

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS FOLIARES E CONTROLE
QUÍMICO EM PÓS-EMERGÊNCIA DE *Brachiaria decumbens* E
*Brachiaria plantaginea***

RENATA PEREIRA MARQUES

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP - Campus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia (Agricultura)

BOTUCATU – SP
Fevereiro – 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS FOLIARES E CONTROLE
QUÍMICO EM PÓS-EMERGÊNCIA DE *Brachiaria decumbens* E
*Brachiaria plantaginea***

RENATA PEREIRA MARQUES

Orientador: Prof. Dr. Roberto Antonio Rodella

Co-orientador: Prof. Dr. Dagoberto Martins

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP - Campus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia (Agricultura)

BOTUCATU – SP
Fevereiro – 2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA LAGEADO - BOTUCATU (SP)

M357c Marques, Renata Pereira, 1984-
Características anatômicas foliares e controle químico em pós-emergência de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria plantaginea* / Renata Pereira Marques. - Botucatu :[s.n.], 2009.

iv, 56 f. : il., color., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2009

Orientador: Roberto Antonio Rodella

Co-orientador: Dagoberto Martins

Inclui bibliografia

1. Folhas - Anatomia. 2. Capim-braquiária. 3. Análise multivariada. 4. Capim marmelada. I. Rodella, Roberto Antonio II. Martins, Dagoberto. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. IV. Título

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

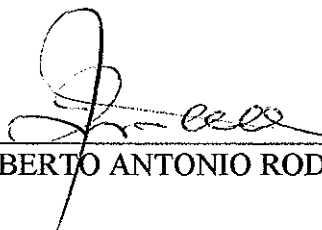
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS FOLIARES E CONTROLE
QUÍMICO EM PÓS-EMERGÊNCIA DE *Brachiaria decumbens* E
Brachiaria plantaginea

ALUNA: RENATA PEREIRA MARQUES

ORIENTADOR: PROF. DR. ROBERTO ANTONIO RODELLA
CO-ORIENTADOR: DAGOBERTO MARTINS

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. ROBERTO ANTONIO RODELLA



PROF. DR. FERNANDO TADEU DE CARVALHO



DR^a DALVA CASSIE ROCHA

Data da Realização: 13 de fevereiro de 2009.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Otacílio Marques e
Leocádia Marques (*in memoriam*) e
aos meus irmãos Maximone Neto e
Paulo Bitencur.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela saúde e força.

À FAPESP, pela concessão da bolsa de estudo para a realização do curso de mestrado.

Aos meus familiares por sempre acreditarem em mim.

Ao inesquecível Vicente Eugênio de Rosa Júnior, minha eterna saudade.

Ao Professor Dr. Roberto Antonio Rodella pela orientação, amizade, ensinamentos, compreensão nos momentos difíceis e profissionalismo demonstrado ao longo do curso de mestrado.

Ao Professor Dr. Dagoberto Martins pela co-orientação e pelos ensinamentos profissionais e pessoais.

À Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, UNESP, através do Programa de Pós-Graduação, que possibilitou a realização desta dissertação.

Aos amigos do NUPAM: Maria Renata, Andréia Cristina, José Iran, Leonildo Cardoso, Caio Ferraz, Caio Fernando, Sérgio Soares e Neumárcio Costa pela grande amizade e pela colaboração nas atividades desta dissertação.

Aos professores e funcionários do Departamento de Agricultura e Melhoramento Vegetal, da Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, UNESP, pelos ensinamentos e amizade.

Ao Professor Dr. Rogério Peres Soratto pela amizade e confiança em mim.

Aos amigos do Laboratório de Anatomia Vegetal, do Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências de Botucatu, UNESP, pela preciosa ajuda na confecção das lâminas, em especial a Milena Provazzi, Daniela Dias e Renata Ruiz Silva Souza.

Aos colegas do curso, pela demonstração de amizade e agradável convivência.

Aos meus verdadeiros amigos, de perto ou de muito longe, por sempre me incentivarem.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
1. RESUMO	1
2. SUMMARY	3
3. INTRODUÇÃO	5
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
5. MATERIAL E MÉTODOS	17
5.1. Instalação e condução do experimento	17
5.2. Análises anatômicas foliares	18
5.3. Controle químico em pós-emergência	20
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6.1 Análise multivariada dos caracteres anatômicos foliares quantitativos.....	22
6.2. Avaliação do controle químico	36
7. CONCLUSÕES.....	49
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1. RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi relacionar as características anatômicas foliares de *Brachiaria decumbens* Stapf (capim-braquiária) e *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. (capim-marmelada), com a eficiência do controle químico em pós-emergência por meio de herbicidas inibidores da enzima ACCase, visando fornecer subsídios para o manejo químico dessas espécies daninhas. A semeadura de *B. decumbens* e *B. plantaginea* foi feita em vasos plásticos contendo solo e mantidos em casa de vegetação. Para se proceder à análise anatômica foliar, foi amostrada a porção mediana do limbo da terceira folha expandida, contada a partir da base do colmo, compreendendo três estádios de desenvolvimento da planta: Estádio 1 (plantas com 4-6 folhas aos 15 dias após a emergência), Estádio 2 (plantas com 3-4 perfilhos aos 23 dias após a emergência), Estádio 3 (plantas adultas no início do florescimento aos 48 dias após a emergência). Avaliaram-se as estruturas anatômicas das regiões da quilha (nervura central) e da asa (porção compreendida entre a nervura central e a margem do limbo), utilizando-se de mesa digitalizadora com programa computacional específico. Os caracteres anatômicos foliares quantitativos analisados, nos três estádios de desenvolvimento, foram: área da seção transversal; porcentagens de epiderme das faces adaxial e abaxial, esclerênquima, endoderme (bainha do feixe vascular), feixe vascular e

parênquima; espessura da folha; distância entre os feixes vasculares; comprimento do estômato; número de estômatos e de tricomas (curtos e longos). Os valores desses caracteres foram submetidos aos testes estatísticos multivariados de Análise de Agrupamento e Análise de Componentes Principais. Para a avaliação do controle químico foram testados os herbicidas fluazifop-p-butil na dose de 150 g ha⁻¹, haloxyfop-methyl na dose de 50 g ha⁻¹ e sethoxydim na dose de 230 g ha⁻¹. As aplicações em pós-emergência foram realizadas nos três estádios de desenvolvimento da planta, sendo as avaliações visuais feitas aos 4, 7, 10, 14, 17, 21, 24 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas. Os resultados da porcentagem de controle químico e da massa seca da parte aérea das plantas foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Verificou-se que o herbicida sethoxydim foi mais eficiente no controle das espécies de *Brachiaria*, nos três estádios de desenvolvimento estudados. Constatou-se também que, em geral, *B. decumbens* apresentou resposta similar a *B. plantaginea*, em relação à toxicidade dos herbicidas testados. Os dados obtidos de massa seca da parte aérea das plantas confirmaram os resultados das avaliações visuais do controle químico. Os caracteres anatômicos foliares quantitativos permitiram diferenciar os três estádios de desenvolvimento da planta, sendo o estágio 3 mais discriminante que os estádios 1 e 2, como também foi possível diferenciar *B. decumbens* de *B. plantaginea*. As espécies estudadas apresentaram tricomas curtos nas faces adaxial e abaxial, enquanto que a ocorrência de tricomas longos foi constatada apenas em *B. decumbens*.

Palavras-chave: anatomia da folha, inibidores da ACCase, análise multivariada, gramíneas.

2. SUMMARY

LEAF ANATOMICAL CHARACTERISTICS AND CHEMICAL CONTROL IN THE POST-EMERGENCE OF *Brachiaria decumbens* AND *Brachiaria plantaginea*. Botucatu, 2009. 56p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

Author: Renata Pereira Marques

Adviser: Roberto Antonio Rodella

Co-adviser: Dagoberto Martins

The aim of this study was to correlate the leaf anatomical characteristics of *Brachiaria decumbens* Stapf (signal grass) and *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. (Alexandergrass) with the chemical control efficacy in post-emergence through ACCase-inhibitor enzyme herbicide application in order to contribute to the chemical management of those weed species. *B. decumbens* and *B. plantaginea* were sown in plastic pots filled with soil and kept in a greenhouse. For leaf anatomical analysis, the blade median portion of the third expanded leaf, counted from the stem basis, was sampled. Plants were divided into three developmental phases: Stage 1 (plants presenting 4-6 leaves at 15 days after emergence), Stage 2 (plants presenting 3-4 tillers at 23 days after emergence), and Stage 3 (adult plants in the beginning of flowering at 48 days after emergence). Anatomical structures

of keel (midrib) and wing (a portion between the midrib and the blade margin) were evaluated by using a digitizer tablet including specific software. Leaf quantitative anatomical characters analyzed in the three development stages were: transversal section area; percentages of epidermal cells in adaxial and abaxial surfaces, sclerenchyma, endodermis (vascular bundle sheath), vascular bundle, and parenchyma; leaf thickness; distance among vascular bundles; stomatal length; number of stomata and trichomes (short and long). The values of these characters were subjected to multivariate statistical tests through Cluster Analysis and Principal Component Analysis. For chemical control evaluation, the following herbicides were tested: fluazifop-p-butyl 150 g ha⁻¹, haloxyfop-methyl 50 g ha⁻¹ and sethoxydim 230 g ha⁻¹. Post-emergence applications were performed in all three plant development stages, and visual evaluations were done at 4, 7, 10, 14, 17, 21, 24, and 28 days after herbicide application. The obtained chemical control percentage and shoot dry matter were subjected to analysis of variance through F-test and means were compared by the Tukey's test at 5% significance. Sethoxydim was the most efficient herbicide in controlling *Brachiaria* species in the three evaluated development stages. In general, *B. decumbens* had similar response to the toxicity of the tested herbicides, in relation to *B. plantaginea*. Shoot dry matter data corroborated those obtained in the chemical control visual analyses. Leaf quantitative anatomical characters allowed distinguishing among the three plant developmental phases, and stage 3 was more distinct than stages 1 and 2. Besides, *B. decumbens* and *B. plantaginea* could also be differentiated through these characters. Both evaluated species presented short trichomes in adaxial and abaxial sides, whereas long trichomes were only observed in *B. decumbens*.

Key words: leaf anatomy, ACCase inhibitors, multivariate analysis, grass.

3. INTRODUÇÃO

As plantas daninhas por serem muito competitivas e possuírem grande capacidade de extrair nutriente e água do solo sobrevivem em condições desfavoráveis, competem com as plantas cultivadas, e reduzem a produção das culturas. Devido a essas características, torna-se necessário o seu controle, e o método químico, por meio do uso de herbicidas, é o mais utilizado. Os herbicidas podem ser aplicados em pré ou pós-emergência da cultura e das plantas daninhas; assim, para a eficácia desses produtos, informações das relações de controle tornam-se essenciais (HOFFMANN, 2007).

Os conhecimentos sobre as barreiras potenciais à penetração de herbicidas pelos tecidos vegetais são importantes para o sucesso do controle químico de plantas daninhas. Os herbicidas podem penetrar nas plantas através de estruturas aéreas, subterrâneas, de estruturas jovens e também de sementes (SILVA et al., 2000). De acordo com Mendonça (2004), em aplicações em pós-emergência, as folhas representam a principal rota de entrada dos herbicidas nas plantas e a eficácia nesta absorção pode definir o controle.

A folha é uma estrutura complexa que impõe diversas barreiras para o herbicida ser absorvido (VIDAL, 2002) e se movimentar (HARTZLER, 2001). Nas folhas localizam-se muitas estruturas funcionais como ceras, estômatos e tricomas, entre outras. A presença ou ausência dessas estruturas nas folhas influenciará a entrada do herbicida através da cutícula. O número e quantidade de tricomas e de estômatos, e a espessura e composição da camada cuticular podem determinar a absorção desses produtos (HESS & FALK, 1990; SILVA et al., 2002).

O conhecimento dessas estruturas funcionais pode elucidar as possíveis interações entre os herbicidas e as superfícies foliares das plantas daninhas, durante o processo de absorção. Após a absorção do herbicida pela planta, este poderá ser translocado ou não, fato este definido principalmente pelas características químicas da molécula. Desta maneira, este herbicida chegará ao seu sítio de ação, causando a morte da planta daninha. As superfícies foliares de plantas daninhas são os alvos que o herbicida veiculado na calda de pulverização pode atingir. O conhecimento das características das superfícies foliares determina a utilização mais adequada do herbicida e, conseqüentemente, a sua eficácia no controle (MENDONÇA, 2004).

O estudo da anatomia foliar de espécies infestantes destaca-se como uma técnica importante na identificação e descrição de estruturas anatômicas, que podem influenciar na absorção e no efeito dos herbicidas, além de auxiliar na descrição das características morfológicas externas e internas de estruturas foliares. Assim, abordagens anatômicas foliares de plantas daninhas podem contribuir com informações sobre a estrutura foliar que podem estar relacionadas com a penetração diferencial de produtos aplicados sobre as folhas das plantas (TUFFI SANTOS et al., 2006; COSTA, 2007), como também permitir a identificação de espécies suscetíveis, tolerantes ou resistentes a determinado produto químico, definindo sua seletividade (COSTA et al., 2006).

Muitos trabalhos sobre características anatômicas das folhas de plantas daninhas vêm sendo realizados no Brasil (ALBERT & VICTORIA FILHO, 2002; FERREIRA et al. 2002 a,b; SANTOS et al., 2002; FERREIRA et al., 2003; MONQUERO, 2003; TUFFI SANTOS et al., 2004; COSTA, 2007; MACHADO et al., 2008). No entanto, deve-se ressaltar que, os trabalhos relacionando o efeito de herbicidas aplicados em pós-emergência, com as características anatômicas de espécies de gramíneas infestantes, são em número escassos ou quase inexistentes na literatura.

Para o controle de gramíneas daninhas perenes e anuais, em condições de pós-emergência, os herbicidas inibidores da ACCase (Acetil Co-A Carboxilase) são comumente utilizados. Existe uma ampla quantidade de herbicidas recomendados e registrados no Ministério da Agricultura para o controle dessas espécies infestantes, destacando-se o fluazifop-p-butil, haloxyfop-methyl e sethoxydim, os quais são recomendados para o controle de gramíneas infestantes de culturas.

Assim sendo, o objetivo do presente trabalho foi relacionar as características anatômicas foliares de *Brachiaria decumbens* Stapf (capim-braquiária) e *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. (capim-marmelada), com a eficiência do controle químico em pós-emergência por meio de herbicidas inibidores da enzima ACCase, visando fornecer subsídios para o manejo químico dessas espécies daninhas.

4. REVISÃO DE LITERATURA

A *Brachiaria* é um gênero de plantas de regiões tropicais, pertencente à família Poaceae (Gramineae), que abrange cerca de 100 espécies. As gramíneas infestantes *Brachiaria decumbens* Stapf (capim-braquiária) e *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. (capim-marmelada) são originárias da África do Sul, ocorrendo também na África Ocidental. Essas espécies tornaram-se com o passar dos anos plantas invasoras merecedoras de grande atenção, devido a sua agressividade e ao difícil controle. Toda vez que uma área de pastagem é transformada em cultivo, essas gramíneas tornam-se importantes plantas daninhas (LORENZI, 2000).

Kissmann (1997) acrescenta também que o capim-marmelada foi introduzido no Brasil no período colonial, enquanto o capim-braquiária chegou ao nosso país por volta de 1950. Os materiais de capim-braquiária introduzidos nessa época vieram de duas regiões diferentes, sendo um da Austrália e o outro dos Estados Unidos.

Segundo Lorenzi (2000) e Kissmann (1997) essas espécies de gramíneas infestantes apresentam muitas diferenças entre si. Contudo, mesmo sendo facilmente reconhecidas na categoria taxonômica de família, existe grande dificuldade na diferenciação das espécies de gramíneas, principalmente, quando se trata de plantas no estágio inicial de desenvolvimento.

