Hess & Falk (1990), a maioria das plantas daninhas apresenta em suas folhas estômatos sobre as superfícies adaxial e abaxial (anfiestomáticas). No entanto, Silva et al. (2000) e Velini & Trindade (1992) relatam que na maioria destas plantas os estômatos se localizam apenas na face abaxial das folhas (hipoestomáticas). Meyer et al. (1973), realizando contagens do número de estômatos de 39 espécies, observaram que 23 eram hipoestomáticas. 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 que estes, em vários horários do dia, se encontram 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. Ela 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 seguem a rota lipofílica e os compostos polares, a rota hidrofílica (Silva et al., 2000). De acordo com os mesmos autores, supõe-se que os herbicidas lipofílicos se solubilizem nos componentes lipofílicos da cutícula e se difundam através desta. Já em relação aos herbicidas hidrofílicos, admite-se que a cutícula tenha estrutura porosa, que 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.

Galinsoga parviflora apresenta folhas simples, opostas, sendo as inferiores pecioladas e as superiores praticamente sésseis, com limbo flácido de formato ovalado a oblongo e de margens crenadas ou levemente serradas e ápice agudo (Kissmann, 1999). *Crotalaria incana* possui folhas alternas, compostas, trifoliadas com folíolos subsésseis, obovados, de ápice arredondado e mucronado (Kissmann, 1999). As folhas de *Conyza bonariensis* são simples, alternas, sésseis, as inferiores de formato oblanceolado com base atenuada e ápice e agudo as superiores lanceoladas a lineares e de margens inteiras ou com alguns dentes (Kissmann, 1999). As folhas de *Ipomoea cairica* são palmatipartidas, de contorno geral arredondado, com cinco lobos inteiros, podendo às vezes ser encontradas folhas com sete lobos; o formato dos lobos é em geral ovalado-lanceolado (Kissmann, 1999).

O objetivo deste trabalho foi estudar a anatomia foliar de quatro espécies de plantas daninhas de grande ocorrência no Brasil,

visando ter melhor entendimento sobre as barreiras que cada espécie impõe à penetração dos herbicidas e, assim, fornecer subsídios à busca de estratégias para superar esses obstáculos.

MATERIAL E MÉTODOS

A plantas daninhas avaliadas foram: *Galinsoga parviflora* - Compositae (botão-de-ouro), *Crotalaria incana* - Fabaceae (guizo-de-cascavel), *Conyza bonariensis* - Compositae (buva) e *Ipomoea cairica* - Convolvulaceae (corda-de-viola).

As folhas foram coletadas em três plantas por espécie, de ocorrência espontânea em campo cultivado com culturas anuais. De cada espécie vegetal coletou-se uma folha ou folíolo do terceiro ao quinto nó, quando elas estavam completamente expandidas. As folhas foram coletadas e 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. Estas amostras foram utilizadas, respectivamente, 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 em vácuo, durante 24 horas, 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 etílica-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 um micrótomo rotativo Ultracut - Leica RM-2155 e montadas em lâminas histológicas. Após 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 citológico Sudam III, para caracterização das cutículas. Depois da 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, epiderme (superior e inferior), parênquimas (paliçádico, lacunoso, homogêneo) e cutícula (adaxial e abaxial). Avaliou-se 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. Após essa etapa, as amostras foram lavadas e desidratadas em série etílica progressiva, coradas com safranina (1% solução aquosa) e azul-de-astra e montadas em bálsamo-do-canadá (Berlyn & Mikche, 1976). 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 dessecação 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. *Galinsoga parviflora*

Esta espécie apresenta lâmina foliar com espessura média de 157,02 μm (Tabela 1 e Figura 1). A epiderme é simples, sendo a da face adaxial mais espessa em relação à abaxial (Tabela 1). Seu mesofilo é dorsiventral, pouco compacto; o parênquima paliçádico apresenta uma camada de células com espessura média de 50,99 μm , e a espessura média do parênquima lacunoso é de 72,40 μm (Tabela 1 e Figura 1). As folhas são anfiestomáticas (Figura 2), e 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 abaxial possuem maior comprimento (Tabela 2). Foi verificada a maior presença de estômatos na face abaxial das folhas (Tabela 2). Tricomas tectores multicelulares não-ramificados foram observados em ambas as faces, principalmente sobre as nervuras, em baixa densidade (Tabela 3 e Figura 2). A cutícula é mais espessa na face adaxial das folhas (Tabela 3). Sua taxa de vascularização foliar média é de três feixes a cada 590 μm de largura foliar (Tabela 3). Entre os feixes vasculares foi constatada a presença de ductos secretores (Figura 1).

