

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Germinação, competitividade com a cultura da soja e resposta
biológica a aplicações de glyphosate para plantas de trapoeraba
(*Commelina benghalensis* L.)**

Ana Carolina Ribeiro Dias

**Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Agronomia. Área de concentração:
Fitotecnia**

Piracicaba

2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Ana Carolina Ribeiro Dias
Engenheiro Agrônomo

Germinação, competitividade com a cultura da soja e resposta biológica a aplicações de glyphosate para plantas de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.)

Orientador:
Prof. Dr. PEDRO JACOB CHRISTOFFOLETI

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2008

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Dias, Ana Carolina Ribeiro

Germinação, competitividade com a cultura da soja e resposta biológica a aplicações de glyphosate para plantas de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) / Ana Carolina Ribeiro Dias. - - Piracicaba, 2008.

78 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.
Bibliografia.

1. Biologia 2. Controle químico 3. Germinação de sementes 4. Herbicidas 5. Plantas daninhas 6. Soja I. Título

CDD 632.58
D541g

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

Ofereço

A Deus e a Nossa Senhora Aparecida, fontes de sabedoria, luz e bondade e por transmitir calma e equilíbrio nos momentos mais difíceis da minha vida.

Dedico

A minha querida mãe, Adenisi, pela força, perseverança, amor e carinho, que me levaram a escolher sempre os melhores caminhos.

A minha irmã, Ana Claudia, pelo amor e companheirismo na busca dos nossos sonhos.

Ao meu noivo, Murilo, pelo amor, carinho, compreensão e companheirismo.

MINHA ETERNA GRATIDÃO

AGRADECIMENTOS

- À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, e em especial ao Departamento de Produção Vegetal;
- Ao Professor Dr. Pedro Jacob Christoffoleti pela orientação, amizade, confiança, oportunidade e pelas suas contribuições à minha formação profissional;
- À Professora Dr. Ana Dionisia da Luz Coelho Novembre e ao doutorando Pedro Henrique Santin Brancalion pela ajuda no desenvolvimento de parte da minha pesquisa;
- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela bolsa concedida, em nível de mestrado;
- Ao Eng. Agr. M. Sc. Saul Jorge Pinto de Carvalho pelos ensinamentos, paciência e ajuda na análise dos dados e sugestões na redação dos artigos científicos;
- Ao Eng. Agr. M. Sc. Marcelo Nicolai pela confiança, ajuda e ensinamentos;
- Aos amigos e companheiros de trabalho: Vanessa C. do Brasil Cardinali, Daniela Ribeiro, Bianca Martins, Marcel S. C. Melo, Marcelo H. Minamiguchi, Heryaldo Tarozzo Filho, Gustavo M. Shiomi, Gaspar Miura Yamasaki, Gustavo Faganelo Dressano, Rodrigo de A. S. Muradas, Alessandra Esperini Feitosa, Marcell Godoi Chiovato, Fernanda Ykeda e Samuel Neves. Em especial a Lívia W. Marcolini, pela companhia e ajuda durante esse período que passamos juntos;
- À Luciane, secretária do PPG Fitotecnia da ESALQ-USP, Bete e Célia, secretárias do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ-USP, pela ajuda e eterna disposição;
- Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal: Horst Bremer Neto, Aparecido D. Serrano, Nivaldo, Oswaldo, Fernando, Giuliano, Thiago, Aparecido

Mendes, Luiz Ferrari, e a todos os outros que de forma direta ou indireta contribuíram para a execução deste trabalho;

- Aos eternos amigos, Adalgisa T. M. Ramos (Vênus), Carlos Ragassi (Regaço), Daniele do Carmo Balestrin (Bananiña), Manoel Divino da Matta Jr. (Dalá), Michele L. Nascimento (Mirta), Carla Garcia (Pak-rãba), Camila Schorr Reinert (K-is), Paulo Henrique B. Ramos (Ispño), José Eduardo Sorria (Dendê), Helder Roberto Dota Janoselli (Dotado);

- A todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram no desenvolvimento deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT	9
1 INTRODUÇÃO	10
Referências	12
2 GERMINAÇÃO DE SEMENTES AÉREAS PEQUENAS DE TRAPOERABA (<i>Commelina benghalensis</i> L.).....	16
Resumo	16
Abstract	16
2.1 Introdução	17
2.2 Material e Métodos.....	19
2.2.1 Influência da Temperatura na Germinação	20
2.2.2 Influência da Luz na Germinação	21
2.2.3 Influência da Dormência na Germinação	21
2.2.4 Influência da Profundidade da Semeadura e do Substrato na Emergência de Plântulas.....	22
2.2.5 Avaliações e Análise Estatística.....	22
2.3 Resultados e Discussão	24
2.4 Conclusões.....	29
Referências	30
3 COMPETITIVIDADE DE TRAPOERABA (<i>Commelina benghalensis</i> L.) OU CAPIM- MARMELEDA [<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitch.] COM A CULTURA DA SOJA [<i>Glycine max</i> (L.) Merrill].....	33
Resumo	33
Abstract	33

3.1 Introdução	34
3.2 Material e Métodos	36
3.3 Resultados e Discussão	38
3.5 Conclusões	46
Referências	47
4 RESPOSTA BIOLÓGICA DE TRAPOERABA (<i>Commelina benghalensis</i> L.) E DE CAPIM-MARMELADA [<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitch.] A APLICAÇÕES DE GLYPHOSATE EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS	51
Resumo	51
Abstract	52
4.1 Introdução	52
4.2 Material e métodos	54
4.2.1 Análise Estatística	56
4.3 Resultados e discussão	57
Referências	74
5 CONCLUSÕES GERAIS	77

RESUMO

Germinação, competitividade com a cultura da soja e resposta biológica a aplicações de glyphosate para plantas de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.)