O capim-braquiária (*B. decumbens*) é uma planta perene, ereta ou decumbente, com folhas densamente pilosas em ambas as faces e pode se reproduzir por meio de sementes, bem como por rizomas. O capim-marmelada (*B. plantaginea*) é uma

planta anual herbácea com folhas glabras, porém apresenta escassos cílios, e a reprodução via sementes é sua única forma de multiplicação. No entanto, apresentam características muito similares, como o fato de serem espécies de clima tropical que efetuam a fotossíntese pelo ciclo C4 (KISSMANN, 1997).

As gramíneas que participam desse ciclo fotossintético apresentam anatomia do tipo 'Kranz' (coroa), ou seja, as células do parênquima clorofiliano dispõem-se radialmente ao redor dos feixes vasculares. No interior dessa coroa de células do mesofilo, encontra-se a bainha parenquimática do feixe vascular, a qual trata-se de uma endoderme (MENEZES et al., 2003). A endoderme dessas espécies apresenta apenas uma camada de células, concordando com a caracterização anatômica feita por Metcalfe (1960) para as espécies do gênero *Brachiaria*.

Os tecidos do limbo foliar são diferenciados em: tecidos condutores (feixes vasculares), os quais são constituídos pelas células do xilema e do floema; tecido de suporte ou de sustentação (esclerênquima), que, em folhas de gramíneas, está freqüentemente associado aos feixes vasculares e ao tecido assimilatório, o qual é formado pelas células do parênquima clorofiliano, constituinte do mesofilo; e tecido de revestimento (epiderme) apresentando cutícula em ambas as faces da folha (WILSON, 1993).

Os tecidos designados à sustentação da planta possuem células densamente agrupadas, com paredes espessadas e lignificadas. Os tecidos relacionados ao processo de assimilação do carbono são ricos em cloroplastos e apresentam células com parede delgada e não lignificada (PACIULLO, 2002). Em geral, as espécies C4 apresentam, no limbo foliar, maior proporção de tecidos condutores, bainha parenquimática dos feixes vasculares e esclerênquima do que aquelas que realizam ciclo C3 (QUEIROZ et al., 2000).

Assim, pode-se recorrer à utilização de aspectos morfo-anatômicos das folhas com a finalidade de realizar a diferenciação entre as espécies de gramíneas (RODELLA et al., 1982). Desse modo, os trabalhos de Metcalfe (1960), sobre anatomia foliar de monocotiledôneas, e de Ellis (1979), que visam à uniformização e simplificação de descrições anatômicas da epiderme de lâminas de gramíneas, são ainda referenciais para os estudos anatômicos realizados nessas espécies.

O estudo da anatomia foliar pode ser realizado por meio de microscopia óptica ou por meio de microscopia eletrônica de varredura, as quais permitem caracterizar a estrutura do limbo foliar de várias espécies, como é o caso dos resultados obtidos por Martins (2002) a partir de folhas de *Mentha spicata* e *Mentha spicata* x *suaveolens*, e por Silva & Alquini (2003) em espécies do gênero *Axonopus*.

Segundo Bianco et al. (2005), a invasão de capim-braquiária em lavouras de cana-de-açúcar resulta em graves problemas, quando compete pelos recursos do ambiente, principalmente água, luz e nutrientes, atuando como hospedeiras de pragas e doenças comuns à cultura e interferindo nas práticas de colheita.

O capim-marmelada, em condições de solo fértil, apresenta desenvolvimento muito vigoroso, de tal forma que uma planta por metro quadrado chega a afetar 50% do rendimento da soja, cujo prejuízo varia conforme o porte da cultura e a duração do período de competição (KISSMANN, 1997). Martins (1994) encontrou prejuízos da ordem de 96% no rendimento da cultura da soja quando esta competiu com uma população de 68 plantas por metro quadrado de *B. plantaginea* durante todo o seu ciclo.

Além dos problemas de competição do capim-braquiária com as culturas, Souza et al. (2003) e Souza et al. (2006) observaram que essa espécie também apresentou efeito alelopático em eucalipto, algodão, milho e trigo, bem como para si própria. Essas plantas apresentaram crescimento inicial reduzido, quando em contato com substâncias provenientes do capim-braquiária.

O controle dessas duas espécies daninhas constitui um desafio para os agricultores no Brasil. Mesmo havendo uma grande quantidade de herbicidas recomendados para o controle dessas espécies, existem inúmeras características que devem ser observadas e conhecidas antes da efetivação do controle, principalmente aquelas intrínsecas das espécies envolvidas (PITELLI & PITELLI, 2004).

A eficiência do controle químico está relacionada a diversos fatores, sendo muito importante o conhecimento das características estruturais da planta. Hess & Falk (1990) ressaltam a diversidade morfológica da epiderme foliar, em várias espécies, indicando que topografia, grau e tipo de cera epicuticular, tricomas e estômatos influenciam a deposição dos herbicidas sobre a superfície da folha. As características estruturais também podem possibilitar a diferenciação das espécies. Entretanto, estudos sobre a anatomia foliar de plantas

relacionadas com a deposição, absorção e translocação de herbicidas são bastante escassos no Brasil.

A penetração dos herbicidas através dos tecidos vegetais é fundamental para a eficiência do produto no controle de plantas daninhas. Os herbicidas podem penetrar nas plantas pelas suas estruturas aéreas (folhas, caule, flores e frutos) e subterrâneas (raízes, rizomas, estolões e tubérculos), e pelas estruturas jovens (radículas e caulículos) e também pelas sementes (SILVA et al., 2000).

Contudo, são as folhas, o principal órgão envolvido na penetração de herbicidas aplicados em pós-emergência e, de acordo com Procópio et al. (2003), a morfologia das folhas influencia a quantidade de produto interceptado e retido, porém é a anatomia foliar que determina a facilidade com que serão absorvidos.

Segundo Hess & Falk (1990) todas as características da superfície das folhas influenciam a deposição do herbicida na superfície foliar, como é o caso da presença de tricomas e glândulas que podem deixar as células da epiderme propriamente ditas totalmente escondidas. A presença de tricomas na superfície foliar pode interceptar gotas pulverizadas, impedindo que estas alcancem a epiderme. Mesmo quando esses tricomas são simples e aparecem em baixa densidade, ocorre aderência de gotas sobre eles. Porém, a eficiência da absorção de herbicidas pelos tricomas ainda é parcialmente desconhecida, permitindo afirmar que existe uma correlação negativa entre a aderência de herbicidas nos tricomas e a eficácia desses produtos.

Outro fator importante, de acordo com os mesmos autores (HESS & FALK, 1990), é a presença de estômatos na face adaxial e abaxial da maioria das plantas daninhas. No entanto, segundo Velini & Trindade (1992) e Silva et al. (2000), na maioria dessas espécies os estômatos se localizam na face abaxial das folhas, e em pulverizações agrícolas a dificuldade das gotículas atingirem a face abaxial é grande; conseqüentemente, a importância da absorção pelos estômatos dessa face é tida como reduzida, bem como, o fato dos estômatos se manterem fechados em vários horários do dia, até mesmo durante a noite.

Todo herbicida aplicado às folhas de plantas de metabolismo C₄, para alcançar os elementos de condução, obrigatoriamente deverá penetrar as células da bainha do feixe vascular (VIDAL, 2002). Uma vez que estas células são altamente lignificadas (podendo ocorrer também suberina em algumas monocotiledôneas), o deslocamento das moléculas do

herbicida das células do mesofilo para as células da bainha do feixe vascular ocorre exclusivamente pelos plasmodesmos presentes nessa interface. Só assim o herbicida alcançará os elementos de condução do floema, que estão localizados internamente às células da bainha do feixe vascular ou endoderme (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Assim, o estudo da anatomia foliar de plantas daninhas destaca-se como técnica importante na identificação e descrição de estruturas que podem influenciar a absorção dos herbicidas, além de auxiliar na diferenciação de espécies.

Kissmann (1997) destacou que a escolha dos herbicidas para o controle de *B. decumbens* e *B. plantaginea* deve priorizar aqueles com elevado efeito residual, devido à irregularidade da germinação das sementes. De acordo com Rodrigues & Rodrigues (1996), as sementes dessas espécies apresentam dureza tegumentar, podendo germinar assim que caem no solo ou permanecerem dormentes por meses, sendo que essa dormência é característica fundamental na resistência à erradicação.

Assim sendo, pela desuniformidade de germinação ou pela impossibilidade de ter efetuado o controle químico anteriormente por fatores externos, é comum a emergência dessa comunidade infestante após a emergência da cultura (KISSMANN, 1997).

Em lavouras de cana-de-açúcar, para o controle em pós-emergência das comunidades infestantes de folha estreita, como é o caso das duas espécies em estudo, torna-se necessário a utilização de herbicidas seletivos, o que de acordo com Velini et al. (1992) são aqueles capazes de suprimir plantas daninhas que se encontram presentes na cultura, sem que ocorra a diminuição da produtividade e da qualidade do produto final obtido.

Além disso, segundo Delvin et al. (1991) herbicidas aplicados em pós-emergência apresentam outras vantagens, pois podem ser usados após a emergência e a identificação das plantas daninhas, permitindo assim a aplicação onde elas estejam realmente presentes, como também pode reduzir as aplicações desnecessárias de produtos no solo.

Silva et al. (2003) acrescentam que não se deve determinar a seletividade a herbicidas apenas pela observação ou não de sintomas de intoxicação, pois são conhecidos exemplos de produtos que podem reduzir a produtividade das culturas sem causar

efeitos de toxidez detectáveis, como também aqueles que causam injúrias perceptíveis, mas que em seguida permitem a recuperação plena da cultura.

O controle feito com herbicidas aplicados em pós-emergência está sujeito à influência de fatores relacionados com o tamanho das plantas no instante da aplicação, onde espécies do mesmo gênero podem se comportar de maneira diferente aos tratamentos (RIZZARDI & FLECK, 2004; CARVALHO et al., 2006). Esses mesmos autores avaliaram que o sucesso do controle dos herbicidas aplicados em pós-emergência em *Amaranthus* spp., *Bidens* spp. e *Sida rhombifolia* foi reduzido quando essas plantas não se encontravam nas fases iniciais do seu desenvolvimento.

Fleck et al. (1997) afirmaram que o controle de capim-marmelada (*B. plantaginea*) em soja foi reduzido de 99% para 86%, devido ao atraso da aplicação de 28 para 36 dias após a emergência da cultura. Por sua vez, o controle efetuado precocemente permite que ele seja realizado quando as plantas daninhas apresentam menor desenvolvimento vegetativo e maior suscetibilidade ao herbicida. Atraso no controle das plantas daninhas aumenta o período de convivência das culturas com estas plantas, o que pode aumentar as perdas em produtividade de grãos.

Crawford & Zambrysky (2001) afirmaram que os tecidos mais novos possuem a capacidade de transportar moléculas maiores. Isso pode explicar por que as plantas se tornam menos suscetíveis aos herbicidas à medida que avança seu estágio de desenvolvimento.

Nos estádios iniciais de desenvolvimento das gramíneas tropicais, apenas o xilema é lignificado, mas com a maturação há progressiva lignificação, que inclui o anel esclerenquimático e, em estágio mais avançado, até o parênquima, onde os feixes vasculares estão inseridos, pode-se lignificar. Assim, segundo BAUER et al. (2008) a maturidade pode provocar, além da lignificação da parede celular, aumento na proporção dos tecidos lignificados, ressaltando que os sítios de lignificação podem ser mais importantes que a quantidade de lignina presente na planta.

Deste modo, após a diferenciação e a maturação dos tecidos a concentração de lignina na lamela mediana e na parede primária é mais elevada que na parede secundária (AKIN & CHESSON, 1989). A formação da parede secundária, entre outros

fatores, também limita a translocação de herbicidas por plantas mais velhas, por ser menos permeável e mais espessa que a parede primária. Esses são fatores que contribuem para a necessidade de utilizar doses maiores de herbicidas para controlar plantas mais velhas, até certo momento do desenvolvimento (CHAMEL, 1988), reforçando a necessidade do controle em pós-emergência ser realizado nas fases iniciais do desenvolvimento dessas gramíneas, como em *B. decumbens* e *B. plantaginea*.

Alves de Brito et al. (2004), analisando a área de tecido vascular lignificado em três porções (limbo, bainha e colmo), em *B. brizantha* e em *B. humidicola*, constataram que *B. brizantha* apresentou maior área desse tecido nas três frações analisadas em relação a *B. humidicola*, evidenciando diferenças no padrão de lignificação entre as espécies estudadas.

Na epiderme de algumas gramíneas do tipo C4 ocorrem calotas subepidérmicas de esclerênquima, localizadas nas porções adaxial e abaxial do mesofilo, sendo essa estrutura denominada também de ‘girder’ (coluna), a qual dificulta o desprendimento ou rompimento da epiderme do restante da folha, conferindo desta forma maior resistência das plantas aos danos mecânicos e químicos (PACIULLO, 2002).

Quando essa estrutura é formada pelo esclerênquima e pelos feixes vasculares é chamada estrutura de viga em I, ou seja, quando as duas epidermes estão unidas pelo esclerênquima; porém quando a ligação ocorre apenas com a epiderme abaxial é chamada de viga em T; em gramíneas de clima temperado e em leguminosas, isso não ocorre porque a epiderme está unida apenas pelas células do mesofilo (WILSON & MERTENS, 1995). Bauer et al. (2008), estudando gramíneas forrageiras, encontraram em plantas do gênero *Brachiaria* esta estrutura formando uma viga em I, unindo as duas epidermes.

Ferreira et al. (2002 a,b) e Procópio et al. (2003) relatam que o estudo anatômico foliar pode melhorar o entendimento sobre as barreiras que cada espécie impõe à penetração dos herbicidas e subsidiar a busca de estratégias para superá-las. Dessa maneira, a análise da estrutura foliar pode permitir a identificação de espécies suscetíveis, tolerantes ou resistentes a determinado produto químico, definindo sua seletividade.

Costa et al. (2006) concluíram que os caracteres estruturais quantitativos do limbo foliar permitiram diferenciar sete espécies daninhas aquáticas em fase vegetativa, destacando-se entre elas as gramíneas *Brachiaria mutica*, *Brachiaria subquadrifida* e *Panicum repens*. Rodella et al. (2006) também constataram que a utilização de caracteres anatômicos quantitativos foliares permitiu auxiliar na diferenciação de *Egeria densa* e *Egeria najas*, bem como entre os acessos dessas espécies daninhas aquáticas avaliadas, devendo-se incrementar os estudos relacionando a estrutura anatômica com a resistência e suscetibilidade aos herbicidas.

Para o controle de gramíneas daninhas perenes e anuais, em condições de pós-emergência, os herbicidas inibidores da ACCase (Acetil Co-A Carboxilase) são comumente utilizados. No entanto, há relatos de gramíneas resistentes a estes herbicidas, como é o caso de *B. plantaginea* observado por Gazziero et al. (2000) na cultura da soja, e por López-Ovejero et al. (2005) com *Digitaria ciliaris* em viveiros no Paraná.

De acordo com Vidal et al. (2006), existe uma ampla quantidade de herbicidas inibidores da ACCase, somando 15 marcas, para aplicação em pós-emergência e recomendados para o controle de gramíneas infestantes anuais e perenes. Dentre eles, de acordo com Christoffoleti (2008) estão o fluazifop-p-butil e haloxyfop-methyl que fazem parte do grupo químico dos ariloxifenoxipropionatos (APP), e o sethoxydim que participa do grupo químico dos ciclohexanodionas (CHD), sendo esses herbicidas recomendados para o controle de *B. decumbens* e *B. plantaginea*, entre outras gramíneas.