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>Galinsoga parviflora</i>	157,02	13,90	8,47	50,99	72,40	-
<i>Crotalaria incana</i>	249,96	20,82	13,86	113,82	100,97	-
<i>Conyza bonariensis</i>	129,66	11,90	8,41	38,64	49,00	-
<i>Ipomoea cairica</i>	108,37	11,81	9,48	52,46	37,62	-

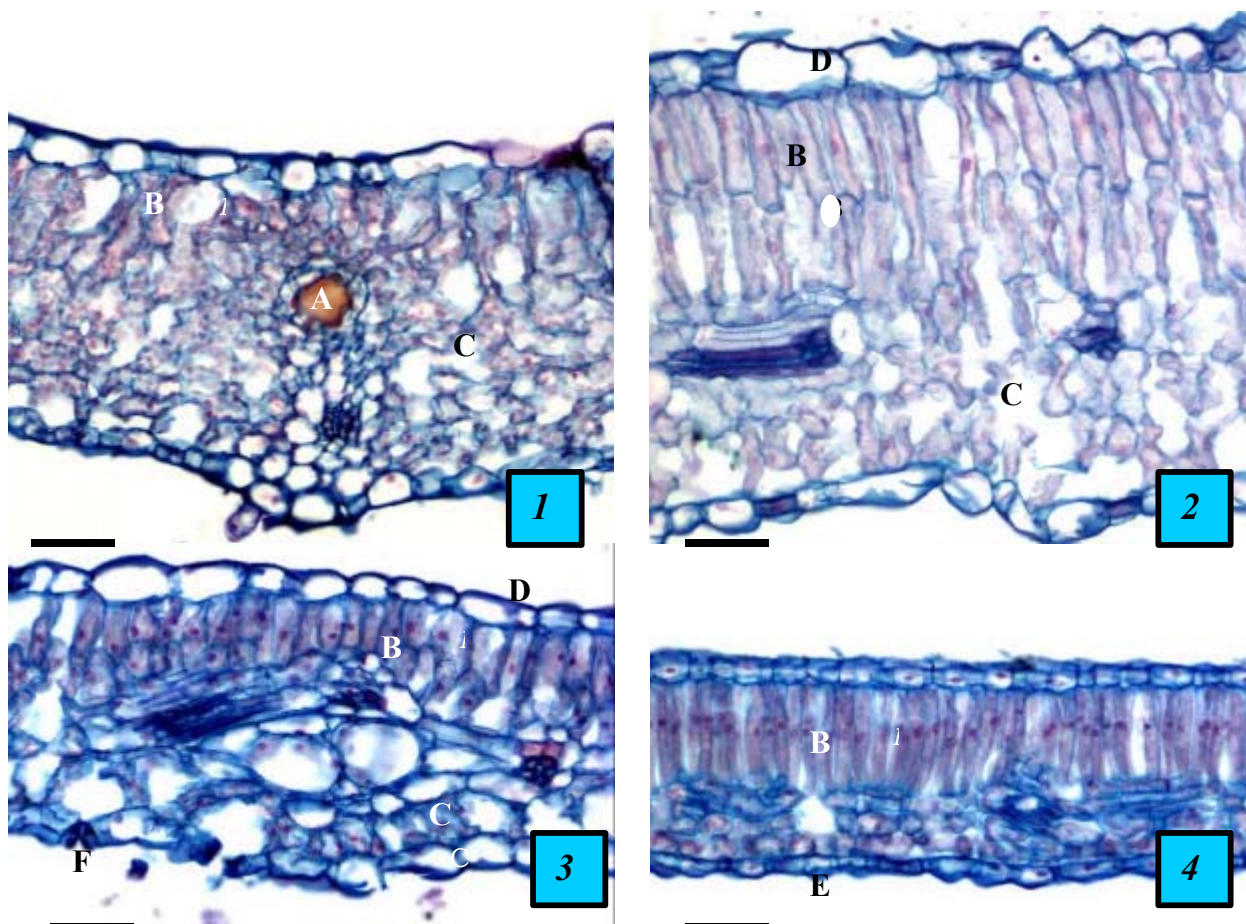


Figura 1 - Seção transversal das folhas de: 1. botão-de-ouro (*Galinsoga parviflora*), 2. guizo-de-cascavel (*Crotalaria incana*), 3. buva (*Conyza bonariensis*) e 4. corda-de-viola (*Ipomoea cairica*). A: ducto secretor; B: parênquima paliçádico; C: parênquima lacunoso; D: epiderme adaxial; E: epiderme abaxial; F: estômato na epiderme abaxial. (Barra = 50 μ m).

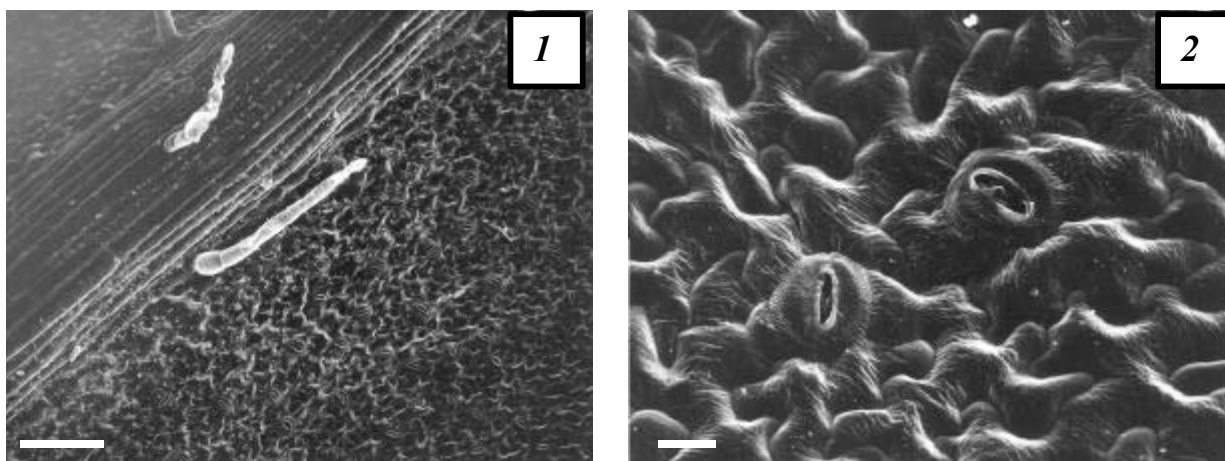


Figura 2 - Superfície foliar da face abaxial (1) e da adaxial (2) de *Galinsoga parviflora*. (Barra 1 = 100 μ m e Barra 2 = 10 μ m).

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>Galinsoga parviflora</i>	13,83	29,76	48	156	13,38	14,55
<i>Crotalaria incana</i>	24,61	30,61	196	375	12,27	10,32
<i>Conyza bonariensis</i>	9,19	19,64	42	162	12,82	26,79
<i>Ipomoea cairica</i>	7,65	16,10	47	143	11,46	13,59

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 (tricomos mm ⁻²)		Número de feixes vasculares em 590 μm de lâmina foliar
	adaxial	abaxial	adaxial	abaxial	
<i>Galinsoga parviflora</i>	1,60	1,55	0,60	1,40	3
<i>Crotalaria incana</i>	1,39	1,38	0,60	1,60	4
<i>Conyza bonariensis</i>	2,10	1,11	26,20	35,40	3
<i>Ipomoea cairica</i>	2,59	1,73	-	0,90	7