Em áreas onde o herbicida glyphosate é utilizado freqüentemente, populações da planta daninha trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) têm sido selecionadas, devido à tolerância da espécie à ação deste herbicida. Neste sentido, há necessidade de utilização de alternativas de manejo, as quais, por sua vez, são dependentes de conhecimentos profundos sobre a biologia da espécie; e também do controle químico eficiente em condições de pós-emergência, cuja eficácia depende, sobretudo, do estágio de desenvolvimento da planta daninha no momento da aplicação. Desta forma, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar: a germinação e a emergência das plântulas de sementes aéreas pequenas de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) quando submetidas a diferentes temperaturas, condições de luz, superação de dormência e profundidade de semeadura; a competitividade com a cultura da soja; e avaliar a resposta biológica da *C. benghalensis* e da *B. plantaginea* a aplicações de diferentes doses do herbicida glyphosate em seis estádios fenológicos, ajustando-as aos modelos tradicionais e a funções de duas variáveis. Com relação à germinação, avaliou-se o efeito da luz, temperatura, escarificação química e profundidade de semeadura no substrato. A temperatura ótima para germinação da trapoeraba foi de 25°C. Não houve efeito da luz na germinação das sementes. Não houve interferência positiva na germinação por consequência do tratamento das sementes com ácido sulfúrico, em diferentes períodos de exposição, indicando que o lote de sementes de trapoeraba testado não possuía impermeabilidade do tegumento à água. A emergência das plântulas de trapoeraba é influenciada negativamente e de forma linear, pela profundidade de semeadura dos propágulos no substrato. Não houve emergência das plântulas quando as sementes foram depositadas a 80 mm de profundidade. O substrato areia favorece a emergência das plântulas. Com relação à competitividade, a habilidade competitiva da trapoeraba foi semelhante à das plantas de soja, com evidências que a competição intraespecífica teve maior importância para as espécies que a competição interespecífica. Com relação ao controle químico com glyphosate, observou-se que o desenvolvimento das plantas de trapoeraba comprometeu o controle, ou seja, melhores controles foram obtidos com a aplicação de glyphosate sobre plantas jovens. Quando em análise conjunta, a trapoeraba foi mais tolerante ao herbicida que o capim-marmelada. Houve ajuste dos dados a modelos tridimensionais, correlacionando estágio fenológico, dose e controle, contudo novas estimativas devem ser realizadas, sobretudo com a inclusão de doses mais elevadas de glyphosate.

Palavras-chave: Biologia; Competição; Manejo químico; Modelagem

ABSTRACT

Germination, competitiveness with the soybean crop and biologic response to glyphosate applications of Bengal dayflower plants (*Commelina benghalensis* L.)

In areas where the herbicide glyphosate is used frequently, populations of the weed Bengal dayflower (*Commelina benghalensis*) have been selected, due to the species tolerance to the action of that herbicide. This way, the use of alternative management is necessary, which are dependent upon deep knowledge on species biology; as well as, the efficient chemical control in post emergence conditions, which efficacy depends on the growth development stage of the weed at the moment of herbicide application. Therefore, this work was carried out with the objective of evaluating: the germination and emergency of small aerial seeds of Bengal dayflower (*Commelina benghalensis* L.) when exposed to different temperatures, light conditions, dormancy overcoming and seeding depth; the competitive ability with the soybean crop; to evaluate the biological rates of the *C. benghalensis* and the *B. plantaginea* the applications of different rates of the herbicide glyphosate in six phenologic stages, adjusting them the traditional models and the functions of two variable. Related to germination, light, temperature, chemical scarification and depth of seeding effects were evaluated. The optimal temperature for Bengal dayflower germination was 25°C. Light effects were not observed on seed germination. Positive consequences of seed treatment with sulfuric acid were not identified, considering different periods of exposition; that indicates that the portion of Bengal dayflower seeds tested did not have tegument water impermeability. Seedling emergence is negative and linearly influenced by seeding depth in the substrate. Seedling emergence was not figured out when seeds were 80 mm depth placed. Sand substrate favored seedling emergence. Related to competitiveness, Bengal dayflower competitive ability revealed similar to soybean plants, with evidences that intraspecific competition was more important for species than interespecific competition. Studying chemical control with glyphosate, it was observed that the development of Bengal dayflower plants compromised the control, i.e., better results were obtained with glyphosate applications on young plants. When in joint analysis, Bengal dayflower was more tolerant than alexandergrass to the herbicide. Data were adjusted to tridimensional models, correlating phenologic stage, rate and control, although new estimative must be achieved, mainly including higher doses of glyphosate.

Keywords: Biology; Competition; Chemical management; Modeling

1 INTRODUÇÃO

A família Commelinaceae apresenta entre 40 e 50 gêneros de plantas, com cerca de 700 espécies. As espécies infestantes que ocorrem no Brasil concentram-se em quatro gêneros; destes, o gênero *Commelina* é o mais importante, de ampla distribuição no Brasil, sendo conhecido pelo nome comum de trapoeraba (KISSMANN, 1997). Dentro do gênero *Commelina* destaca-se a *C. benghalensis* L. como sendo uma das mais importantes espécies no Brasil (LORENZI, 2000) e na África (WILSON, 1981), onde provoca perdas significativas de produtividade em culturas agrícolas e dificulta as operações de colheita.

Um dos aspectos da biologia de *Commelina benghalensis* L. que a coloca entre as piores plantas daninhas do mundo é sua eficiente capacidade de estabelecer e perpetuar-se em diferentes ambientes (HOLM et al., 1977; BUDD; THOMAS; ALLISON, 1979; WILSON, 1981). A reprodução da espécie ocorre, geralmente, por sementes, mas pode haver a produção de rebentos a partir de gemas caulinares (BUDD; THOMAS; ALLISON, 1979). A planta produz dois tipos de sementes: aéreas, oriundas de flores alogâmicas, e subterrâneas, oriundas de flores cleistogâmicas (MAHESHWARI; MAHESHWARI, 1955), fenômeno denominado de anficarpia (WEBSTER; GREY, 2008). Cada um desses tipos de semente germina melhor em uma determinada profundidade, luminosidade e temperatura, o que possibilita a esta espécie vários fluxos de germinação durante o ano (SANTOS et al., 2001).