Segundo Rodrigues (1995), o modo de ação primário destes herbicidas consiste na inibição da síntese de ácidos graxos, ao inibirem a enzima Acetil Coenzima-A Carboxilase (ACCase). Esta enzima regula uma reação-chave no início da biossíntese de lipídeos, necessária para síntese e manutenção de membranas, e não na produção de aminoácidos (converte o Acetil Coenzima-A em Malonil Coenzima-A). A ACCase presente em gramíneas é, geralmente, sensível à inibição por estes herbicidas.

De forma geral, de acordo com Christoffoleti (2008), na natureza existem duas formas da enzima ACCase, uma procariota e uma eucariota. As espécies da família *Poaceae* apresentam a forma eucariota da enzima ACCase, localizada nos cloroplastos

das células, sendo responsável pelas reações de todas as etapas de incorporação do gás carbônico no Acetil-CoA. A forma eucariota é sensível à ação destes graminicidas.

A época e a dosagem de aplicação desses herbicidas variam de acordo com a espécie e o estágio de desenvolvimento, sendo que a eficiência no controle pode ser garantida quando as espécies invasoras estão na fase inicial de crescimento (RODRIGUES & ALMEIDA, 2005).

Os primeiros e mais notórios sintomas provocados pelos herbicidas inibidores da ACCase são observados nas regiões meristemáticas. Em algumas horas, o crescimento de raízes e da parte aérea é paralisado. O tecido meristemático, localizado em gemas e nós da planta, torna-se clorótico e depois necrótico. Após alguns dias da aplicação, fica aparente a disfunção da membrana. As folhas mais velhas apresentam sinais de senescência e pigmentação arroxeadas, devido à falta de ácidos graxos (WALKER et al., 1989; DOLLINGER, 2008).

Deve-se ressaltar ainda que, os trabalhos relacionando o efeito de herbicidas aplicados em pós-emergência com as características anatômicas foliares de espécies de gramíneas infestantes, são escassos na literatura. Assim, a realização do presente trabalho tem a finalidade de procurar estabelecer relações entre as características anatômicas do limbo foliar de duas espécies de *Brachiaria* e a eficiência de controle desses herbicidas.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Instalação e condução do experimento

Para a realização do presente trabalho, foram utilizadas duas espécies de plantas, consideradas daninhas, pertencentes à família Poaceae (Gramineae): *Brachiaria decumbens* Stapf e *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc..

O experimento foi instalado e conduzido no Departamento de Produção Vegetal, Setor de Agricultura, da Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, UNESP. As análises anatômicas foram realizadas junto ao Laboratório de Morfologia e Anatomia Vegetal, do Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências de Botucatu, UNESP.

Foram semeadas 35 sementes de *B. decumbens* e 100 sementes de *B. plantaginea* em vasos plásticos de 4 L de capacidade, com cinco repetições, contendo solo e mantidos em casa de vegetação. As sementes de *B. plantaginea* foram previamente tratadas com solução de nitrato de potássio a 0,2% por 5 minutos para quebra de dormência, segundo a técnica utilizada por Toledo & Carvalho (1990). Após a emergência das plântulas foi efetuado um desbaste, em ambas as espécies, deixando cinco plântulas por vaso.

5.2. Análises anatômicas foliares

As coletas do material foliar de *B. decumbens* e *B. plantaginea* foram realizadas em três diferentes estádios de desenvolvimento da planta:

- a) Estádio 1 – quando as plantas apresentavam de 4-6 folhas no colmo, ou seja, aos 15 dias após a emergência;
- b) Estádio 2 – quando as plantas apresentavam de 3-4 perfilhos, ou seja, aos 23 dias após a emergência;
- c) Estádio 3 – quando as plantas se encontravam no estágio adulto, no início do florescimento, ou seja, aos 48 dias após a emergência.

Para se proceder à análise anatômica foliar, foi amostrada a porção mediana do limbo da terceira folha expandida, contada a partir da base do colmo, das duas espécies de *Brachiaria* estudadas, compreendendo os três estádios de desenvolvimento da planta, utilizando-se cinco repetições. As amostras foliares foram fixadas em FAA 50 (formaldeído + ácido acético + álcool 50%) por aproximadamente 48 horas e conservadas em álcool 70%, de acordo com a metodologia de Johansen (1940).

Posteriormente, essas amostras foram infiltradas com historresina (resina glicol-metacrilato), seguindo-se a técnica empregada por Gerrits (1991). Realizaram-se cortes transversais do material foliar em micrótomo rotatório com 8 a 10 µm de espessura, sendo os cortes submetidos à coloração com azul de toluidina 0,05% (O'BRIEN et al., 1964) e, em seguida, montados em lâminas histológicas de vidro com resina sintética "Permunt".

Foram feitas observações microscópicas das estruturas anatômicas das regiões da quilha (nervura central) e da asa (porção compreendida entre a nervura central e a margem do limbo), de acordo com a designação de Metcalfe (1960), sendo o material fotomicrografado, e os limites e os contornos dos tecidos desenhados com auxílio de microscópio de projeção. Posteriormente, as estruturas anatômicas das regiões da quilha e da asa foram mensuradas com auxílio de uma mesa digitalizadora acoplada a um computador equipado com programa computacional específico (SOUZA et al., 2005).

Os caracteres anatômicos foliares quantitativos avaliados na região da quilha foram: área da seção transversal, porcentagens de epiderme das faces adaxial e abaxial, esclerênquima, endoderme (conforme denominação dada à bainha do feixe vascular por Menezes et al., 2003), feixe vascular e parênquima. Para a região da asa, avaliaram-se os seguintes caracteres anatômicos foliares quantitativos: porcentagens de epiderme das faces adaxial e abaxial, esclerênquima, endoderme (bainha do feixe vascular); feixe vascular e parênquima, bem como espessura da folha e distância entre os feixes vasculares.

Para se proceder à determinação do comprimento do estômato e à quantificação do número de estômatos e de tricomas (curtos e longos) foram feitas impressões epidérmicas, com cola instantânea, da porção mediana das faces adaxial e abaxial do limbo da terceira folha expandida, contada a partir da base do colmo, das duas espécies de *Brachiaria* estudadas, compreendendo os três estádios de desenvolvimento da planta, utilizando-se seis repetições; as medidas e as contagens foram efetuadas conforme a metodologia descrita por Souza et al. (2005).

A determinação do comprimento do estômato foi feita tomando-se 20 estômatos para cada repetição, utilizando-se objetiva com aumento de 40 vezes e medidos com auxílio de mesa digitalizadora, acoplada a programa computacional específico.

Para a quantificação do número de estômatos e de tricomas (curtos e longos) foram feitas contagens em 10 campos para cada repetição, em objetiva com aumento de 20 vezes, sendo os resultados obtidos ajustados para área de superfície foliar igual a 1 milímetro quadrado.

Os valores médios dos 23 caracteres anatômicos foliares quantitativos das duas espécies de *Brachiaria* obtidos foram submetidos à análise multivariada, compreendendo os testes estatísticos de Análise de Agrupamento e Análise de Componentes Principais (SNEATH & SOKAL, 1973).

A análise de agrupamento foi realizada com os dados transformados, empregando-se a Distância Euclidiana Média para o conjunto de indicadores, utilizando-se o algoritmo UPGMA (unweighted pair group method with arithmetic average), conforme recomendado por Rohlf (1970), com a finalidade de agrupar as espécies de gramíneas e os

respectivos estádios de desenvolvimento de acordo com o seu grau de similaridade, sendo o resultado desta análise apresentado na forma de dendrograma.

A análise de componentes principais foi empregada para verificar a capacidade discriminatória dos caracteres originais no processo de formação dos agrupamentos, reduzindo o conjunto de caracteres a duas novas variáveis não correlacionadas, chamadas componentes principais e indicados por Y_1 e Y_2 , sendo o resultado desta análise apresentada na forma de dispersão gráfica.

5.3. Controle químico em pós-emergência

Nos três estádios de desenvolvimento das plantas daninhas, ou seja, com 4-6 folhas, com 3-4 perfilhos e na planta adulta, foram testados os três herbicidas inibidores da enzima ACCase: fluazifop-p-butyl na dose de 150 g ha^{-1} , haloxyfop-methyl na dose de 50 g ha^{-1} e sethoxydim na dose de 230 g ha^{-1} , misturados com óleo mineral Assist, além da avaliação das plantas sem o uso de herbicidas.

Para a aplicação dos herbicidas foi utilizado um pulverizador estacionário equipado com barra de aplicação, contendo quatro pontas de pulverização tipo jato plano XR 11002VS. O consumo de calda foi de 200 L ha^{-1} .

As avaliações de controle foram efetuadas aos 4, 7, 10, 14, 17, 21, 24 e 28 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas. Para o primeiro estágio de desenvolvimento da planta as avaliações foram realizadas até o 14º DAA, para o segundo estágio até o 21º DAA, enquanto para o terceiro estágio de desenvolvimento as avaliações foram realizadas até o 28º dia após a aplicação dos herbicidas.

Para efetuar as avaliações utilizou-se uma escala visual e percentual de notas, na qual a nota “0” consiste em nenhum controle e a nota “100” corresponde à morte das plantas (SBCPD, 1995).

A massa seca da parte aérea foi determinada para o primeiro estágio de desenvolvimento (4-6 folhas) no 14º dia após aplicação dos herbicidas; para o segundo estágio (3-4 perfilhos) no 21º dia após a aplicação; para o terceiro estágio (planta adulta) no 28º dia após a aplicação dos herbicidas. Para determinação da massa seca, coletou-se a parte aérea das plantas de cada vaso e as mesmas foram acondicionadas em sacos de papel; em seguida, foram levadas a uma estufa de circulação forçada de ar mantida a 60°C, até atingir massa constante, sendo posteriormente pesadas em balança analítica de precisão (0,01g).

Os resultados obtidos para porcentagem de controle e para a massa seca da parte aérea foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (PIMENTEL-GOMES, 1976), sendo os dados de porcentagens transformados em $\arcsen \sqrt{x}$.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Análise multivariada dos caracteres anatômicos foliares quantitativos

As Figuras 1 a 3 ilustram as secções transversais do limbo foliar, compreendendo as regiões da quilha e da asa, de *Brachiaria decumbens* e de *Brachiaria plantaginea*, em três estádios de desenvolvimento da planta, ou seja, aos 15, 23 e 48 dias após a emergência, respectivamente, planta com 4-6 folhas no colmo (Figura 1), planta com 3-4 perfilhos (Figura 2) e planta adulta no início do florescimento (Figura 3).

A região da nervura central, também chamada de quilha por Metcalfe (1960), apresenta organização anatômica semelhante nas duas espécies de *Brachiaria* estudadas, bem como no estágio 1 (Figura 1 B-C, E-F), no estágio 2 (Figura 2 B-C, E-F) e no estágio 3 (Figura 3 B-C, E-F) de desenvolvimento da planta.

Observando-se a região compreendida entre a nervura central e a margem do limbo foliar, também denominada de asa por Metcalfe (1960), verifica-se a ocorrência de uma organização anatômica similar, em ambas as espécies de *Brachiaria* estudadas, bem como no estágio 1 (Figura 1 A e D), no estágio 2 (Figura 2 A e D) e no estágio 3 (Figura 3 A e D) de desenvolvimento da planta.

A região da quilha, nos três estádios de desenvolvimento avaliados, de *B. decumbens* (Figuras 1 B-C, 2 B-C, 3 B-C) e *B. plantaginea* (Figuras 1 E-F, 2 E-F, 3 E-F), caracteriza-se por apresentar as seguintes características anatômicas foliares: epiderme unisseriada em ambas as faces do limbo e revestidas por cutícula; calotas subepidérmicas de

esclerênquima localizadas nas porções adaxial e abaxial do feixe vascular central, ocorrendo maior número de camadas na porção abaxial do feixe, próximo ao floema; parênquima fundamental formado por células arredondadas e desprovidas de cloroplastos (parênquima incolor), localizado na porção adaxial da nervura central; parênquima clorofiliano homogêneo, exibindo clorênquima radiado, com células mesofílicas dispostas em coroa ao redor do feixe vascular, caracterizando a estrutura “Kranz”; feixe vascular colateral fechado com elementos de xilema e floema; endoderme, conforme denominação dada à bainha do feixe vascular por Menezes et al. (2003), com células em uma única camada e providas de cloroplastos.

A região da asa, nos três estádios de desenvolvimento avaliados de *B. decumbens* (Figuras 1 A, 2 A, 3 A) e *B. plantaginea* (Figuras 1 D, 2 D, 3 D), caracteriza-se por apresentar as seguintes características anatômicas: epiderme unisseriada em ambas as faces do limbo foliar e revestidas por cutícula; estômatos em ambas as faces, caracterizando a folha como anfiestomática; tricomas curtos da face adaxial ocorrendo apenas no estádio 3 de desenvolvimento da planta e da face abaxial ocorrendo nos três estádios; tricomas longos das faces adaxial e abaxial ocorrendo nos três estádios apenas em *B. decumbens*; calotas subepidérmicas de esclerênquima localizadas nas porções adaxial e abaxial dos feixes vasculares de maior tamanho, próximas ao floema, sendo ausentes nos feixes de menor tamanho; parênquima clorofiliano homogêneo, exibindo clorênquima radiado, com células mesofílicas dispostas em coroa ao redor do feixe vascular, caracterizando a estrutura “Kranz”; feixe vascular colateral fechado com elementos de xilema e floema; endoderme (bainha do feixe vascular), com células organizadas em única camada e providas de cloroplastos.

Portanto, as características anatômicas foliares descritivas não permitem diferenciar com clareza as espécies de *Brachiaria* estudadas, como também não discriminam os três estádios de desenvolvimento considerados. Desta forma, os caracteres anatômicos foliares obtidos foram avaliados quantitativamente e submetidos à análise estatística multivariada, com a finalidade de realizar a discriminação entre as espécies de *Brachiaria* e os estádios de desenvolvimento estudados, procurando-se relacionar as características anatômicas com a eficiência do controle químico, fornecendo subsídios para o melhor entendimento das respostas dessas espécies quando submetidas ao manejo químico.