2. *Crotalaria incana*

Apresenta lâmina foliar com espessura média de 248,96 μm (Tabela 1 e Figura 1). A epiderme é simples, sendo a adaxial mais espessa que a abaxial (Tabela 1). Seu mesofilo é dorsiventral, e o parênquima paliçádico apresenta duas camadas de células, com espessura média total de 113,82 μm; a espessura média do parênquima lacunoso é de 100,97 μm (Tabela 1 e Figura 1). As folhas são anfiestomáticas; 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, porém a quantidade de estômatos vista na face adaxial é bastante considerável (Tabela 2 e Figura 3). Tricomas tectores unicelulares não-ramificados foram observados em ambas as faces em baixa densidade (Tabela 3). A cutícula apresentou praticamente a mesma espessura em ambas as faces das folhas (Tabela 3) e com alto teor de cera epicuticular

(Figura 3). Sua taxa de vascularização foliar média é de quatro feixes a cada 590 μm de largura foliar (Tabela 3).

3. *Conyza bonariensis*

Apresenta lâmina foliar com espessura média de 129,66 μm (Tabela 1 e Figura 1). A epiderme é simples, sendo a da face adaxial mais espessa que a abaxial (Tabela 1). Seu mesofilo é dorsiventral, com o parênquima paliçádico apresentando uma camada de células com espessura média de 38,64 μm; a espessura média do parênquima lacunoso é de 49,00 μm (Tabela 1 e Figura 1). As folhas são anfiestomáticas (Figura 1), estando os estômatos na face adaxial dispostos no mesmo nível das demais células da epiderme, e na face abaxial estes se encontram pouco acima do nível destas. Tanto na face adaxial como na abaxial os estômatos são anomocíticos, sendo os ostíolos da face abaxial maiores (Tabela 2). Foi verificada a maior presença de estômatos na face abaxial das folhas (Tabela 2). Tricomas glandulares e tectores multicelulares não-ramificados foram observados em ambas as faces

das folhas, todavia com predomínio na face abaxial (Tabela 3 e Figura 4). A cutícula é mais espessa na face adaxial das folhas e apresenta cera epicuticular, principalmente na face adaxial (Tabela 3). Sua taxa de vascularização foliar média é de três feixes a cada $590 \mu\text{m}$ de largura foliar (Tabela 3).

4. *Ipomoea cairica*

Apresenta lâmina foliar com espessura média de $108,37 \mu\text{m}$ (Tabela 1 e Figura 1). A epiderme é simples, sendo a da face adaxial mais espessa que a abaxial (Tabela 1). Foi verificada a presença de papilas na epiderme, sob a nervura central, na face adaxial. Seu mesofilo é dorsiventral, com o parênquima paliçádico apresentando uma camada de células com

espessura média de $52,46 \mu\text{m}$; a espessura média do parênquima lacunoso é de $37,62 \mu\text{m}$ (Tabela 1 e Figura 1). As folhas são anfiestomáticas (Figura 5), e 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, sendo os ostíolos da face abaxial maiores (Tabela 2). Foi verificada a maior presença de estômatos na face abaxial das folhas (Tabela 2). Tricomas glandulares foram observados na face abaxial das folhas, em baixa quantidade (Tabela 3). A cutícula é mais espessa na face adaxial das folhas e se apresenta coberta com cera epicuticular (Tabela 3). Sua taxa de vascularização foliar média é de sete feixes a cada $590 \mu\text{m}$ de largura foliar, com a presença de drusas na nervura central (Tabela 3).