A produção de sementes resulta em disseminação dessas em solos agrícolas e a formação de bancos de sementes. O comportamento dessas sementes depende de características de dormência inata de cada espécie e de fatores como a disponibilidade de água no solo, essencial para o início da germinação, associada a outros fatores, que determinam a intensidade e a velocidade de germinação da espécie. A importância do banco de sementes será maior ou menor em relação à competição que pode ser estabelecida entre as plantas daninhas e a espécie cultivada para fins econômicos (VOLL et al., 2002)

Em geral, as plantas daninhas interferem na produtividade das culturas por competir por água, luz e nutrientes e, particularmente na cultura da soja, a presença

dessas plantas pode causar perdas significativas de produtividade (SPADOTTO et al., 1994; FLECK et al., 2002), de modo que seu controle torna-se indispensável.

Assim sendo, o conhecimento de aspectos relacionados à emergência da plântula, às causas de dormência das sementes e à profundidade máxima na qual as plantas daninhas conseguem emergir, permite a adoção das práticas adequadas de manejo, incluindo medidas culturais e não-químicas (BRIGHENTI; VOLL; GAZZIERO, 2003; SOUZA FILHO, 2006). Ainda, o conhecimento da habilidade competitiva das plantas daninhas é um elemento básico na previsão das perdas de rendimento causadas por elas (OLIVER; FRANS; TALBERT, 1976; SHURTLEFF; COBLE, 1985).

Com o advento das culturas geneticamente modificadas para tolerância a herbicidas (transgênicas), a adoção do glyphosate cresceu significativamente nos últimos anos (YOUNG et al., 2003; CHRISTOFFOLETI et al., 2008). O custo relativamente baixo, a alta eficiência sobre diferentes espécies e a facilidade de aplicação são os principais motivos da preferência dos produtores por essa forma de controle e, especificamente, pelo glyphosate (GIOLO et al., 2005).

Aplicações sucessivas do herbicida glyphosate têm modificado a comunidade infestante, selecionando espécies de maior tolerância (JOHNSON et al., 2002); como, por exemplo, a trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.), sendo considerada uma planta daninha de difícil controle por este herbicida.

A dificuldade de controle da *Commelina benghalensis* L. pode ser atribuída, não apenas ao fator herbicida, mas também às características morfológicas (área e forma do limbo, ângulo ou orientação das folhas em relação ao jato de pulverização) e anatômicas (presença de estômatos na superfície adaxial, presença de pêlos, espessura e composição da camada cuticular) que esta espécie apresenta como também à interação da época de aplicação e do estágio fenológico da planta daninha. A diferença na absorção, translocação, compartimentação e no metabolismo da molécula do herbicida são outros fatores que justificam o não controle dessa espécie de planta daninha (WYRILL; BURNSIDE, 1976; VARGAS et al., 1999).

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; SHAW; STREET, 2000; JOHNSON; HOVERSTAD, 2002; FLECK et al., 2008).

Para que a aplicação de glyphosate no controle da trapoeraba seja utilizada de forma racional com a aplicação de doses ajustadas aos diferentes estágios de desenvolvimento da planta daninha, resultando em controle mais efetivo e beneficiando o ambiente com a possível redução da quantidade de produto aplicado, algumas ferramentas podem ser utilizadas, dentre elas, modelos matemáticos.

Segundo Caixeta Filho (2001), os modelos são representações idealizadas para situações do mundo real. Thornley (1976) conceitua os modelos como equações (ou conjunto das mesmas) que podem representar quantitativamente as suposições e hipóteses idealizadas sobre o sistema real.

Desta forma, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de: a germinação e a emergência das plântulas de sementes aéreas pequenas de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) quando submetidas a diferentes temperaturas, condições de luz, superação de dormência e profundidade de semeadura; a competitividade com a cultura da soja; e relacionar o efeito de doses do herbicida glyphosate como os diferentes estágios fenológicos de *Commelina benghalensis* L e *Brachiaria plantaginea* (padrão), por meio de curvas de dose-resposta, obtendo uma equação matemática que de forma prática forneça aos produtores condições de correlacionar o fator dose do herbicida e estágio fenológico da planta daninha, contribuindo assim para o manejo racional da espécie.

Referências

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**, Lawrence, v. 14, n. 1, p. 176-181, 2000.

BUDD, G.D.; THOMAS, P.E.L.; ALLISON, J.C.S. Vegetative regeneration, depth of germination and seed dormancy in *Commelina benghalensis*. **Rhodesian Journal of Agricultural Research**, Salisbury, v. 17, n. 2, p. 151-153, 1979.

CAIXETA FILHO, J.V. **Pesquisa operacional**: técnicas de otimização aplicadas a sistemas agroindustriais. São Paulo: Atlas, 2001. 171 p.

BRIGHENTI, A.M.; VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P. Biologia e manejo do *Cardiospermum halicacabum*. **Planta Daninha**, Viçosa - MG, v. 21, n. 2, p. 229-237, 2003.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; GALLI, A.J.B.; CARVALHO, S.J.P.; MOREIRA, M.S.; NICOLAI, M.; FOLONI, L.L.; MARTINS, B.A.B.; RIBEIRO, D.N. Glyphosate sustainability in South American cropping systems. **Pest Management Science**, London, v. 64, n. 4, p. 422-427, 2008.

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**, Viçosa - MG, v. 26, n. 2, p. 375-383, 2008.

FLECK, N.G.; RIZZARDI, M.A.; VIDAL, R.A.; MEROTTO JÚNIOR, A.; AGOSTINETTO, D.; BALBINOT JUNIOR, A.A. Período crítico para controle de *Brachiaria plantaginea* em função de épocas de semeadura da soja após dessecação da cobertura vegetal. **Planta Daninha**, Viçosa - MG, v. 20, n. 1, p. 53-62, 2002.

GIOLO, F.P.; GRÜTZMACHER, A.D.; PROCÓPIO, S.O.; MANZONI, C.G.; LIMA, C.A.B.; NÖRNBERG, S.D. Seletividade de formulações de glyphosate a *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Planta Daninha**, Viçosa - MG, v. 23, n.3, p. 457-462, 2005.