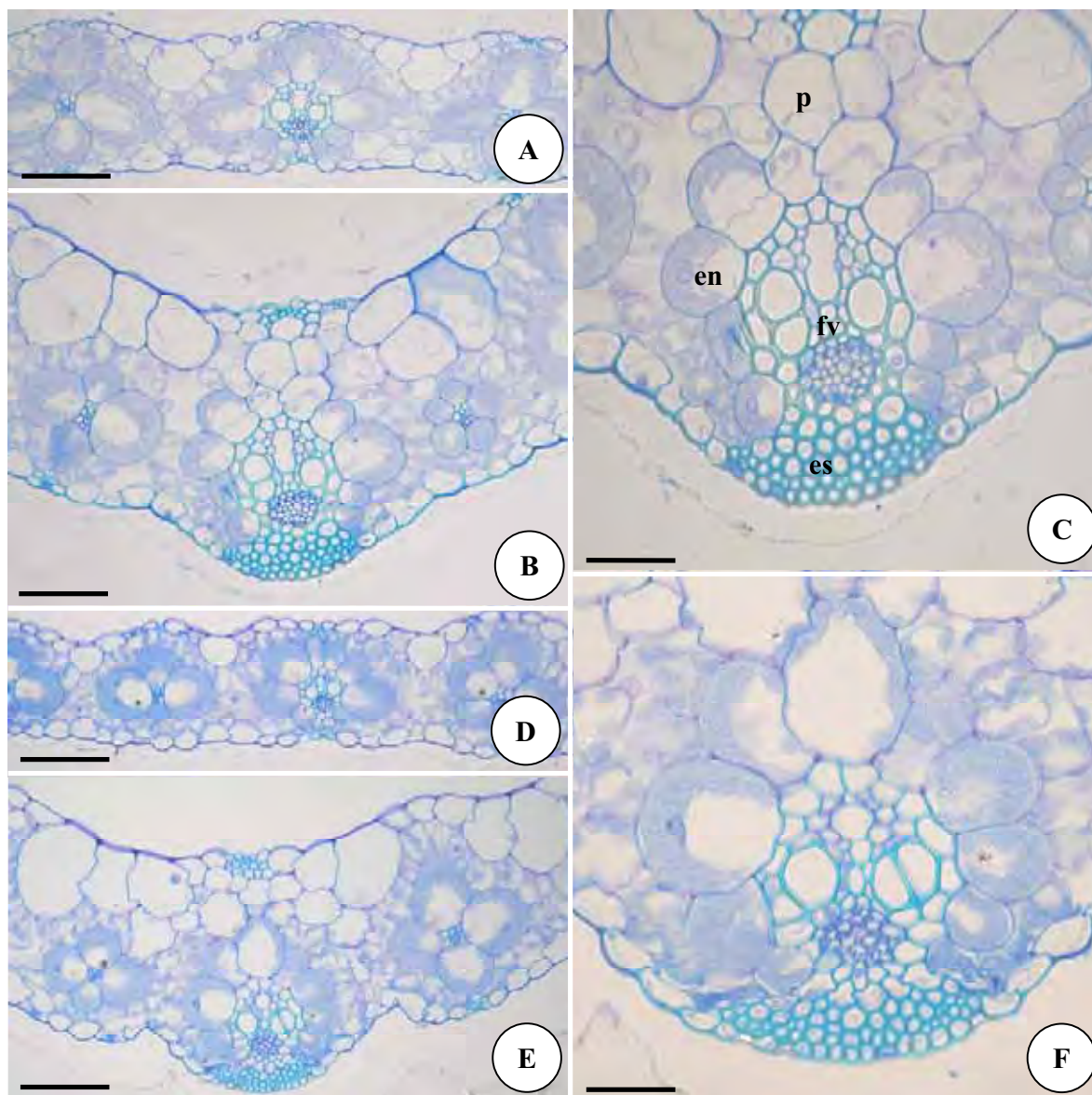


Figura 1. Secções transversais do limbo foliar no Estádio 1 de desenvolvimento (planta com 4-6 folhas no colmo, aos 15 dias após emergência). **A-C:** *Brachiaria decumbens*. **D-F:** *Brachiaria plantaginea*. **A, D:** região da asa (porção entre a nervura central e a margem do limbo). **B, C, E, F:** região da quilha (nervura central). **C, F:** detalhe do feixe vascular maior da quilha. Botucatu-SP, 2007/08. en: endoderme (bainha do feixe vascular). es: esclerênquima. fv: feixe vascular. p: parênquima. Barra = 100 µm (A, B, D, E). Barra = 50 µm (C, F).

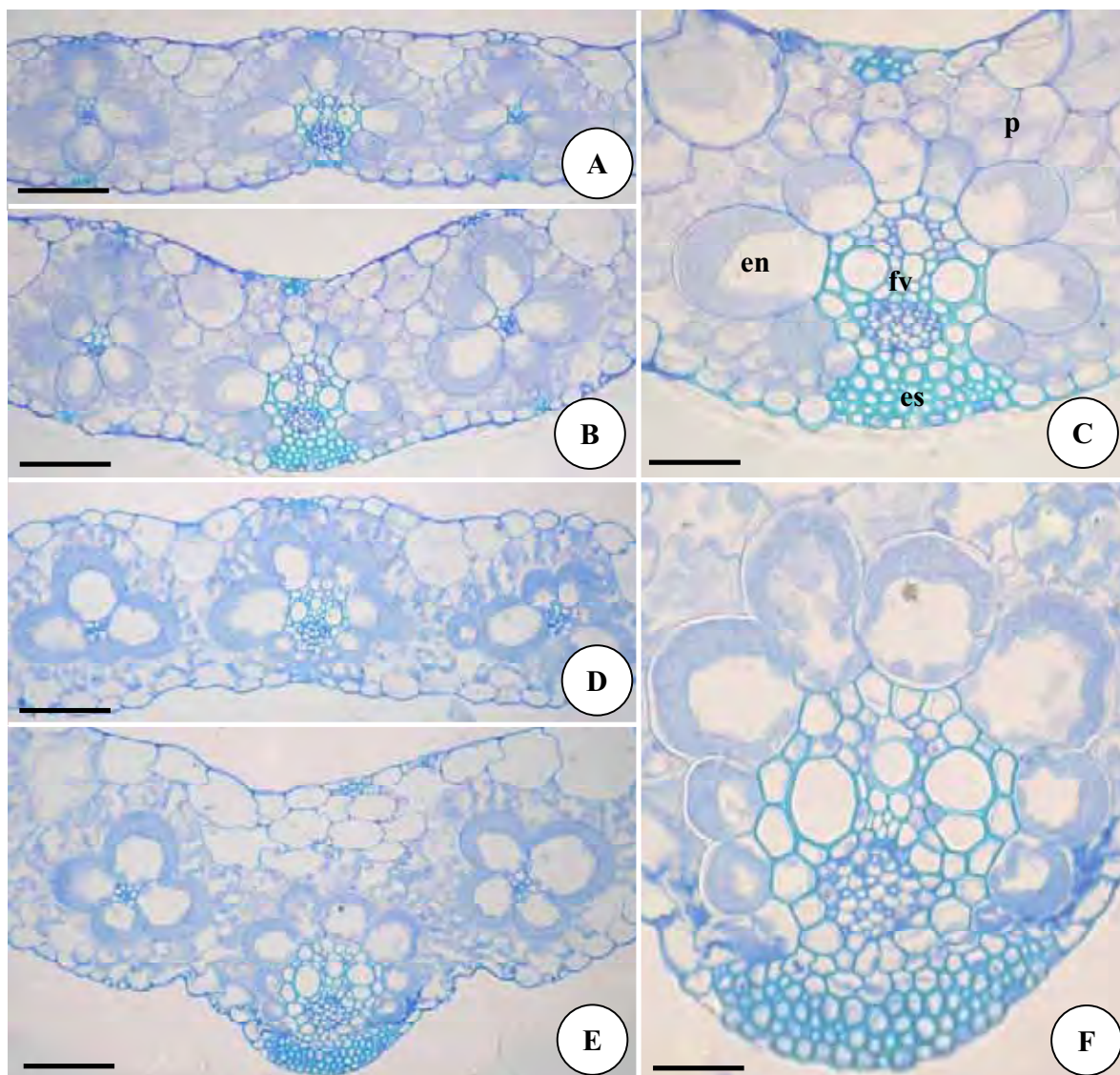


Figura 2. Secções transversais do limbo foliar no Estádio 2 de desenvolvimento (planta com 3-4 perfilhos, aos 23 dias após emergência). **A-C:** *Brachiaria decumbens*. **D-F:** *Brachiaria plantaginea*. **A, D:** região da asa (porção entre a nervura central e a margem do limbo). **B, C, E, F:** região da quilha (nervura central). **C, F:** detalhe do feixe vascular maior da quilha. Botucatu-SP, 2007/08. en: endoderme (bainha do feixe vascular). es: esclerênquima. fv: feixe vascular. p: parênquima. Barra = 100 μm (**A, B, D, E**). Barra = 50 μm (**C, F**).

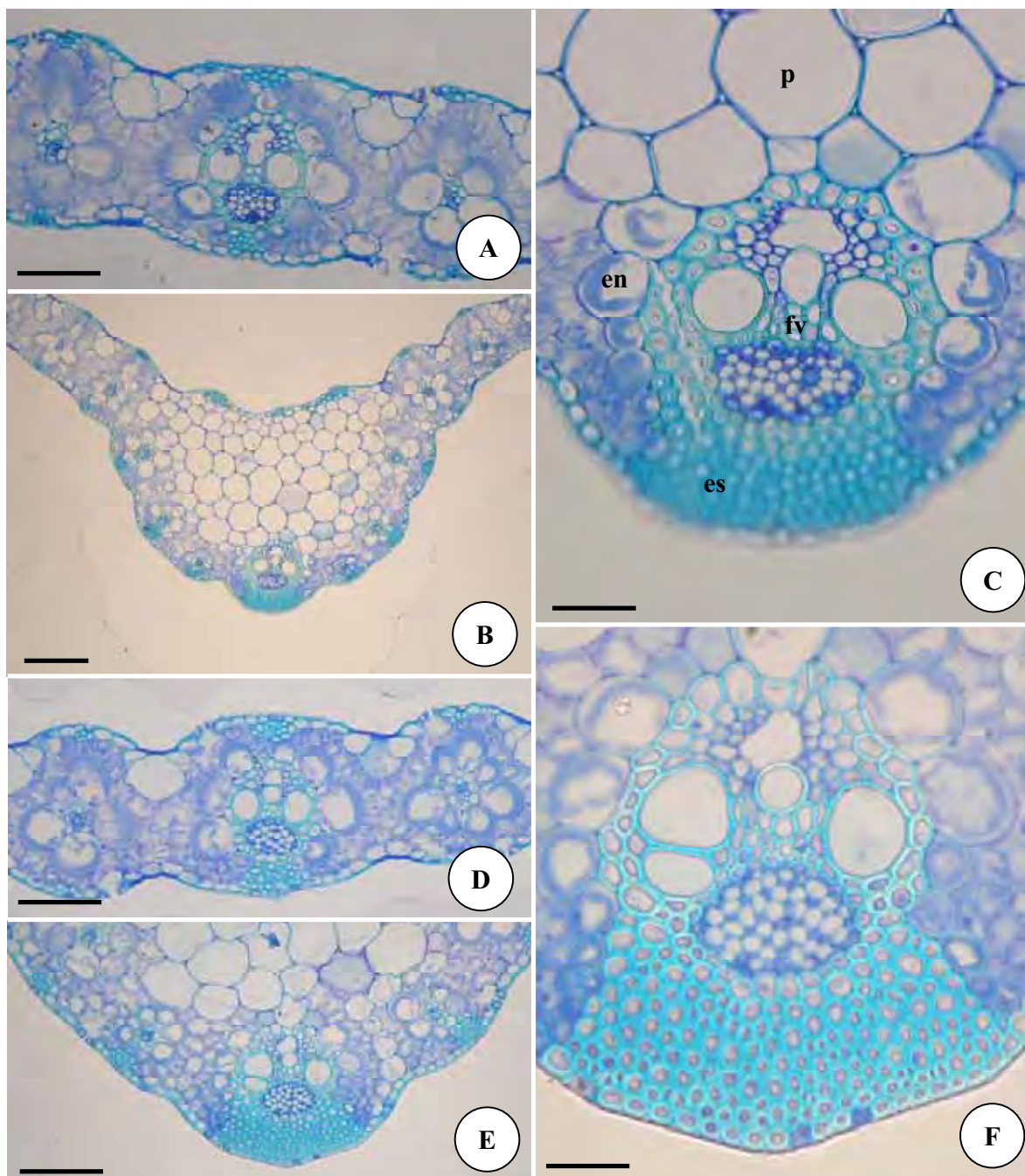


Figura 3. Secções transversais do limbo foliar no Estádio 3 de desenvolvimento (planta adulta no início do florescimento, aos 48 dias após emergência). **A-C:** *Brachiaria decumbens*. **D-F:** *Brachiaria plantaginea*. **A, D:** região da asa (porção entre a nervura central e a margem do limbo). **B, C, E, F:** região da quilha (nervura central). **C, F:** detalhe do feixe vascular maior da quilha. Botucatu-SP, 2007/08. en: endoderme (bainha do feixe vascular). es: esclerênquima. fv: feixe vascular. p: parênquima. Barra = 100 μ m (**A, D, E**). Barra = 150 μ m (**B**). Barra = 50 μ m (**C, F**).

Os valores médios referentes aos 23 caracteres anatômicos quantitativos do limbo foliar, considerando-se as regiões da quilha e da asa de *B. decumbens* e *B. plantaginea*, em três estádios de desenvolvimento da planta, estão relacionados na Tabela 1.

Na Tabela 2 são apresentados os coeficientes de correlação entre os 23 caracteres anatômicos foliares quantitativos das duas espécies de *Brachiaria* estudadas, nos três estádios de desenvolvimento da planta, e os dois primeiros componentes principais (Y_1 e Y_2). Estes componentes, no conjunto, foram responsáveis por 92,43% da informação acumulada pelos caracteres avaliados, sendo 63,33% da informação retida para o componente Y_1 e 29,10% para o componente Y_2 , evidenciando que esses componentes podem ser indicadores eficientes de dissimilaridade, ou seja, apresentam-se como caracteres diferenciadores entre as espécies vegetais estudadas e os diferentes estádios de desenvolvimento da planta. A intensidade da contribuição desses caracteres anatômicos quantitativos, para a diferenciação das espécies e dos estádios, está relacionada à ocorrência de maiores valores absolutos em Y_1 e Y_2 , os quais se caracterizam por apresentar maior poder discriminatório.

O dendrograma resultante da análise de agrupamento (Figura 4) e a dispersão gráfica referente à análise dos componentes principais (Figura 5) mostraram que os caracteres anatômicos foliares quantitativos com maior poder de discriminação foram os responsáveis pelos agrupamentos formados entre as espécies e os estádios de desenvolvimento analisados, constituindo quatro grupos principais ao nível de 0,24 na escala de distância de similaridade (Figura 4). O primeiro grupo foi formado pelo estágio 1 (planta com 4-6 folhas no colmo, 15 dias após a emergência) e pelo estágio 2 (planta com 3-4 perfilhos, 23 dias após a emergência) de desenvolvimento da planta de *B. decumbens*; o segundo grupo constituiu-se dos estádios 1 e 2 de *B. plantaginea*; o terceiro e o quarto grupos compreenderam apenas o estágio 3 (planta adulta no início do florescimento, 48 dias após a emergência) de desenvolvimento, respectivamente, de *B. decumbens* e de *B. plantaginea*. Pode-se verificar também, pela Figura 4, que o primeiro e o segundo grupo, ao nível de 0,30 na escala de distância, podem se agrupar formando um grupo sem discriminação, ou seja, não ocorrendo diferenciação entre os estádios 1 e 2 de desenvolvimento nas duas espécies de *Brachiaria*.

Tabela 1. Valores médios dos 23 caracteres anatômicos foliares quantitativos de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria plantaginea* em três estádios (E1-E2-E3) de desenvolvimento da planta. Botucatu-SP, 2007/08.

Caracteres Anatômicos Quantitativos	<i>B. decumbens</i>			<i>B. plantaginea</i>		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Área (10^{-3} mm ²) da Secção Transversal da Quilha	91,68	143,58	263,82	105,86	149,49	393,79
% Epiderme Adaxial da Quilha	14,51	9,78	3,44	18,68	13,79	1,23
% Epiderme Abaxial da Quilha	7,94	7,29	4,31	8,68	6,19	2,45
% Esclerênquima da Quilha	5,66	5,61	6,27	2,77	3,59	6,26
% Endoderme da Quilha	28,55	31,95	18,71	29,26	36,04	11,79
% Feixe Vascular da Quilha	6,84	6,48	6,93	5,36	5,59	5,83
% Parênquima da Quilha	36,50	38,89	60,34	35,25	44,80	72,44
% Epiderme Adaxial da Asa	14,81	14,86	11,17	15,94	15,30	14,77
% Epiderme Abaxial da Asa	8,98	8,96	6,25	10,05	8,04	6,53
% Esclerênquima da Asa	1,50	0,96	3,22	0,75	0,96	5,31
% Endoderme da Asa	34,16	36,78	31,03	35,34	36,46	28,88
% Feixe Vascular da Asa	3,90	4,80	19,99	3,66	4,27	11,49
% Parênquima da Asa	36,65	33,64	37,34	34,26	34,97	33,02
Espessura (µm) da Folha	148,77	185,39	141,26	164,42	173,14	150,72
Distância (µm) entre Feixe Vascular	217,44	257,07	176,92	209,63	296,50	180,43
Comprimento (µm) do Estômato da Face Adaxial	25,78	26,49	27,88	23,20	25,63	28,50
Comprimento (µm) do Estômato da Face Abaxial	30,50	29,44	30,55	36,65	36,60	31,34
Número / mm ² de Estômatos da Face Adaxial	77,70	57,18	130,47	92,25	94,68	148,44
Número / mm ² de Estômatos da Face Abaxial	63,45	55,21	129,88	66,47	59,18	150,31
Número / mm ² de Tricomas Curtos da Face Adaxial	0,00	0,00	5,97	0,00	0,00	8,06
Número / mm ² de Tricomas Curtos da Face Abaxial	14,51	12,97	24,32	14,59	14,42	22,70
Número / mm ² de Tricomas Longos da Face Adaxial	0,86	0,47	1,28	0,00	0,00	0,00
Número / mm ² de Tricomas Longos da Face Abaxial	1,10	0,82	0,94	0,00	0,00	0,00

E1: planta com 4-6 folhas no colmo (15 dias após emergência).