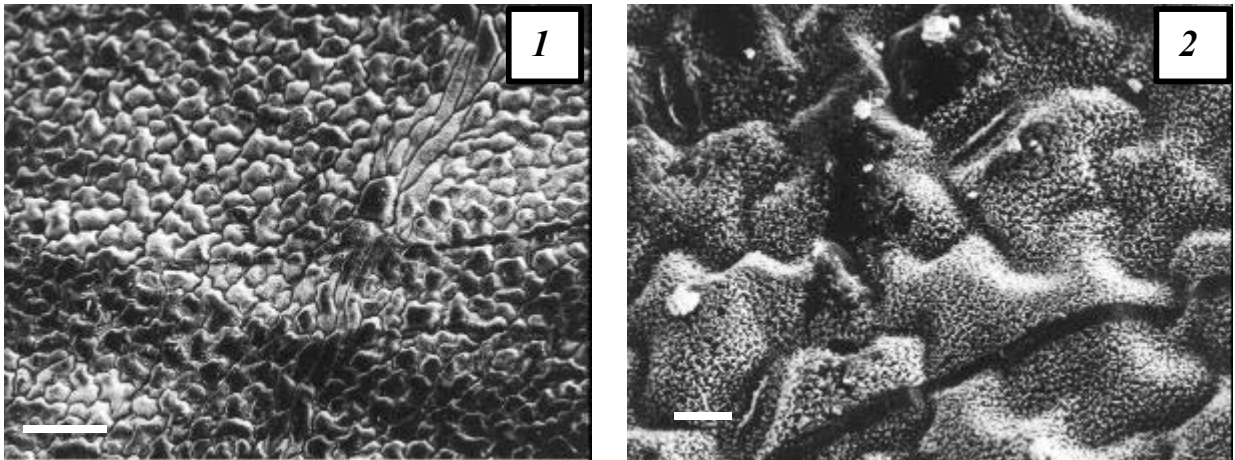


Figura 3 - Superfície foliar da face abaxial (1) e da adaxial (2) de *Crotalaria incana*. (Barra 1 = $100 \mu\text{m}$ e Barra 2 = $10 \mu\text{m}$).

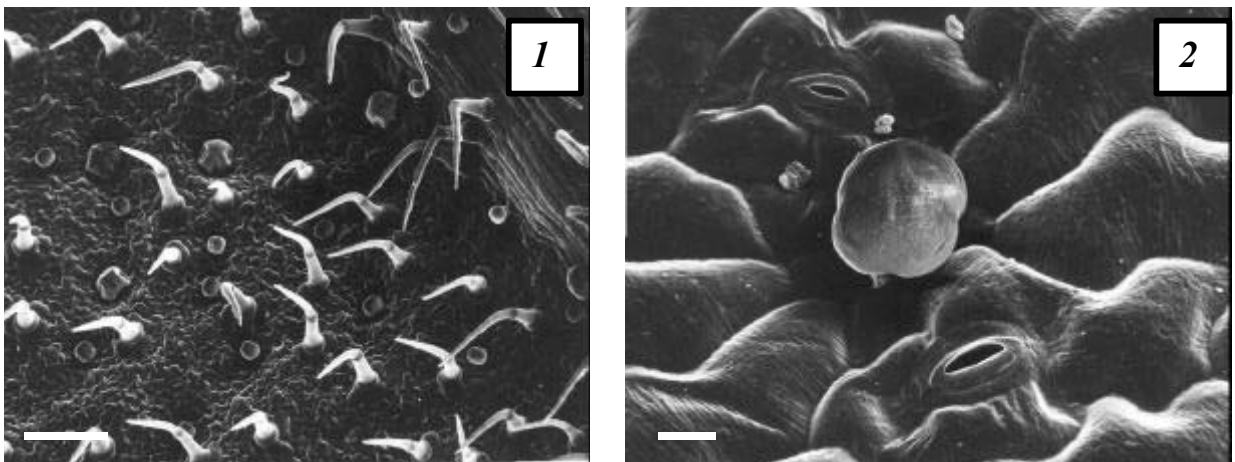


Figura 4 - Superfície foliar da face abaxial (1) e da adaxial (2) de *Conyza bonariensis*. (Barra 1 = $100 \mu\text{m}$ e Barra 2 = $10 \mu\text{m}$).

Um resumo das principais barreiras foliares potenciais à penetração dos herbicidas presentes nas espécies de plantas daninhas avaliadas é apresentado na Tabela 4. A principal barreira foliar à penetração de herbicidas observada na planta daninha *G. parviflora* foi a baixa densidade estomática na face adaxial. *C. incana* apresentou como principal obstáculo foliar potencial à penetração de herbicidas o alto teor de cera epicuticular. Já em relação a *C. bonariensis*, alta densidade tricomática, grande espessura da cutícula da face adaxial e baixa densidade estomática na face adaxial foram as principais barreiras potenciais detectadas. Grande espessura da cutícula da face adaxial e baixa densidade estomática na face adaxial foram os prováveis obstáculos constatados nas folhas de *I. cairica*.