HOLM, L.G.; PLUCKNETT, D.L.; PANCHO, J.V.; HERBERGER, J.P. **The world's worst weeds - distribution and biology**. Honolulu: East-West Food Institute, 1977. 400 p.

JOHNSON, B.F.; BAILEY, W.A.; WILSON, H.P.; HOLSHOUSER, D.L.; HERBERT, D.A.; HINES, T.E. Herbicide effects on visible injury, leaf area, and yield of glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, Lawrence, v. 16, n. 3, p. 554-566, 2002.

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**, Lawrence, v. 16, n. 3, p. 548-553, 2002.

KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF, 1997. t.1. 825 p.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**. 3.ed. Nova Odessa: Editora Plantarum Ltda, 2000. 440 p.

- MAHESHWARI, P.; MAHESHWARI, J.K. Floral dimorphism in *Commelina forskalaei* Vahl and *C. benghalensis*. **Phytomorphology**, New Delhi, v. 5, n. 4, p. 413-422, 1955.
- OLIVER, L. R.; FRANS, R. E.; TALBERT, R. E. Field competition between tall morningglory and soybean. I - Growth analysis. **Weed Science**, Champaign, v. 24, n.5, p. 482-488, 1976.
- SANTOS, I.C.; FERREIRA, F.A., MIRANDA, G.V.; SANTOS, L.D. T. Germinação de sementes aéreas e subterrâneas de *Commelina benghalensis*. **Planta Daninha**, Viçosa - MG, v. 19, n. 2, p. 163-170, 2001.
- SHURTLEFF, J. L.; COBLE, H. D. Interference of certain broadleaf weed species in soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, v. 33, n.5, p. 654-657, 1985.
- SOUZA FILHO, A.P.S. Interferência potencialmente alelopática do capim-gengibre (*Paspalum maritimum*) em áreas de pastagens cultivadas. **Planta Daninha**, Viçosa - MG, v. 24, n. 3, p. 451-456, 2006.
- SPADOTTO, C.A.; MARCONDES, D.A.S.; LUIZ, A.J.B.; SILVA, C.A.R. Determinação do período crítico para prevenção da interferência de plantas daninhas na cultura da soja: uso do modelo "broken-stick". **Planta Daninha**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 59-62, 1994.
- THORNLEY, J.H.M. **Mathematical models in plant physiology**: a quantitative approach to problems in plant and crop physiology. London: Academic Press, 1976. 318 p.
- VARGAS, L.; SILVA, A.A.; BORÉM, A.; REZENDE, S.T.; FERREIRA, F.A.; SEDIYAMA, T. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 131 p.
- VOLL, E.; BRIGHENTI, A. M.; GAZZIERO, D. L.P.; ADEGAS, F.S. Aspectos fisiológicos da germinação de sementes de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 24, n. 1, p.162-168, 2002.
- WEBSTER, T.M.; GREY, T.L. Growth and reproduction of Bengal Dayflower (*Commelina benghalensis*) in response to drought stress. **Weed Science**, Champaign, v. 56, n.4, p. 561-566, 2008.
- WILSON, A.K. Commelinaceae - a review of the distribution, biology and control of the important weeds belonging to this family. **Tropical Pest Management**, London, v. 27, n. 3, p. 405-418, 1981.

WYRILL, J. B.; BURNSIDE, O. C. Absorption, translocation and metabolism of 2,4-D and glyphosate in common milkweed and hemp dogbane. **Weed Science**, Champaign v. 24, n. 6, p. 557-566, 1976.

YOUNG, B.G.; KNEPP, A.W.; WAX, L.M.; HART, S.E. Glyphosate translocation in common lambsquarters (*Chenopodium album*) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) in response to ammonium sulfate. **Weed Science**, Lawrence, v. 51, n. 2, p. 151-156, 2003.

2 GERMINAÇÃO DE SEMENTES AÉREAS PEQUENAS DE TRAPOERABA (*Commelina benghalensis* L.)

Resumo

O conhecimento científico sobre a biologia de plantas daninhas, relacionado ao fluxo de emergência das plântulas, às causas de dormência das sementes e à profundidade máxima de emergência, contribui significativamente para a utilização de estratégias racionais de manejo dessas plantas na agricultura. Assim, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a germinação de sementes e a emergência da plântula oriunda de sementes aéreas pequenas de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.). Para isso, as sementes foram submetidas à superação de dormência em solução de ácido sulfúrico (por períodos de 1, 2, 3, 4 e 5 minutos), a diferentes condições de temperaturas (temperaturas médias de 16,1; 18,6; 20,6; 23,1; 25,0; 26,9; 29,2; 31,1 e 33,6°C), de luz (com e sem) e de profundidade de semeadura (0, 5, 10, 20, 40 e 80 mm). A temperatura ótima para germinação da trapoeraba foi de 25°C. Não houve efeito da luz na germinação das sementes. Não houve interferência positiva na germinação por consequência do tratamento das sementes com ácido sulfúrico, em diferentes períodos de exposição, indicando que o lote de sementes de trapoeraba testado não possuía impermeabilidade do tegumento à água. A emergência das plântulas de trapoeraba é influenciada negativamente e de forma linear, pela profundidade de semeadura dos propágulos no substrato. Não houve emergência das plântulas quando as sementes foram depositadas a 80 mm de profundidade. O substrato areia favorece a emergência das plântulas.

Palavras-chave: Temperatura; Luz; Dormência; Emergência; Biologia

Abstract

Germination of small aerial seeds of Bengal Dayflower (*Commelina benghalensis* L.)