E2: planta com 3-4 perfilhos (23 dias após a emergência).

E3: planta adulta no início do florescimento (48 dias após a emergência).

Tabela 2. Coeficientes de correlação entre os 23 caracteres anatômicos foliares quantitativos de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria plantaginea* em três estádios (E1-E2-E3) de desenvolvimento da planta e os dois primeiros componentes principais (Y₁ e Y₂). Botucatu-SP, 2007/08.

Caracteres Anatômicos Quantitativos	Y ₁	Y ₂
Área da Secção Transversal da Quilha	- 0,9419	- 0,2990
% Epiderme Adaxial da Quilha	0,9426	- 0,0777
% Epiderme Abaxial da Quilha	0,9359	0,2156
% Esclerênquima da Quilha	- 0,7238	0,5259
% Endoderme da Quilha	0,9342	0,0657
% Feixe Vascular da Quilha	- 0,2757	0,9465
% Parênquima da Quilha	- 0,9616	- 0,2375
% Epiderme Adaxial da Asa	0,6518	- 0,6078
% Epiderme Abaxial da Asa	0,9176	- 0,0481
% Esclerênquima da Asa	- 0,9561	- 0,1736
% Endoderme da Asa	0,9420	0,0646
% Feixe Vascular da Asa	- 0,8665	0,2844
% Parênquima da Asa	- 0,0409	0,7391
Espessura da Folha	0,6509	- 0,2675
Distância entre Feixe Vascular	0,7085	- 0,1681
Comprimento do Estômato da Face Adaxial	- 0,8670	0,1930
Comprimento do Estômato da Face Abaxial	0,4521	- 0,6858
Número por mm ² de Estômatos da Face Adaxial	- 0,8775	- 0,3337
Número por mm ² de Estômatos da Face Abaxial	- 0,9799	- 0,1286
Número por mm ² de Tricomas Curtos da Face Adaxial	- 0,9893	- 0,1288
Número por mm ² de Tricomas Curtos da Face Abaxial	- 0,9594	0,0319
Número por mm ² de Tricomas Longos da Face Adaxial	- 0,2754	0,9380
Número por mm ² de Tricomas Longos da Face Abaxial	- 0,0179	0,9878
Informação Retida (%)	63,33	29,10
Informação Acumulada (%)	63,33	92,43

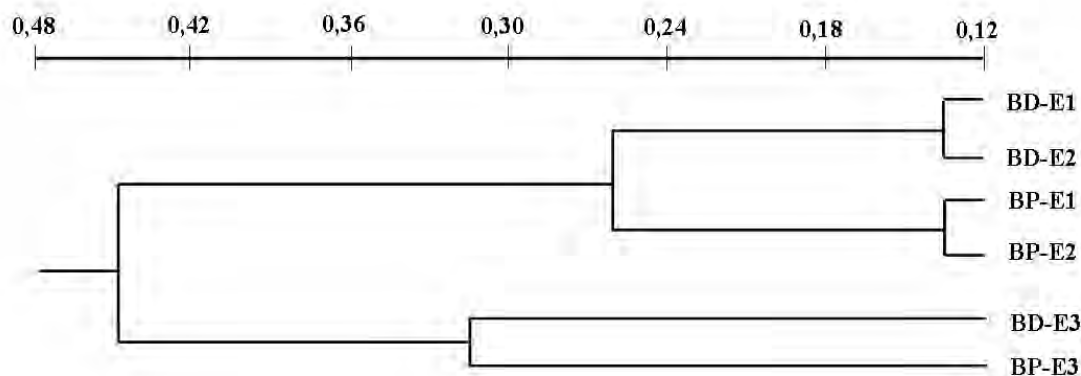


Figura 4. Dendrograma resultante da Análise de Agrupamento dos 23 caracteres anatômicos foliares quantitativos, utilizando-se a Distância Euclidiana Média entre as duas espécies de *Brachiaria* e os três estádios (E1-E2-E3) de desenvolvimento da planta. Botucatu-SP, 2007/08.

BD: *B. decumbens*. BP: *B. plantaginea*.

E1: planta com 4-6 folhas no colmo (15 dias após emergência).

E2: planta com 3-4 perfilhos (23 dias após a emergência).

E3: planta adulta no início do florescimento (48 dias após a emergência).

A análise dos coeficientes de correlação do componente principal Y_1 (Tabela 2), associados à dispersão gráfica (Figura 5), permite constatar que os estádios 1 e 2 de desenvolvimento da planta apresentaram alto grau de dissimilaridade em relação ao estágio 3 de desenvolvimento, para as duas espécies de *Brachiaria* estudadas. Assim, o estágio 3 pode ser diferenciado dos demais, por apresentar as seguintes características anatômicas foliares quantitativas: maior área da secção transversal da quilha, maior porcentagem (%) de esclerênquima da quilha e asa, maior % de parênquima da quilha, maior % de feixe vascular da asa, maior comprimento do estômato da face adaxial, maior número de estômatos das faces adaxial e abaxial, maior número de tricomas curtos das faces adaxial e abaxial, menor % de epiderme adaxial da quilha e abaxial da quilha e asa, menor % de endoderme da quilha e asa, e menor distância entre feixes vasculares. Essa discriminação entre o estágio 3 e os estádios 1 e 2 pode também ser verificada pelos valores médios dos caracteres anatômicos foliares apresentados na Tabela 1.

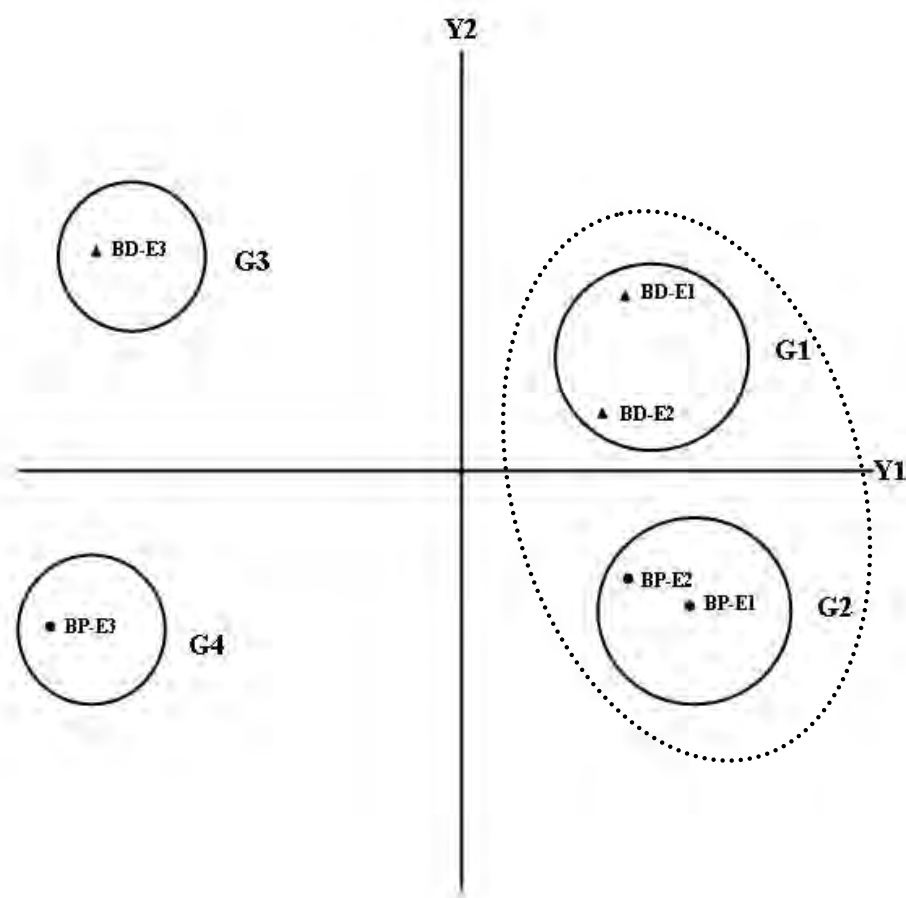


Figura 5. Dispersão gráfica das duas espécies de *Brachiaria* e dos três estádios (E1-E2-E3) de desenvolvimento da planta, utilizando-se os dois primeiros componentes principais (Y_1 e Y_2), para o conjunto dos 23 caracteres anatômicos foliares quantitativos. Botucatu-SP, 2007/08.

BD: *B. decumbens*. BP: *B. plantaginea*.

E1: planta com 4-6 folhas no colmo (15 dias após emergência).

E2: planta com 3-4 perfilhos (23 dias após a emergência).

E3: planta adulta no início do florescimento (48 dias após a emergência).

G1: grupo 1. G2: grupo 2. G3: grupo 3. G4: grupo 4.

Essas características anatômicas encontradas nas folhas do estágio 3, ou seja, em folhas de plantas adultas no início do florescimento (com 48 dias após a emergência), demonstram que as mesmas se encontram mais desenvolvidas (mais velhas) que as folhas do estágio 1, com 15 dias após a emergência (apresentando 4-6 folhas no colmo), e as folhas do estágio 2, com 23 dias após a emergência (apresentando 3-4 perfilhos).

A maior porcentagem de esclerênquima encontrada na região da quilha e da asa, em ambas as espécies estudadas, foi observada no estágio 3 de desenvolvimento, sendo verificada maior porcentagem desse tecido na região da quilha. Em geral, plantas adultas apresentam maior lignificação das paredes celulares, podendo influenciar na redução da penetração de herbicidas. Segundo Alves de Brito & Deschamps (2001), o incremento no teor de lignina pode estar associado ao espessamento da parede celular, principalmente da parede secundária. Deste modo, a presença da parede secundária, entre outros fatores, pode limitar a translocação de herbicidas em plantas mais velhas, por ser esta parede menos permeável e mais espessa que a parede primária, sendo necessária a utilização de doses maiores de herbicidas para controlar plantas mais velhas (CHAMEL, 1988). Isso reforça a necessidade do controle em pós-emergência ser realizado nas fases iniciais do desenvolvimento dessas gramíneas.

Em relação à distância entre os feixes vasculares na região da asa, verifica-se que no estágio de planta adulta essa característica diminui nas plantas de ambas as espécies de *Brachiaria* estudadas, concordando com os resultados obtidos por Alves de Brito et al. (2004). Entretanto, Alves de Brito & Deschamps (2001) não constataram em *Pennisetum purpureum* variações na distância entre os feixes vasculares ao longo do desenvolvimento da planta, sendo esta característica possivelmente intrínseca à espécie vegetal.

A análise dos coeficientes de correlação do componente principal Y₂ (Tabela 2), associados à dispersão gráfica (Figura 5), permite constatar que, nos três estádios de desenvolvimento da planta, *B. decumbens* apresentou alta dissimilaridade em relação à *B. plantaginea*. Assim, *B. decumbens* pode ser diferenciada de *B. plantaginea* por apresentar as seguintes características anatômicas foliares quantitativas: menor % de epiderme adaxial da asa, maior % de feixe vascular da quilha e asa, maior % de parênquima da asa, e maior número de tricomas longos das faces adaxial e abaxial. Essa diferenciação entre as duas espécies de *Brachiaria* pode também ser verificada pelos valores médios dos caracteres anatômicos foliares apresentados na Tabela 1.

Costa et al. (2006) diferenciaram espécies daninhas aquáticas também com o emprego da análise multivariada, constatando que *Brachiaria mutica*, *B. subquadriflora* e *Panicum repens*, ou seja, as espécies de Poaceae estudadas, apresentaram maiores valores de feixe vascular, bainha do feixe vascular (endoderme), esclerênquima e número de tricomas,

bem como menores valores para número de estômatos e espessura da folha, do que *Eichhornia crassipes*, *Heteranthera reniformis*, *Typha subulata* e *Enhydra anagallis*, caracterizando-as possivelmente como espécies com maior dificuldade de controle químico.

A presença de maior quantidade de epiderme na face adaxial do limbo foliar, de acordo com Procópio et al. (2003) pode ser uma característica indicativa de barreira potencial à penetração de herbicidas em folhas. Desta forma, *B. plantaginea*, por possuir maior % de epiderme adaxial e menores % de feixe vascular e de parênquima, pode ser considerada como menos sensível aos efeitos de herbicidas do que *B. decumbens*, uma vez que essas estruturas constituem em barreiras à penetração desses produtos, apesar desse resultado não ter sido confirmado pelas avaliações do controle químico em pós-emergência do presente trabalho, referente à porcentagem de controle de plantas, após a aplicação dos herbicidas avaliados.

Portanto, a ocorrência em *B. plantaginea* de maior quantidade de epiderme da face adaxial da folha pode ser considerada como barreira à penetração de herbicidas, e menores quantidades de feixes vasculares e de parênquima podem tornar menos eficiente o transporte desses produtos na folha, constituindo-se também como barreira à penetração de herbicidas, caracterizando *B. plantaginea* como menos sensível ou resistente aos efeitos dos herbicidas testados. Gazziero et al. (2000) constataram, na cultura da soja, a presença de *B. plantaginea* resistente a herbicidas inibidores da enzima ACCase (Acetil Co-A Carboxilase), em condições de pós-emergência.

Tuffi Santos et al. (2006) afirmaram que a maior densidade de células epidérmicas, observadas em *Eucalyptus saligna*, implicou em maior quantidade de regiões propensas à penetração do herbicida glyphosate, o que pode explicar a alta correlação positiva entre esta característica e a porcentagem de intoxicação causada por este herbicida.

Velini & Trindade (1992) consideraram reduzida a penetração de herbicidas pelos estômatos, uma vez que a maioria das espécies anfiestomáticas possuem menor número de estômatos na face adaxial, e em pulverizações agrícolas há maior dificuldade dos herbicidas atingirem a face abaxial, sendo muito reduzida a absorção nessa face foliar. Assim, é possível que o controle químico das espécies estudadas não tenha sido influenciado pelo número de estômatos, pois ambas as espécies apresentaram maior número na face adaxial.

Ferreira et al. (2002 a,b) consideram que, em plantas daninhas com alta densidade estomática, o uso de surfatantes organossiliconados para aumentar a penetração estomática pode ser uma estratégia interessante no controle de *Nicandra physaloides* e *Raphanus raphanistrum*, as quais apresetam alta densidade estomática na face adaxial. Ferreira et al. (2002 a,b) e Procópio et al. (2003) recomendaram que, no controle de plantas daninhas que apresentam estômatos com grande comprimento do ostíolo, como *N. physaloides* e *Conyza bonariensis*, o uso de organossiliconados adicionados à calda de pulverização de herbicidas facilita a sua absorção, por quebrar a tensão superficial da calda do herbicida.