Com base nas características anatômicas das folhas de *C. incana*, o uso de surfatantes

organossiliconados que aumentam a penetração estomática pode ser uma estratégia interessante para maximizar a eficiência dos herbicidas, devido à relativa alta densidade estomática apresentada por esta espécie. O uso de organossiliconados na calda de aplicação de herbicidas também pode ser boa opção nas folhas de *C. bonariensis*, devido ao grande comprimento dos ostíolos vistos em suas folhas, o que facilita 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 apresentam rota hidrofílica nas folhas de *C. incana* que possuem grandes níveis de cera epicuticular. Técnicas de aplicação que facilitem o molhamento da face abaxial das

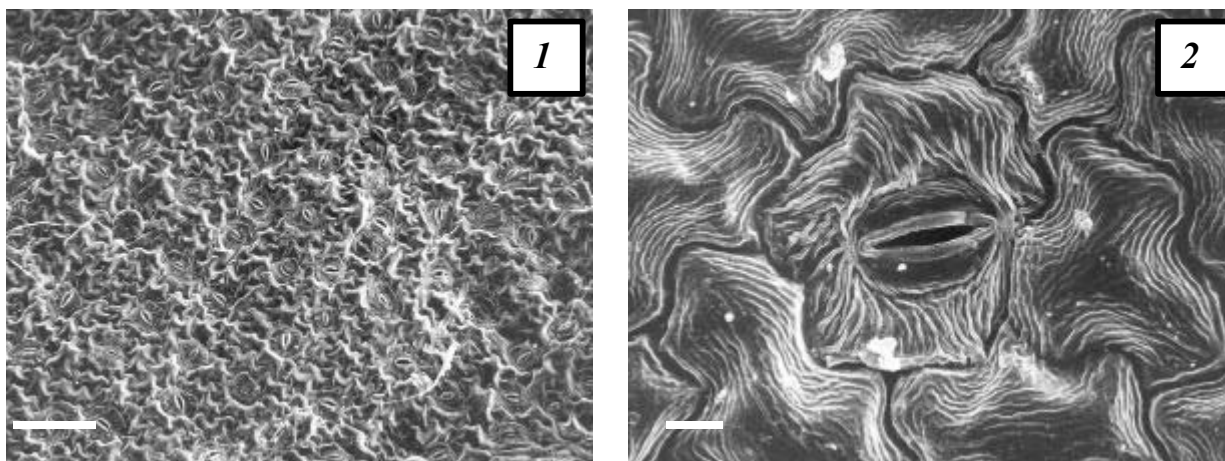


Figura 5 - Superfície foliar da face abaxial (1) e da adaxial (2) de *Ipomoea cairica*. (Barra 1 = 100 μm e Barra 2 = 10 μm).

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>Galinsoga parviflora</i>	Baixa densidade estomática na face adaxial
<i>Crotalaria incana</i>	Alto teor de cera epicuticular
<i>Conyza bonariensis</i>	Alta densidade tricomática; grande espessura da cutícula da face adaxial; baixa densidade estomática na face adaxial; presença de cera epicuticular, principalmente na face adaxial
<i>Ipomoea cairica</i>	Grande espessura da cutícula da face adaxial; baixa densidade estomática na face adaxial; alto teor de cera epicuticular

folhas de *G. parviflora* e *I. cairica*, como regulação da pressão do pulverizador, escolha da ponta de pulverização e uso de surfatantes organossiliconados, devem proporcionar maior penetração dos herbicidas, pois esta face, nestas plantas, apresenta menor espessura de cutícula e maior densidade estomática.

LITERATURA CITADA

AUDUS, L. J. **The physiology and biochemistry of herbicides**. 2.ed. New York: USA: 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**. 2.ed. São Paulo: 1999. 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. **Anais...** Botucatu: UNESP, 1992. p. 65-86.