Comprehending basic information on weed biology, related to plant emergence fluxes, seed dormancy causes and the maximum depth for emergence, might contribute significantly to create rational strategies for weed management, in agriculture. Thus, this work was developed with the objective of evaluating seed germination and seedling emergence of small aerial seeds of Bengal dayflower (*Commelina benghalensis* L.). For that, seeds were submitted to dormancy overcoming in sulfuric acid (periods of 1, 2, 3, 5 and 5 minutes), to different conditions of temperature (mean temperatures of 16.1; 18.6; 20.6; 23.1; 25.0; 26.9; 29.2; 31.1 and 33.6°C), light (with or without), and seeding depth in the substrate (0, 5, 10, 20, 40 and 80 mm). The optimal temperature for Bengal

dayflower germination was 25°C. Light effects were not observed on seed germination. Positive consequences of seed treatment with sulfuric acid were not identified, considering different periods of exposition; that indicates that the portion of Bengal dayflower seeds tested did not have tegument water impermeability. Seedling emergence is negative and linearly influenced by seeding depth in the substrate. Seedling emergence was not figured out when seeds were 80 mm depth placed. Sand substrate favored seedling emergence.

Keywords: Temperature; Light; dormancy; emergence; biology

2.1 Introdução

Dentre as principais plantas daninhas infestantes das áreas agrícolas brasileiras, pode-se destacar a trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.), por sua frequência de ocorrência e dificuldade de controle (KISSMANN, 1997). Em áreas onde o herbicida glyphosate é utilizado freqüentemente, populações de *C. benghalensis* têm sido selecionadas, devido à tolerância da espécie às aplicações deste herbicida (SANTOS et al., 2001b; MONQUERO; CHRISTOFFOLETI, 2003; ROCHA; RODELLA; MARTINS, 2007; WEBSTER; GREY, 2008), havendo a necessidade do desenvolvimento de alternativas de manejo, as quais, por sua vez, são dependentes de conhecimentos adicionais sobre a biologia da espécie. Desta forma, o entendimento da germinação das sementes de espécies de plantas daninhas em relação aos fatores ambientais é importante para a interpretação do comportamento ecológico das espécies no campo, ao mesmo tempo que possibilita o desenvolvimento de estratégias de redução do potencial do banco de sementes em áreas cultivadas (SOUZA FILHO, 2006).

A reprodução desta espécie ocorre, geralmente, por sementes, mas pode haver a produção de rebentos a partir de gemas caulinares (VOLL et. al., 2002). A trapoeraba apresenta dois tipos de sementes, aéreas e subterrâneas, fenômeno denominado de anficarpia. Estrategicamente, as sementes aéreas (alogâmicas) são produzidas pela planta daninha em ambientes cujos distúrbios não são previsíveis e, portanto a planta concentra energia para proporcionar rápida e abundante produção de sementes, apresentando flores na parte aérea. As sementes subterrâneas são formadas por cleistogamia (autopolinização), sendo que a planta utiliza a estratégia de acumular

grande quantidade de matéria seca antes de concentrar energia na produção de sementes, sendo este comportamento devido à previsibilidade dos distúrbios ambientais (WEBSTER; GREY, 2008).

Tanto as sementes aéreas quanto as subterrâneas podem ser de dois tamanhos, motivo pelo qual são comumente denominadas por sementes aéreas grandes, sementes aéreas pequenas, sementes subterrâneas grandes e sementes subterrâneas pequenas (MAHESHWARI; MAHESHWARI, 1955; WALKER; EVENSON, 1985a; RODRIGUES, 1992; GONZALEZ; HADDAD, 1995; SANTOS et al., 2001b). Segundo Walker e Evenson (1985a), as sementes aéreas pequenas podem representar 73 a 79% do total de sementes produzidas, as sementes aéreas grandes 19 a 22% e as subterrâneas somente 1 a 3%, o que faz com que as sementes aéreas pequenas sejam a principal forma de dispersão em áreas agrícolas.

A germinação é um processo biológico regulado por diversos fatores, dentre eles a temperatura e a luz exercem influência significativa sobre o mesmo. A temperatura afeta tanto a porcentagem final como também a velocidade de germinação; além disso, ainda está relacionada com as reações bioquímicas necessárias para o início do processo germinativo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Segundo Copeland e McDonald (1985), a germinação será mais rápida e o processo mais eficiente, quanto maior for a temperatura, dentro de certos limites. Dentro da faixa de temperatura em que as sementes de uma espécie germinam, existe uma temperatura ótima, na qual ocorre o máximo de germinação em menor intervalo de tempo, sendo a mesma variável entre as espécies (BEWLEY; BLACK, 1994). Conforme afirmaram Carvalho e Nakagawa (2000), temperaturas inferiores ou superiores à ótima tendem a reduzir a velocidade do processo germinativo, expondo as plântulas por período maior aos fatores adversos, o que pode reduzir o total de germinação.

Vários autores têm estudado a temperatura mais adequada para a germinação de sementes de espécies de plantas daninhas. Por exemplo, foram definidas como ótimas as temperaturas de 30°C para sementes de *Sida rhombifolia* (CARDOSO, 1990); 25°C para as de *Jacquinia brasiliensis* (GARCIA; LUCAS, 1994); 30°C para as espécies *Mimosa pudica* e *Ipomoea asarifolia* (SOUZA FILHO et al., 2001); 25°C para *Paspalum*

maritimum Trin. (SOUZA FILHO, 2006) e 20°C para as espécies *Conyza canadensis* (L.) e *Conyza bonariensis* (L.) (VIDAL et al., 2007).

Com relação à exigência de luz na germinação, há sementes que germinam apenas sob rápida exposição à luz e as que germinam após período amplo de exposição, sementes em que a germinação é desencadeada somente no escuro e, existem ainda, as indiferentes à luz (VÁZQUEZ-YANES; OROZCO-SEGOVIA, 1991). Segundo Hilhorst e Karssen (1988), a luz está ligada à ativação do sistema de fitocromos, o qual está relacionado ao funcionamento das membranas celulares; podendo ocasionar alteração no fluxo de inúmeras substâncias nas células e de permeabilidade das membranas, contribuindo para quebrar a dormência. Em espécies de plantas daninhas, têm sido realizados estudos para avaliar o efeito da condição de luz sobre a germinação. Em *Sida cordifolia* (KLEIN; FELIPPE, 1991), *Euphorbia hederifolia* (SALVADOR, 2007) e *Brachiaria plantaginea* (SALVADOR, 2007; FREITAS; CARVALHO; ALVARENGA, 1990), constatou-se que as sementes germinaram independentemente da presença de luz.