Procópio et al. (2003), ao identificar as principais barreiras à penetração de herbicidas nas folhas de *Galinsoga parviflora*, *Crotalaria incana*, *Conyza bonariensis* e *Ipomoea cairica*, consideraram como barreira principal à penetração de herbicidas em *G. parviflora* a baixa densidade estomática na face adaxial de suas folhas; em *C. incana* o alto teor de cera epicuticular; em *C. bonariensis* a alta densidade tricomática, grande espessura da cutícula da face adaxial e baixa densidade estomática na face adaxial; e em *I. cairica* a grande espessura da cutícula e a baixa densidade estomática na face adaxial.

Ferreira et al. (2007) identificaram clones de cana-de-açúcar sensíveis à mistura dos herbicidas trifloxysulfuron + ametryn; sendo o clone considerado mais sensível a esta mistura aquele apresentando maior proporção de células buliformes, maior densidade de estômatos e de tricomas em ambas as faces, epiderme menos espessa na face adaxial, e estômatos com maior comprimento de ostíolos nas duas faces.

Segundo Hess & Falk (1990) a presença de tricomas na superfície foliar podem interceptar gotas pulverizadas, impedindo que estas alcancem a epiderme propriamente dita. Assim, *B. plantaginea* poderia ser menos sensível à ação dos herbicidas, pois essa espécie apresentou maior número de tricomas curtos na face adaxial, no terceiro estágio de desenvolvimento da planta, sendo essa observação não concordante com aquela relatada na literatura, que caracteriza essa espécie como glabra. Verificou-se também que apenas *B. decumbens* apresentou tricomas longos em ambas as faces; entretanto, essa característica não pode ser considerada relevante, pois o número de tricomas presentes foi muito pequeno.

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 pelos tricomas. Todavia, são poucos os relatos de que os tricomas sejam um bom caminho para a entrada de herbicidas, havendo, portanto, uma relação negativa entre a aderência dos herbicidas nos tricomas e a eficácia destes produtos.

Segundo Hess & Falk (1990) todas as características das superfícies foliares influenciam o depósito e posterior absorção dos herbicidas pela superfície foliar. As várias espécies de plantas apresentam grande diversidade na morfologia epidérmica (estômatos, ceras, tricomas e glândulas). Assim, para o sucesso de pulverizações de agroquímicos é fundamental o conhecimento das características relacionadas às plantas, como a anatomia foliar, e as propriedades da solução de pulverização.

A porcentagem de feixes vasculares existentes no limbo foliar pode ser um fator relevante e determinante para a translocação de herbicidas, o que explica a facilidade ou a dificuldade de translocação. Rocha (2001) e Rocha et al. (2007), estudando quatro espécies de *Commelina*, verificaram que *C. bengalensis* e *C. villosa*, espécies mais sensíveis aos herbicidas testados, apresentaram maior porcentagem de feixes vasculares no caule, maior espessura da folha e maior tamanho da nervura central. Em *B. decumbens*, constatou-se maior porcentagem de feixes vasculares, nas regiões da asa e da quilha, caracterizando essa espécie por apresentar maior facilidade de translocação de herbicidas.

Com base nos resultados obtidos, pode-se constatar que a análise dos caracteres anatômicos foliares quantitativos, por meio dos testes estatísticos multivariados de análise de agrupamento e de componentes principais, permitiu diferenciar os três estádios de desenvolvimento da planta, sendo os estádios 1 e 2 mais discriminantes que o estágio 3, como também foi possível diferenciar *B. decumbens*, gramínea possivelmente mais sensível aos efeitos dos herbicidas, de *B. plantaginea*, espécie provavelmente menos sensível à ação dos herbicidas estudados.

Deste modo, as estruturas anatômicas foliares das plantas podem influenciar a deposição, retenção, absorção e translocação de herbicidas aplicados em pós-emergência, atuando como barreiras, as quais podem estar relacionadas com a maior ou menor resistência de determinada planta aos herbicidas, sendo, portanto, decisivas para o manejo químico. Contudo, pouco se conhece sobre a proporção da contribuição de cada caráter estrutural do limbo foliar, no processo de absorção e translocação de herbicidas.

6.2. Controle químico em pós-emergência

Conforme os resultados obtidos para a porcentagem de controle das plantas de *B. decumbens* no estágio de 4-6 folhas (Tabela 3), nota-se um elevado nível de controle já aos 4 dias após aplicação (DAA) dos herbicidas, bem como um progressivo controle para os demais dias de avaliação após a aplicação dos mesmos. Verifica-se também, que o herbicida sethoxydim apresentou maior velocidade de controle no decorrer das avaliações realizadas, porém, não diferindo estatisticamente dos demais herbicidas aos 4 DAA. Contudo, aos 7 DAA observa-se diferença dos herbicidas sethoxydim e haloxyfop-methyl quando comparados com o fluazifop-p-butil, sendo que os dois primeiros herbicidas apresentaram melhor controle das plantas de *B. decumbens* neste estágio. Aos 10 DAA, os três herbicidas mostraram-se eficiente no controle total desta espécie, causando a morte das mesmas, como se pode observar na Figura 6 A-C, aos 14 DAA.

Tabela 3. Porcentagem de controle de plantas de *Brachiaria decumbens* no Estádio 1 de desenvolvimento (plantas com 4-6 folhas aos 15 dias após a emergência), em diferentes períodos (dias) após a aplicação dos herbicidas. Botucatu–SP, 2007/08.

Tratamentos (doses)	Dias após a aplicação dos herbicidas			
	4	7	10	14
testemunha	0,0 a	0,0 a	0,0	0,0
fluazifop-p-butil (150 g ha ⁻¹)	76,0 b	90,2 b	100,0	100,0
haloxyfop-methyl (50 g ha ⁻¹)	74,6 b	97,6 c	100,0	100,0
sethoxydim (230 g ha ⁻¹)	79,6 b	99,0 c	100,0	100,0
F tratamento	763,83**	546,70**	—	—
CV (%)	5,4	6,4	—	—

Os dados de porcentagem de controle foram transformados em $\arcsen \sqrt{\%}$.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

** significativo a 1% de probabilidade.

Segundo Smeda & Putnam (1990) este comportamento é esperado, uma vez que a eficácia dos herbicidas aplicados em pós-emergência foi reduzida quando o número de folhas das gramíneas aumentou de 3-5 para 7 folhas, e que esse fator é determinante para o bom desempenho dos herbicidas aplicados em pós-emergência precoce.

Na Tabela 4 observa-se, com relação ao estágio de 3-4 perfilhos, comportamento distinto para os três herbicidas aos 4, 10, 14, 17 e 21 DAA, sendo que o herbicida sethoxydim apresentou o melhor desempenho em relação aos demais; o herbicida haloxyfop-methyl foi melhor no controle das plantas do que o fluazifop-p-butyl, exceto aos 7 DAA, onde ambos apresentaram desempenho estatisticamente idêntico. Nas plantas de *B. decumbens*, no estágio de 3-4 perfilhos, o único herbicida causador de morte nas plantas, aos 21 DAA, foi o sethoxydim (Figura 6 D-F).

Tabela 4. Porcentagem de controle de plantas de *Brachiaria decumbens* no Estádio 2 de desenvolvimento (plantas com 3-4 perfilhos aos 23 dias após a emergência), em diferentes períodos (dias) após a aplicação dos herbicidas. Botucatu-SP, 2007/08.

Tratamentos (doses)	Dias após a aplicação dos herbicidas					
	4	7	10	14	17	21
testemunha	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
fluazifop-p-butyl (150 g ha ⁻¹)	10,0 b	52,0 b	70,0 b	87,4 b	85,8 b	90,8 b
haloxyfop-methyl (50 g ha ⁻¹)	15,4 c	49,0 b	80,4 c	92,6 c	92,0 c	93,6 c
sethoxydim (230 g ha ⁻¹)	20,0 d	83,0 c	97,6 d	100,0 d	100,0 d	100,0 d
F tratamento	1298,27**	220,34**	1755,89**	2535,73**	2875,15**	4672,91**
CV (%)	4,3	10,7	3,7	3,0	2,9	2,2

Os dados de porcentagem de controle foram transformados em $\arcsen \sqrt{\%}$.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

** significativo a 1% de probabilidade.

Vidal et al. (2006) obtiveram bons resultados de controle em populações selvagens e em biotipos com suspeita de resistência em *Eleusine indica*, com o uso de herbicidas inibidores da ACCase. O herbicida sethoxydim aplicado até o estágio de 1 perfilho apresentou bom controle das plantas de *E. indica* selvagem; enquanto o uso de sethoxydim, butroxydim, fenoxaprop, propaquizafop e cyhalofop não controlaram eficientemente plantas com suspeita de resistência a esses herbicidas, porém este biotipo foi eficazmente controlado com clethodim, fluazifop-p-butil, haloxyfop-methyl e quizalofop.

Pela Tabela 5 nota-se um processo mais lento no controle das plantas adultas de *B. decumbens*, sem sintomas aparentes de controle aos 4 DAA, em relação aos demais estádios de desenvolvimento. Aos 7 DAA somente o herbicida sethoxydim diferiu estatisticamente dos demais, sendo que os outros herbicidas não diferiram estatisticamente da testemunha. No entanto, nos demais períodos de avaliação, todos os tratamentos diferiram entre si, sendo que o herbicida sethoxydim apresentou melhor desempenho no controle, seguido pelo haloxyfop-methyl e pelo fluazifop-p-butil. Os herbicidas não causaram a morte das plantas neste estágio de desenvolvimento, como pode ser observado pela Figura 6 G-I, aos 28 DAA.

A mistura de MSMA + diuron aplicados sobre plantas de *B. decumbens*, com 65 centímetros de altura na dose de 1,120 + 2,880 g/ha em pastagem de *Cynodon dactylon* híbridos Coast-cross e Tifton 85, proporcionou controle eficaz desta infestante até aos 42 DAA, porém a aplicação de MSMA na dose de 2,880 g/ha isolado não controlou as plantas de *B. decumbens* neste estágio de desenvolvimento (CARVALHO et al., 2005). De fato, além da formulação do herbicida, a idade da planta é fundamental para a eficiência no controle em pós-emergência, concordando com Crawford & Zambrysky (2001) ao afirmarem que os tecidos mais novos apresentam capacidade de transportar moléculas maiores, explicando assim porque as plantas se tornam menos suscetíveis aos herbicidas à medida que avança seu estágio de desenvolvimento.

Considerando as doses geralmente recomendadas, a literatura relata que, na aplicação tardia do fluazifop-p-butil, o controle tende a ser menos eficaz, uma vez que as plantas estão mais desenvolvidas e, portanto, com maior capacidade de recuperação (SMEDA & PUTNAM, 1990).

Tabela 5. Porcentagem de controle de plantas de *Brachiaria decumbens* no Estádio 3 de desenvolvimento (planta adulta no início do florescimento aos 48 dias após a emergência), em diferentes períodos (dias) após a aplicação dos herbicidas. Botucatu–SP, 2007/08.

Tratamentos (doses)	Dias após a aplicação dos herbicidas							
	4	7	10	14	17	21	24	28
testemunha	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
fluzifop-p-butil (150 g ha ⁻¹)	0,0 a	0,4 a	2,6 b	4,2 b	29,0 b	11,8 b	9,4 b	9,2 b
haloxyfop-methyl (50 g ha ⁻¹)	0,0 a	0,4 a	12,6 c	17,6 c	49,6 c	54,0 c	68,6 c	57,0 c
sethoxydim (230 g ha ⁻¹)	0,0 a	2,6 b	21,0 d	36,6 d	89,2 d	76,0 d	76,0 c	75,4 d
F tratamento	–	12,77*	91,66**	63,47**	111,65**	100,04**	155,53**	131,46**
CV (%)	–	83,5	19,9	24,7	16,9	19,1	15,8	17,2

Os dados de porcentagem de controle foram transformados em arcsen $\sqrt{\%}$.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

* significativo a 5% de probabilidade.

** significativo a 1% de probabilidade.

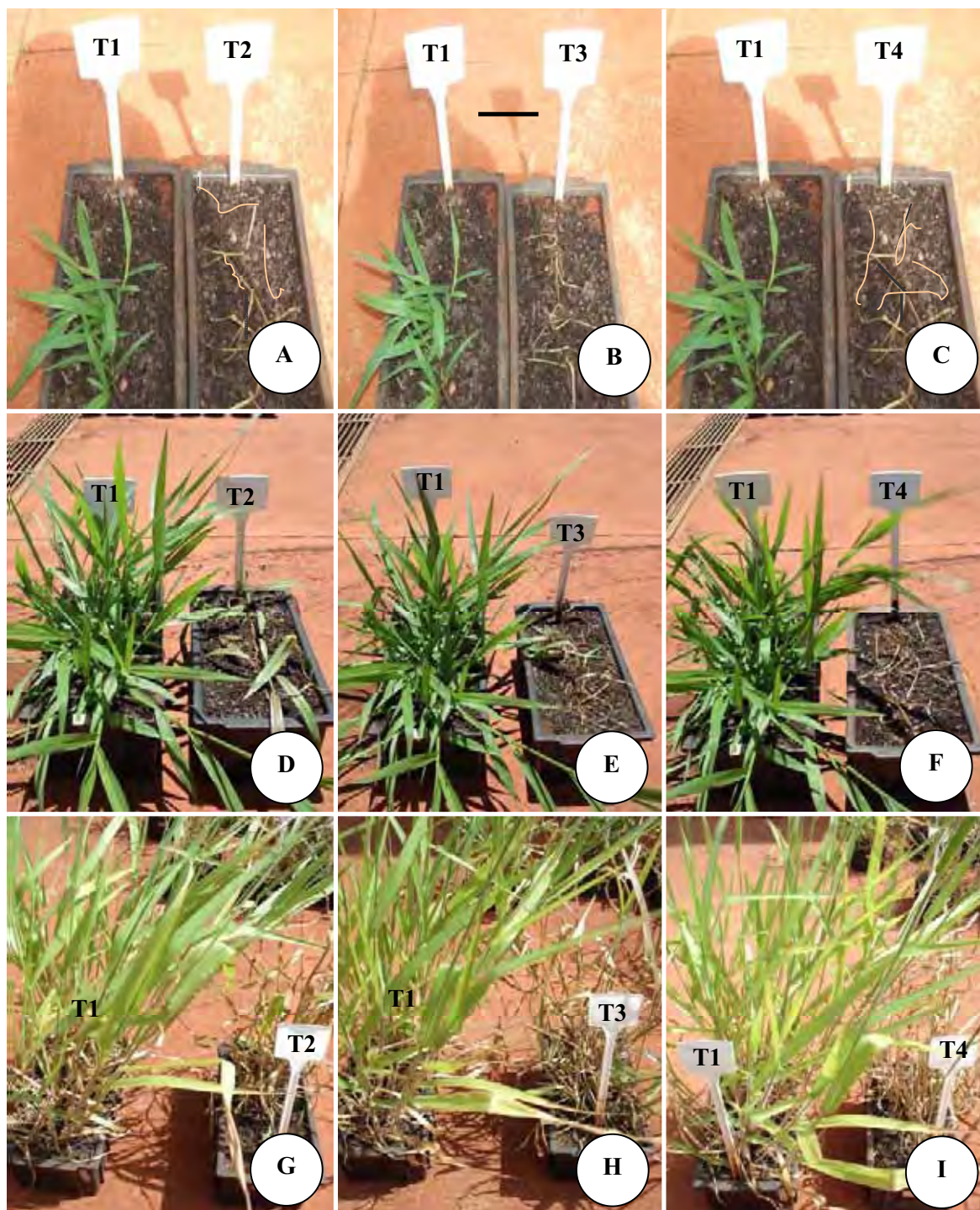


Figura 6. Efeitos dos herbicidas aplicados em pós-emergência sobre *Brachiaria decumbens*. **A, D, G:** fluazifop-p-butyl 150 g ha⁻¹ (T2). **B, E, H:** haloxyfop-methyl 50 g ha⁻¹ (T3). **C, F, I:** sethoxydim 230 g ha⁻¹ (T4). **A-C:** 14 DAA (Estádio 1, com 4-6 folhas). **D-F:** 21 DAA (Estádio 2, com 3-4 perfilhos). **G-I:** 28 DAA (Estádio 3, planta adulta). Botucatu-SP, 2007/08. DAA: dias após aplicação dos herbicidas. T1: Testemunha. Barra = 8 cm (A-I).