O conhecimento de aspectos relacionados à emergência da plântula, às causas de dormência das sementes e à profundidade máxima na qual as plantas daninhas conseguem emergir, permite a adoção das práticas adequadas de manejo, incluindo medidas culturais e não-químicas (BRIGHENTI; VOLL; GAZZIERO, 2003; SOUZA FILHO, 2006).

Sendo assim, este trabalho teve por objetivo avaliar a germinação da semente e a emergência das plântulas de sementes aéreas pequenas de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) quando expostas a diferentes temperaturas, condições de luz, superação de dormência e profundidade de semeadura.

2.2 Material e Métodos

Quatro experimentos foram conduzidos na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em Piracicaba – SP (22° 42' 30" latitude sul, 47° 38' 00" longitude oeste e 546 m de altitude), em período compreendido entre agosto e dezembro de 2007. Nos três primeiros experimentos, desenvolvidos no Laboratório de Análise de Sementes,

foram estudadas a influência da temperatura, da luz e da escarificação química das sementes em solução de ácido sulfúrico na germinação de sementes da trapoeraba. O quarto experimento foi desenvolvido em casa-de-vegetação do Departamento de Produção Vegetal, em que se avaliou a influência da profundidade de semeadura na emergência da plântula.

Em todas as etapas foram utilizadas sementes aéreas pequenas de trapoeraba, adquiridas comercialmente da empresa Cosmos Agrícola Produção e Serviços Ltda. (Shokucho). As sementes foram armazenadas e posteriormente pesadas de acordo com Santos et al. (2001b), que separam as sementes aéreas pequenas pela massa média de $1,90 \text{ mg semente}^{-1}$. Não foram realizados testes preliminares de germinação com as sementes obtidas devido à ausência de método padronizado para a condução do teste em trapoeraba.

2.2.1 Influência da Temperatura na Germinação

Visando a identificação da temperatura mais favorável para a germinação das sementes aéreas pequenas de trapoeraba, foi instalado um experimento em mesa termogradiante na presença de luz, na qual se avaliou a germinação em nove faixas de temperaturas, compreendidas entre 15 a 35°C (temperaturas médias de 16,1; 18,6; 20,6; 23,1; 25,0; 26,9; 29,2; 31,1 e 33,6°C). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada faixa de temperatura considerada um tratamento.

Cada parcela constou de uma placa de Petri preenchida com areia, previamente peneirada, lavada e autoclavada a 200°C por 2 horas, onde foram distribuídas 25 sementes de trapoeraba a 5 mm de profundidade. Antes da semeadura, o substrato foi umedecido com água destilada até atingir 60% de sua capacidade de retenção, sendo regularmente reumedecido. A partir do início do teste, a germinação foi avaliada diariamente até 24 dias após instalação (DAI) contando e retirando as sementes germinadas. Com os dados, foram calculados a germinação (G%) e o índice de velocidade de germinação (IVG).

2.2.2 Influência da Luz na Germinação

O experimento foi conduzido em câmara de germinação tipo BOD para avaliar a germinação das sementes de trapoeraba sob dois regimes de luz: branca contínua e escuro absoluto, ambos à temperatura de 25°C. As unidades experimentais constaram de caixas plásticas (0,11 x 0,11 x 0,03 m) pretas (escuro) ou transparentes (luz), onde foram depositadas duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,3 vezes a massa do papel seco. Com base em ensaios prévios, essa proporção de água foi definida em razão do ponto de saturação do substrato, de forma que quantidades superiores de água adicionadas não foram absorvidas pelo papel. Em cada caixa plástica, foram distribuídas 50 sementes de trapoeraba. A percentagem de germinação foi avaliada somente aos 10 DAI contando-se o número de sementes germinadas, de modo a evitar a entrada de luz nas parcelas, o que poderia comprometer as avaliações. Deste modo, neste trabalho, não foi possível calcular o IVG. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos (luz e escuro) e oito repetições.

2.2.3 Influência da Dormência na Germinação

O experimento foi desenvolvido para avaliar a escarificação química de sementes de trapoeraba em solução de ácido sulfúrico concentrado (98%), durante 1, 2, 3, 4 e 5 minutos, acrescido de testemunha, sem imersão no ácido. Cada período de escarificação foi obtido por meio da imersão de amostras de sementes em um becker de vidro, para depois ser adicionado o ácido sulfúrico em volume suficiente para permitir a completa imersão das sementes. Durante a escarificação, as soluções foram agitadas ocasionalmente. Transcorrido o tempo estipulado, o excesso de ácido foi retirado do becker e as sementes foram despejadas em um balde contendo 20 L de água. Primeiramente realizou-se a escarificação das sementes por um minuto, depois se procedeu à escarificação de outra amostra de sementes por 2 minutos, e assim sucessivamente, até que os cinco períodos de escarificação química fossem obtidos. Posteriormente, as sementes foram lavadas em água corrente e secadas à sombra.

Após secagem das sementes em temperatura ambiente por 1 hora, instalou-se o teste de germinação em câmara do tipo BOD, com temperatura de 25°C.

As unidades experimentais constaram de caixas plásticas transparentes (0,11 x 0,11 x 0,03 m), onde foram depositadas duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,3 vezes a massa do papel seco. Em cada parcela, foram distribuídas 50 sementes de trapoeraba. A partir do início do teste, a germinação foi avaliada diariamente até 24 dias após instalação (DAI) contando e retirando as sementes germinadas. Com os dados, foram calculados a germinação (G%) e o índice de velocidade de germinação (IVG). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições.

2.2.4 Influência da Profundidade da Semeadura e do Substrato na Emergência de Plântulas

O experimento foi conduzido com delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições no esquema fatorial 3x6, em que três foram os substratos (solo franco argilo-arenoso, solo franco arenoso e areia pura) e seis foram as profundidades de semeadura (0, 5, 10, 20, 40 e 80 mm). A análise química e física dos solos utilizados no experimento está apresentada na Tabela 1. As parcelas constaram de vasos plásticos com capacidade para 1,5 L, preenchidos com os substratos e acrescidos de 0,20 g de sementes de trapoeraba distribuídas nas profundidades pré-determinadas. A avaliação das plântulas emersas foi realizada aos 14 e aos 28 DAI somando-se, posteriormente, o número total acumulado de plântulas emersas.