Com relação às plantas de *B. plantaginea*, no estágio de 4-6 folhas, a porcentagem de controle apresentada na Tabela 6 demonstra rápidos sintomas de controle no decorrer dos dias após a aplicação dos produtos. Os herbicidas haloxyfop-methyl e sethoxydim comportaram-se de maneira idêntica estatisticamente em todos os períodos de avaliação, diferindo nestes períodos do herbicida fluazifop-p-butyl. No entanto, os três herbicidas causaram a morte das plantas aos 14 DAA (Figura 7 A-C).

Fleck et al. 2008 estudaram a possibilidade de redução de doses dos herbicidas clethodim, para o controle de capim-marmelada em pós-emergência, concluindo que, até o estágio de desenvolvimento que vai de apenas uma folha até 9 perfilhos, a redução da dose em até 38% e em apenas uma aplicação controla a infestante sem ocorrer perda de eficiência ou comprometimento da produtividade de grãos de soja. No entanto, o atraso na aplicação de clethodim, quando as plantas de capim-marmelada já desenvolveram 14 perfilhos e as plantas de soja alcançaram o estágio V7 a V8, reduziu a produtividade de grãos da cultura.

Tabela 6. Porcentagem de controle de plantas de *Brachiaria plantaginea* no Estádio 1 de desenvolvimento (plantas com 4-6 folhas aos 15 dias após a emergência), em diferentes períodos (dias) após a aplicação dos herbicidas. Botucatu-SP, 2007/08.

Tratamentos (doses)	Dias após a aplicação dos herbicidas			
	4	7	10	14
testemunha	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
fluazifop-p-butyl (150 g ha ⁻¹)	62,0 b	86,0 b	99,0 b	99,2 b
haloxyfop-methyl (50 g ha ⁻¹)	79,0 c	99,8 c	100,0 c	100,0 c
sethoxydim (230 g ha ⁻¹)	83,0 c	100,0 c	100,0 c	100,0 c
F tratamento	753,43**	1639,10**	2337,91**	2812,86**
CV (%)	5,5	3,8	3,1	2,8

Os dados de porcentagem de controle foram transformados em $\arcsen \sqrt{\%}$.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

** significativo a 1% de probabilidade.

Os herbicidas podem apresentar diferentes níveis de controle de plantas daninhas, em função de espécies presentes na área, estágio de desenvolvimento, dose do herbicida e condições de aplicação e de ambiente. O controle eficiente de plantas daninhas com o uso de herbicidas em pós-emergência depende, sobretudo, do estágio de desenvolvimento delas (ASKEW et al., 2000; JOHNSON & HOVERSTAD, 2002). À medida que a aplicação for atrasada, há menor eficiência de controle, pelo fato de as plantas daninhas apresentarem maior desenvolvimento vegetativo e tolerância aos herbicidas.

Na Tabela 7 verifica-se comportamento distinto dos herbicidas no controle das plantas de *B. plantaginea*, no estágio de 3-4 perfilhos, aos 4 DAA, sendo que o herbicida sethoxydim apresentou melhor desempenho em todos os períodos de avaliação, causando a morte das plantas aos 10 DAA, diferindo estatisticamente dos demais herbicidas, em todos os períodos de avaliação. Já o herbicida fluazifop-p-butil controlou as plantas de *B. plantaginea* de maneira idêntica ao haloxyfop-methyl aos 7 e aos 10 DAA; entretanto, nos demais períodos de avaliação, este último herbicida apresentou melhores níveis de controle, como se observa aos 21 DAA, pela Figura 7 D-F.

O sucesso do uso de herbicidas em pós-emergência depende da habilidade do produtor em determinar o momento correto de controlar as plantas daninhas. Nesse aspecto, muitas vezes, com a integração de práticas de manejo, as doses de herbicidas podem ser reduzidas e, ainda assim, promover controle satisfatório dessas plantas (MOHLER, 2001; NAZARKO et al., 2005).

Bons resultados de controle de *Digitaria ciliaris* (plantas com 5 perfilhos), *B. plantaginea* (plantas com 1 a 4 perfilhos) e *Triticum aestivum* (plantas com 1 a 3 perfilhos) foram obtidos por Purríssimo (2002), associando adjuvante mineral em vez de óleo mineral aos graminicidas clethodim e fenoxaprop- p-ethyl.

Tabela 7. Porcentagem de controle de plantas de *Brachiaria plantaginea* no Estádio 2 de desenvolvimento (plantas com 3-4 perfilhos aos 23 dias após a emergência), em diferentes períodos (dias) após a aplicação dos herbicidas. Botucatu–SP, 2007/08.

Tratamentos (doses)	Dias após a aplicação dos herbicidas					
	4	7	10	14	17	21
testemunha	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
fluazifop-p-butil (150 g ha ⁻¹)	30,0b	83,0 b	87,8 b	91,6 b	94,2 b	97,6 b
haloxyfop-methyl (50 g ha ⁻¹)	36,4 c	85,0 b	89,6 b	95,0 c	98,2 c	99,8 c
sethoxydim (230 g ha ⁻¹)	52,0 d	98,4 c	100,0 c	100,0 d	100,0 d	100,0 d
F tratamento	1024,20**	777,35**	5711,64**	3906,38**	1152,91**	767,76**
CV (%)	4,9	5,5	2,0	2,4	4,4	5,4

Os dados de porcentagem de controle foram transformados em $\arcsen \sqrt{\%}$.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

** significativo a 1% de probabilidade.

A partir dos resultados contidos na Tabela 8, para a porcentagem de controle das plantas adultas de *B. plantaginea*, constata-se que não houve controle aos 4 DAA. Aos 7 DAA, o herbicida fluazifop-p-butil comportou-se de maneira intermediária em relação aos demais. Já, aos 10 DAA, o herbicida haloxyfop-methyl apresentou comportamento intermediário em relação aos demais herbicidas. Aos 14 DAA, os herbicidas fluazifop-p-butil e haloxyfop-methyl não diferiram entre si, apresentando maior controle o herbicida sethoxydim. Aos 21 e 28 DAA, todos os tratamentos diferiram entre si. No ultimo dia de avaliação de controle (28 DAA), somente o herbicida sethoxydim apresentou controle satisfatório, como também pode ser notado pela Figura 7 G-I.

Tabela 8. Porcentagem de controle de plantas de *Brachiaria plantaginea* no Estádio 3 de desenvolvimento (planta adulta no início do florescimento aos 48 dias após a emergência), em diferentes períodos (dias) após a aplicação dos herbicidas. Botucatu–SP, 2007/08.

Tratamentos (doses)	Dias após a aplicação dos herbicidas							
	4	7	10	14	17	21	24	28
testemunha	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
fluazifop-p-butil (150 g ha ⁻¹)	0,0 a	6,0 bc	15,2 b	17,2 b	37,0 b	20,8 b	24,4 b	16,6 b
haloxyfop-methyl (50 g ha ⁻¹)	0,0 a	3,8 b	24,8 bc	26,4 b	49,6 b	41,6 c	28,24 b	43,4 c
sethoxydim (230 g ha ⁻¹)	0,0 a	9,6 c	36,4 c	68,0 c	91,6 c	85,4 d	86,4 c	87,4 d
F tratamento	–	53,97**	77,68**	146,35**	98,91**	140,23**	117,69**	1054,61**
CV (%)	–	21,8	18,2	15,3	17,5	15,9	17,8	6,2

Os dados de porcentagem de controle foram transformados em arcsen $\sqrt{\%}$.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

** significativo a 1% de probabilidade.



Figura 7. Efeitos dos herbicidas aplicados em pós-emergência sobre *Brachiaria plantaginea*. **A, D, G:** fluazifop-p-butil 150 g ha⁻¹ (T2). **B, E, H:** haloxyfop-methyl 50 g ha⁻¹ (T3). **C, F, I:** sethoxydim 230 g ha⁻¹ (T4). **A-C:** 14 DAA (Estádio 1, com 4-6 folhas). **D-F:** 21 DAA (Estádio 2, com 3-4 perfilhos). **G-I:** 28 DAA (Estádio 3, planta adulta). Botucatu-SP, 2007/08. DAA: dias após aplicação dos herbicidas. T1: Testemunha. Barra = 8 cm (**A-I**).

Vários pesquisadores têm informado sobre a eficácia de herbicidas aplicados em pós-emergência no controle de *B. plantaginea*. Fleck et al. (1995) encontraram reduções de 97,5 e 96,5% das plantas quando utilizaram, respectivamente, 90 g ha⁻¹ de haloxyfop-methyl e 220 g ha⁻¹ de sethoxydim, na cultura da soja com densidade de 420 plantas m⁻². Fleck et al. (1997), trabalhando com duas dosagens de clethodim (60 e 120 g ha⁻¹) e 95 plantas m⁻², observaram reduções na população de *B. plantaginea* da ordem de 99% ao aplicar a maior dosagem.

Com relação à massa seca das plantas de *B. decumbens*, na Tabela 9 verifica-se a ocorrência de diferença significativa da massa seca das plantas testemunhas, no estágio de 4-6 folhas e no estágio de 3-4 perfilhos, quando comparadas com as plantas expostas aos herbicidas.

Tabela 9. Massa seca (gramas) da parte aérea de *Brachiaria decumbens*, em três estádios (E1-E2-E3) de desenvolvimento da planta, avaliada, respectivamente, aos 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas. Botucatu-SP, 2007/08.

Tratamentos (doses)	Estádios de desenvolvimento		
	4-6 folhas (E1)	3-4 perfilhos (E2)	planta adulta (E3)
testemunha	9,49 a	21,81 a	53,69 a
fluazifop-p-butil (150 g ha ⁻¹)	0,44 b	1,51 b	33,11 b
haloxyfop-methyl (50 g ha ⁻¹)	0,17 b	1,26 b	27,17 bc
sethoxydim (230 g ha ⁻¹)	0,13 b	0,79 b	22,56 c
F tratamento	1592,80**	241,79**	36,40**
CV (%)	10,1	23,4	14,9

E1: planta com 4-6 folhas no colmo (15 dias após a emergência).

E2: planta com 3-4 perfilhos (23 dias após a emergência).

E3: planta adulta no início do florescimento (48 dias após a emergência).

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

** significativo a 1% de probabilidade.

No estágio de planta adulta (Tabela 9), a massa seca destas plantas apresentou diferença estatística entre os herbicidas fluazifop-p-butil e sethoxydim, enquanto o herbicida haloxyfop-methyl manteve os valores de massa seca sob níveis intermediários, quando comparados aos demais tratamentos; porém, todos os tratamentos diferiram significativamente da testemunha.

Na Tabela 10 pode-se constatar que os valores da massa seca das plantas de *B. plantaginea*, expostas aos herbicidas testados no estágio de 4-6 folhas e no de 3-4 perfilhos, diferiram estatisticamente da testemunha. No estágio de planta adulta essa espécie, quando exposta ao herbicida fluazifop-p-butil, não diferiu da testemunha, enquanto os demais herbicidas não diferiram significativamente entre si.

Tabela 10. Massa seca (gramas) da parte aérea de *Brachiaria plantaginea*, em três estádios (E1-E2-E3) de desenvolvimento da planta, avaliada, respectivamente, aos 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas. Botucatu-SP, 2007/08.

Tratamentos (doses)	Estádios de desenvolvimento		
	4-6 folhas (E1)	3-4 perfilhos (E2)	planta adulta (E3)
testemunha	9,66 a	24,15 a	56,38 a
fluazifop-p-butil (150 g ha ⁻¹)	0,45 b	2,28 b	44,04 ab
haloxyfop-methyl (50 g ha ⁻¹)	0,24 b	1,65 b	30,30 b
sethoxydim (230 g ha ⁻¹)	0,19 b	1,03 b	28,61 b
F tratamento	2623,47**	151,73**	10,55*
CV (%)	7,8	28,1	22,5

E1: planta com 4-6 folhas no colmo (15 dias após a emergência).

E2: planta com 3-4 perfilhos (23 dias após a emergência).

E3: planta adulta no início do florescimento (48 dias após a emergência).

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

* significativo a 5% de probabilidade.

** significativo a 1% de probabilidade.

De maneira geral, os resultados obtidos para as duas espécies de braquiária, com relação aos valores de massa seca da parte aérea das plantas, confirmam os resultados das avaliações visuais de controle, ainda que as plantas submetidas ao herbicida sethoxydim tenham apresentado menor acúmulo de biomassa, quando comparadas àquelas tratadas com fluazifop-p-butyl e haloxyfop-methyl. Esse fato pode ser atribuído ao controle mais rápido proporcionado pelo herbicida sethoxydim e, conseqüentemente, à maior degeneração das plantas ao final das avaliações. A massa seca das plantas, da maneira como foi determinada, mostrou ser um bom parâmetro para avaliar a eficiência dos herbicidas testados. Verificou-se também que, em geral, *B. decumbens* apresentou resposta similar a *B. plantaginea*, em relação à toxicidade dos herbicidas testados.

Assim sendo, pode-se afirmar que, para ambas as espécies de *Brachiaria* estudadas, o fator determinante para o sucesso no controle foi o estágio de desenvolvimento das plantas no momento da aplicação, pois diversos autores relatam como de grande importância o conhecimento da relação entre o estágio de desenvolvimento e o uso de herbicidas em pós-emergência. Plantas mais desenvolvidas apresentam maiores barreiras à absorção de herbicidas e, conseqüentemente, maior capacidade de recuperação das injúrias causadas por esses produtos. Portanto, a eficiência do controle químico em pós-emergência, nas espécies de *Brachiaria* estudadas, possivelmente seja dependente do estágio de desenvolvimento da planta.

7. CONCLUSÕES

Para as condições em que este trabalho foi realizado, pode-se concluir que:

- Os caracteres anatômicos foliares quantitativos permitiram diferenciar os três estádios de desenvolvimento da planta, sendo o estágio 3 mais discriminante que os estádios 1 e 2 de desenvolvimento.
- Os caracteres anatômicos foliares quantitativos também permitiram diferenciar *Brachiaria decumbens* de *Brachiaria plantaginea*.
- *Brachiaria plantaginea* apresentou tricomas curtos principalmente na face abaxial do limbo foliar.
- A eficiência dos herbicidas aplicados em pós-emergência possivelmente foi influenciada por algumas características anatômicas foliares quantitativas estudadas, constituindo em barreiras à sensibilidade das plantas aos herbicidas avaliados.
- *Brachiaria decumbens* apresentou, de um modo geral, resposta similar a *Brachiaria plantaginea*, em relação à toxicidade dos herbicidas testados.
- A eficiência do controle químico em pós-emergência, nas espécies de *Brachiaria* estudadas, foi dependente do estágio de desenvolvimento da planta.
- O herbicida sethoxydim foi mais eficiente no controle das espécies de *Brachiaria*, nos três estádios de desenvolvimento da planta estudados.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKIN, D. E.; CHESSON, A. Lignification as the major factor limiting forage feeding value specially in warm conditions. In: **International Grassland Congress**, p. 1753-1760, 1989.

ALBERT, L. H.B.; VICTORIA FILHO, R. Micromorfologia foliar de espécies de *Sida* spp. (guanxumas). **Planta Daninha**, v. 20, p. 337-342, 2002.

ALVES DE BRITO, C. J. F.; DESCHAMPS, F. C. Caracterização anatômica em diferentes frações de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.) **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1409-1417, 2001.