2.2.5 Avaliações e Análise Estatística

Em todos os trabalhos desenvolvidos em laboratório, a avaliação da germinação foi realizada conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), considerando-se como plântulas normais as que possuíam todas as estruturas essenciais do embrião desenvolvidas.

O IVG foi calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962), eq. (1):

$$IVG = \sum \left(\frac{NSG}{DAI} \right) \quad (1)$$

Em que: *NSG* significa número não-acumulado de sementes germinadas por 100 sementes e *DAI* dias após instalação do teste.

Todos os dados foram submetidos à aplicação do teste 'F' na análise da variância. Quando se identificou efeito de níveis de tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de 'Tukey' a 5% de probabilidade ou por regressões polinomiais. O procedimento estatístico foi adotado em adequação ao principal objetivo de cada experimento, visando à interpolação de pontos (experimento com diferentes temperaturas e profundidades) ou comparação direta com a testemunha (escarificação).

Tabela 1 - Propriedades químicas e físicas* dos solos utilizados no experimento de profundidade de semeadura de sementes de trapoeraba. Piracicaba-SP, 2007

Propriedades Químicas										
Solo	pH	Materia orgânica	P resina	K	Ca	Mg	Al	CTC	V	M
	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³			%	
Franco Argilo-Arenoso	5,2	65	99	19,4	68	25	2	154	73	2
Franco Arenoso	4,4	9	3	0,5	12	5	2	40	44	10
Propriedades Físicas										
Solo	Argila	Silte	Areia Total	Areia Grossa	Areia Fina					
	< 0,002 mm	0,053-0,002 mm		2,00 - 0,210 mm	0,210 - 0,053mm	g kg ⁻¹				
Franco Argilo-Arenoso	293	247	460	220	240					
Franco Arenoso	203	180	779	310	469					

* Análise realizada por PIRASOLO Laboratório Agrotécnico Piracicaba Ltda.

2.3 Resultados e Discussão

No primeiro experimento, a aplicação do teste F na análise da variância indicou significância dos níveis de tratamentos (temperaturas), justificando a adoção de regressões polinomiais. Para a variável germinação (%G), os dados foram ajustados à regressão polinomial de terceiro grau (Figura 1), cujo ponto máximo, obtido matematicamente, correspondeu à temperatura de 23,38 °C.

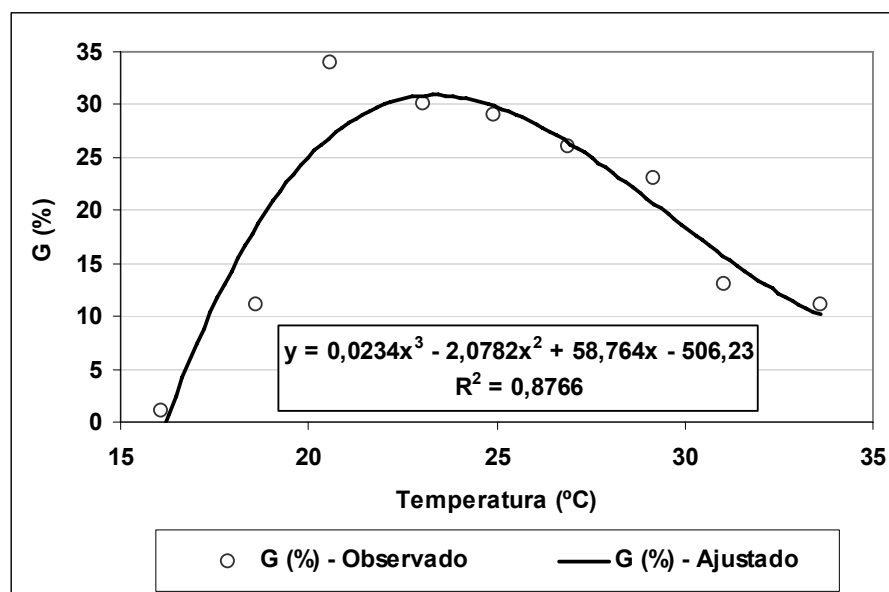


Figura 1 - Germinação (G%) de sementes de trapoeraba (*Commelina benghalensis*) submetidas a nove intervalos de temperatura. Piracicaba - SP, 2007

Para o índice de velocidade de germinação (IVG), os dados foram ajustados à regressão polinomial de segundo grau, cujo ponto máximo obtido foi correspondente à temperatura de 26,1 °C (Figura 2).

Considerando-se, concomitantemente, a resposta das duas variáveis para obtenção da temperatura ideal, tem-se média de 24,74 °C, o que, em termos laboratoriais é pouco prático. Assim sendo, julgou-se como sendo 25 °C a temperatura que proporciona melhor resposta germinativa da trapoeraba. Ainda, as temperaturas

médias de 31°C, 34°C e 19°C proporcionaram baixa %G, porém, foram superiores às temperaturas de 16°C onde se obteve a menor %G e IVG dentre as temperaturas estudadas (Figuras 1 e 2).