ALVES DE BRITO, C. J. F.; RODELLA, R. A.; DESCHAMPS, F. C. Anatomia quantitativa da folha e do colmo de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) e *Brachiaria humidicola* (Rendle) Scheick. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 519-528, 2004.

ASKEW, S. D.; SHAW, D. R.; STREET, J. E. Graminicide application timing influences red rice (*Oryza sativa*) control and seedhead reduction in soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, v. 14, p. 176-181, 2000.

BAUER, M. O.; GOMIDE, J. A.; SILVA, E. A. M.; REGAZZI, A. J.; CHICHORRO, J. F. Características anatômicas e valor nutritivo de quatro gramíneas predominantes em pastagem natural de Viçosa, MG. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p.9-17, 2008.

BIANCO, S.; TONHÃO, M. A. R.; PITELLI, R. A. Crescimento e nutrição mineral de capim-braquiária. **Planta Daninha**, v. 23, p. 423-428, 2005.

CARVALHO, J. A. WERLANG, R. C.; PARO, P. H. Z.; FINOTTI NETO, E. Controle químico de *Brachiaria decumbens* em pastagem de *Cynodon dactylon* híbridos Coast-cross e Tifton 85. **Revista Brasileira Herbicidas**, p. 105-111, 2005.

CARVALHO, S. J. P.; BUISSA, J. A. R.; NICOLAI, M.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Suscetibilidade diferencial de plantas daninhas do gênero *Amaranthus* aos herbicidas trifloxysulfuron-sodium e chlorimuron-ethyl. **Planta Daninha**, v. 24, p. 541-548, 2006.

CHAMEL, A. Foliar uptake of chemicals studied with whole plants and isolated cuticles. In: NEUMANN, P. M. (Ed.). **Plant growth and leaf-applied chemicals**. Boca Raton: CRC Press, p. 27-50, 1988.

CHRISTOFFOLETI, P. J. **Aspectos de Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas**. 3º Ed. Revisada e atualizada. Piracicaba, Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas Daninhas - HRAC-BR, 120p., 2008.

COSTA, N. V. **Características anatômicas foliares e morfológicas de quatro espécies de gramas sob aplicação de trinexapac-ethyl**. Botucatu, 2007. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

COSTA, N. V.; RODELLA, R. A.; MARTINS, D. Diferenciação de espécies daninhas aquáticas pela análise multivariada de caracteres estruturais foliares. **Planta Daninha**, v. 24, p. 13-20, 2006.

CRAWFORD, K. M.; ZAMBRYSKI, P. C. Non-targeted and targeted protein movement through plasmodesmata in leaves in different developmental and physiological status. **Plant Physiology**, v. 125, p. 1802-1812, 2001.

DELVIN, D. L.; LONG, J. H.; MADDUX, L. D. Using reduced rates of postemergence herbicides in soybeans (*Glycine max*). **Weed Technology**, v. 5, p. 834-840, 1991.

DOLLINGER, M. **Classification of Herbicides According to Mode of Action**. Disponível em: <<http://www.plantprotection.org/hrac/>>. Acesso em: 20 de mai. 2008.

ELLIS, R.P. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. II. The epidermis as seen in surface view. **Bothalia**, Pretoria, v. 12, p. 641-671, 1979.

FERREIRA, E. A.; PROCÓPIO, S. O.; SILVA, E. A. M.; SILVA, A. A.; RUFINO, R. J. N. Estudos anatômicos de folhas de plantas daninhas. I. *Nicandra physaloides*, *Solanum americanum* e *Raphanus raphanistrum*. **Planta Daninha**, v. 20, p. 159-167, 2002a.

FERREIRA, E. A.; PROCÓPIO, S. O.; SILVA, E. A. M.; SILVA, A. A.; RUFINO, R. J. N. Estudos anatômicos de folhas de plantas daninhas. II. *Bidens pilosa*, *Emilia sonchifolia*, *Ageratum conyzoides* e *Sonchus asper*. **Planta Daninha**, v. 20, p. 327-335, 2002b.

FERREIRA, E. A.; PROCÓPIO, S. O.; SILVA, E. A. M.; SILVA, A. A.; RUFINO, R. J. N. Estudos anatômicos de folhas de plantas daninhas de grande ocorrência no Brasil: *Amaranthus deflexus*, *Amaranthus spinosus*, *Alternanthera tenella* e *Euphorbia heterophylla*. **Planta Daninha**, v. 21, p. 263-271, 2003.

FERREIRA, E. A. VENTRELLA, M. C., SANTOS, J. B.; BARBOSA, M. H. P.; SILVA, A. A.; PROCÓPIO, S. O.; SILVA, E. A. M. E. A. Leaf blade quantitative anatomy of sugarcane cultivars and clones. **Planta Daninha**, v. 25, p. 25-34, 2007.

FLECK, N. G.; CUNHA, M. M.; VARGAS, L. Dose reduzida de clethodim no controle de papuã na cultura da soja, em função da época de aplicação. **Planta Daninha**, v. 15, p. 18-24, 1997.

FLECK, N. G.; LAZAROTO, C. A.; SCHAEGLER, C. E.; FERREIRA, F. B.. Controle de papuã (*Brachiaria plantaginea*) em soja em função da dose e da época de aplicação do herbicida clethodim. **Planta Daninha**, v. 26, p. 375-383 2008.

FLECK, N. G.; VARGAS, L. E.; CUNHA, M. M. Controle de plantas daninhas em soja com doses reduzidas de herbicidas. **Planta Daninha**, v. 13, p. 117-25, 1995.

GAZZIERO, D. L. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; BRIGHENTI, A. M.; PRETE, C. E.; VOLL, E. Resistência da planta daninha capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) aos herbicidas inibidores da enzima ACCase na cultura da soja. **Planta Daninha**, v. 18, p.169-180, 2000.

GERRITS, P. O. **The application of glycol metacrylate in histotechnology: some fundamental principle**. Germany: Leica Gmgh, 80p., 1991.

HARTZLER, B. **Absorption of foliar herbicides**. Fevereiro, 2001. Disponível em: <<http://www.weeds.iastate.edu/mgmt/2001/absorp.htm>>. Acesso em: 28 de nov. 2008.

HESS, F. D.; FALK, R. H. Herbicide deposition on leaf surfaces. **Weed Science**, v. 38, p. 280-288, 1990.

HOFFMANN, D. **Morfologia foliar e controle de plantas daninhas em função do sombreamento**. Passo Fundo, 2007. 103p. Tese (Doutorado) – Universidade de Passo Fundo.

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

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book, 523p., 1940.

JOHNSON, G. A.; HOVERSTAD, T. R. Effect of row spacing and herbicide application timing on weed control and grain yield in corn (*Zea mays*). **Weed Technology**, v. 16, n. 3, p. 548-553, 2002.

KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: Basf Brasileira, p. 415-420, 1997.

LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M.; PENCKOWSKI, L. H.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Resistance of crab-grass (*Digitaria ciliaris*) populations to Acetyl-Co-A Carboxylase-inhibiting herbicides. **Planta Daninha**, v. 23, p. 543-549, 2005.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3.ed. Nova Odessa: Plantarum, 624 p., 2000.

MACHADO, A. F. L.; MEIRA, R. M. S.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, S. A.; TUFFI SANTOS, L. D.; FIALHO, C. M. T.; MACHADO, M. S. Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, v. 26, p. 1-8, 2008.

MARTINS, D. Interferência de capim-marmelada na cultura da soja. **Planta Daninha**, v. 12, p. 93-99, 1994.

MARTINS, M. B. G. Estudos de microscopia óptica e de microscopia eletrônica de varredura em folhas de *Mentha spicata* e de *Mentha spicata* x *suaveolens* (Lamiaceae). **Bragantia**, v. 61, p. 205-218, 2002.

MENDONÇA, C. G. **Características das superfícies foliares de algumas plantas daninhas e estudo da absorção e translocação de 2,4 D em *Memora peregrina* (Miers) Sandwith**. Piracicaba, 2004. 108p. Tese (Doutorado) - Escolha Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

MENEZES, N. L.; SILVA, D. C.; PINNA, G. F. A. M. Folha. In: Appezzatto-da-Glória, B. & Carmello-Guerreiro, S.M. (eds.). **Anatomia Vegetal**. Viçosa: UFV, p. 303-325, 2003.

METCALFE, C. R. **Anatomy of the Monocotyledons**. Oxford: Clarendon Press, 731p., 1960.

MOHLER, C. L. Enhancing the competitive ability of crops. In: LIEBMAN, M.; MOHLER C. L.; STAYER, C. P. (Eds.) **Ecological Management of Agricultural Weeds**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 269-322. 2001.

MONQUERO, P. A. **Dinâmica populacional e mecanismos de tolerância de espécies de plantas daninhas ao herbicida glyphosate**. Piracicaba, 2003. 99p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

NAZARKO, O. M.; VAN ACKER, R. C.; ENTZ, M. H. Strategies and tactics for herbicide use reduction in field crops in Canada: a review. **Canadian Journal Plant Science**, v. 85, p. 457-479, 2005.

O'BRIEN, T. P.; FEDER, N.; McCULLY, M. E. Polychromatic staining of plant cellular wall by toluidine blue. **Protoplasma**, v. 59, p. 368-373, 1964.

PACIULLO, D. S. C. Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, v. 32, p. 357-364, 2002.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 6.ed. Piracicaba: Gráfica Binetti, 430p., 1976.

PITELLI, R. A.; PITELLI, R. L. C. M. Biologia e ecofisiologia das plantas daninhas. In: Vargas, L.R.E.S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p. 29-55, 2004.

PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. M.; SILVA, A. A.; FERREIRA E. A. **Anatomia foliar de plantas daninhas do Brasil**. Viçosa: UFV, v. 1. 118p., 2003.

PURÍSSIMO, C. Adjuvante em soja. **Revista Cultivar**, UEPG & CESCAGE, v. 3, p. 24-28, 2002.

QUEIROZ, D. S.; GOMIDE, J. A.; MARIA, J. Avaliação da folha e do colmo de topo e base de perfilhos de três gramíneas forrageiras. 2. Anatomia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 61-68, 2000.

RIZZARDI, M. A.; FLECK, N. G. Dose econômica de acifluorfen + bentazon para controle de picão preto e guanxuma em soja. **Planta Daninha**, v. 22, p. 117-125, 2004.

ROCHA, D. C. **Caracterização morfo-anatômica e genética de quatro espécies invasoras de *Commelina* L.** 110 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

ROCHA, D. C.; RODELLA, R. A.; MARTINS, D.; MACIEL, E. D. G. Efeito de herbicidas sobre quatro espécies de trapoeraba. **Planta Daninha**, v. 25, p. 359-364, 2007.

RODELLA, R. A.; COSTA, N. V.; COSTA, L. D. N. C.; MARTINS, D. Diferenciação entre *Egeria densa* e *Egeria najas* pelos caracteres anatômicos foliares. **Planta Daninha**, v. 24, p. 211-220, 2006.

RODELLA, R. A.; ISHIY, C. M.; MAIMONI-RODELLA, R. C. S.; AMARAL JR., A. Estudo quantitativo de características anatômicas da folha de duas espécies de *Brachiaria*. **Agrociência**, v. 2, p. 21-30, 1982.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 5. ed., Londrina: Livro Ceres, 592 p., 2005.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: Instituto de Biociências, UNESP, 101p., 1995.

RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D. Estabelecimento de capins do gênero *Cynodon* em áreas de *Brachiaria* spp. In: Workshop Sobre o Potencial Forrageiro do Gênero *Cynodon*, 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, p. 9-21, 1996.

ROHLF, F. J. Adaptative hierarchical clustering schemes. **Systematic Zoology**.v.19, p. 58-82, 1970.

SANTOS, I. C.; MEIRA, R. M. S. A.; FERREIRA F. A.; SANTOS, L. D. T.; MIRANDA, G. V. Caracteres anatômicos de duas espécies de trapoeraba e eficiência do glyphosate. **Planta Daninha**, v. 20, p. 1-8, 2002.

SBCPD - SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (Londrina Paraná). **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 42p., 1995.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, F. A.; WERLANG, R. C. **Biologia e Controle de Plantas Daninhas**, 189 p. Brasília: ABEAS, 2002.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R. **Controle de plantas daninhas**. 260 p. Brasília, DF. ABEAS, 2000.

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y. Comparative anatomy of leaves and stems of *Axonopus scoparius* (Flügge) Kuhl. and *Axonopus fissifolius* (Raddi) Kuhl. (Poaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, p. 185-192, 2003.

SMEDA, R. J.; PUTNAM, A. R. Influence of temperature, rainfall, grass species, and growth stage on efficacy of fluazifop-p-butyl. **Weed Technology**, v. 4, p. 349-355, 1990.

SNEATH, P. H. A.; SOKAL, R. R. Numeral taxonomy. San Francisco: W. H. Freeman, 50p., 1973.

SOUZA, L. A.; ROSA, S. M.; MOSCHETA, I. S.; MOURÃO, K. S. M.; RODELLA, R. A.; ROCHA, D. C.; LOLIS, M. I. G. A. **Morfologia e anatomia vegetal: técnicas e práticas**. Ponta Grossa: UEPG, 194 p., 2005.

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MAIOMONI-RODELLA, R. C. S. Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no

desenvolvimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). **Planta Daninha** v. 21, p. 343-354, 2003.

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MARTINS, D.; ROSOLEM, C. A. Efeito alelopático de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta Daninha**, v. 24, p. 657-668, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: ARTMED, 750 p., 2004.

TOLEDO, F. F.; CARVALHO, C. A. Quantidade de solução de nitrato de potássio e a germinação de sementes de *Brachiaria* spp. **Revista de Agricultura**, v. 65, p. 112-125, 1990.

TUFFI SANTOS, L. D.; IAREMA, L.; THADEO, M.; FERREIRA F.A.; MEIRA R. M. S. A. Características da epiderme foliar de eucalipto e seu envolvimento com a tolerância ao glyphosate. **Planta Daninha**, v. 24, p. 513-520, 2006.

TUFFI SANTOS, L. D.; MEIRA, R. M. S. A.; SANTOS, I. C.; FERREIRA, E. A. Efeito do glyphosate sobre a morfoanatomia das folhas e do caule de *Commelina diffusa* e *C. benghalensis*. **Planta Daninha**, v. 22, p. 101-108, 2004.

VELINI, E. D.; FREDERICO, L. A.; MORELLI, J. L.; MARUBAYASHI, O. M. Avaliação dos efeitos do herbicida clomazone, aplicado em pós-emergência inicial, sobre o crescimento e produtividade de soqueira de cana-açúcar (*Saccharum officinarum* cv. SP 71-1406). **STAB: Açúcar, Alcool e Subprodutos**, v. 10, p. 13-16, 1992.

VELINI, E. D.; TRINDADE, A. 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, SP: UNESP, p. 65-86, 1992.

VIDAL, R.A. **Ação dos herbicidas**. 1ª ed. Porto Alegre, 89 p., 2002.

VIDAL, R. A.; PORTES, E. S.; LAMEGO, F. P. TREZZI, M. M. Resistência de *Eleusine indica* aos inibidores de ACCase. **Planta Daninha**, v. 24, p. 163-171, 2006.

WALKER, K. A.; RIDLEY, S. M.; LEWIS, T.; HARWOOD, J. L. Action of aryloxy-phenoxy carboxylic acids on lipid metabolism. **Reviews in Weed Science**, v. 4, p. 71-84, 1989.

WILSON, J. R.; MERTENS, D. R. Cell wall accessibility and cell structure limitations microbial digestion of forage. **Crop Science**, v. 35, p. 251-259, 1995.

WILSON, J. R., MERTENS, D. R., HATFIELD, R. D. Isolates of cell types from sorghum stems: digestion, cell wall and anatomical characteristics. **Journal Science Food Agriculture**, v. 63, p. 407- 417, 1993.