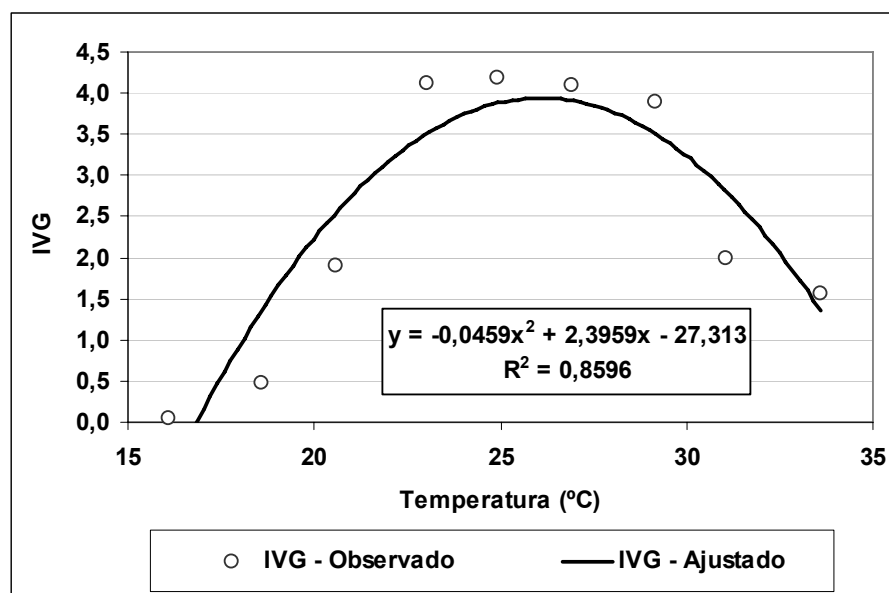


Figura 2 - Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de trapoeraba (*Commelina benghalensis*) submetidas a nove intervalos de temperatura. Piracicaba-SP, 2007

Resultados semelhantes foram encontrados por Santos et al. (2001a) que chegou ao intervalo de 20-35°C; por Walker e Evenson (1985a), trabalhando com uma população de sementes originárias da Austrália, que obtiveram as maiores porcentagens de germinação a 24 e 28°C; e por Gonzalez e Haddad (1995), com uma população de sementes originárias de ou coletadas em Campinas – SP, que indicaram que as temperaturas ótimas foram 25 e 30°C.

No segundo experimento, não foram observadas diferenças de germinação quando as sementes de trapoeraba foram submetidas às condições de luz contínua e escuro absoluto à 25°C (Tabela 2).

Tabela 2 - Germinação (%) de sementes de trapoeraba (*Commelina benghalensis*) em condição de luz e escuro, sob temperatura constante de 25°C. Piracicaba-SP, 2007

Luz	Germinação (%)
Ausência de luz	30,25
Presença de luz	33,75
F_(Trat.)	1,65^{NS}
DMS	5,84
CV (%)	17,01

NS = não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Portanto, constatou-se ausência de efeitos da luz na germinação dessas sementes, que podem ser classificadas como fotoblásticas indiferentes. Gonzalez e Haddad (1995) também concluíram que as sementes germinaram tanto em condições de luz como de escuro. Porém Walker e Evenson (1985a) relataram que a exposição à luz aumentou a germinação das sementes aéreas e pequenas.

No terceiro experimento, nenhum dos tratamentos com exposição das sementes ao ácido sulfúrico apresentou incremento na %G e no IVG (Tabela 3).

Tabela 3 - Germinação (%G) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de trapoeraba (*Commelina benghalensis*) submetidas a seis períodos de exposição ao ácido sulfúrico. Piracicaba-SP, 2007

Exposição (minutos)	%G	IVG
0	45,5 a	3,77 a
1	45,0 a	3,92 a
2	44,5 a	3,99 a
3	14,5 b	1,32 b
4	6,0 b	0,52 b
5	6,5 b	0,57 b
DMS	9,82	0,83
CV	16,19	15,68

* Médias acompanhadas de letras iguais não diferem segundo teste de 'Tukey' com 5% de significância.

As sementes não-escarificadas (testemunha) não diferiram das expostas ao ácido por 1 e 2 minutos. A escarificação das sementes, com exposições ao ácido por 3, 4 ou 5 minutos, diminuiu a %G e o IVG. Esses dados divergiram daqueles obtidos por Kim, Dedatta e Mercado (1990), que obtiveram significativo aumento na porcentagem de germinação com tratamento com ácido sulfúrico concentrado; e por Rodrigues e Pitelli (1994) que concluíram que o tratamento com ácido sulfúrico concentrado foi o método de superação de dormência que proporcionou as maiores porcentagens de germinação em todas as classes ou tipos de sementes estudados. Também observaram que as sementes áreas e pequenas foram as que tiveram as porcentagens de germinação significativamente menores que as demais quando tratadas por dois minutos com ácido sulfúrico.

Em geral, tem-se observado variabilidade de alguns dados sobre a germinação de sementes de trapoeraba publicados em trabalhos nacionais e internacionais. Por exemplo, Walker e Evenson (1985b) encontraram diferenças de germinação entre sementes grandes e pequenas dependendo da origem das sementes, bem como, em função do ano de produção ou, então, devido aos diferentes efeitos dos fatores que promoveram a germinação das sementes (temperatura, luz). Santos et al. (2001a) também observaram diferenças no grau de dormência entre os tipos de sementes de *C. benghalensis* e concluíram que a produção de sementes polimórficas com diferenças no grau de dormência permite que as sementes desta espécie germinem e se estabeleçam nos mais diversificados ambientes e em diferentes épocas do ano, o que dificulta o manejo desta planta daninha.

No quarto experimento, quanto ao efeito de profundidade de semeadura, a análise da variância indicou interação significativa da profundidade e do tipo de substrato. Para os três substratos, os dados foram adequadamente ajustados à regressões lineares, comprovando que a profundidade de semeadura no solo influencia negativamente a emergência das plântulas, impedindo a emergência das plântulas a 80 mm de profundidade (Tabela 4).

Isto indica que o posicionamento das sementes a mais de 80 mm de profundidade pode funcionar como método cultural para o manejo da espécie. Ainda, foi

observado maior número de plântulas emersas em areia pura quando comparada com os demais substratos utilizados (Figura 3) demonstrando ser este o melhor substrato.

Tabela 4 - Análise de regressão ($y = ax+b$) e seus parâmetros para relação entre a emergência de plântulas de trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e a profundidade das sementes em três substratos diferentes. Piracicaba-SP, 2007

Substrato	Parâmetros		
	a	b	R ²
Solo Franco Arenoso	-0,3384	25,4930	0,94
Solo Franco Argilo-Arenoso	-0,2517	20,8360	0,97
Areia Pura	-0,7083	56,2570	0,96

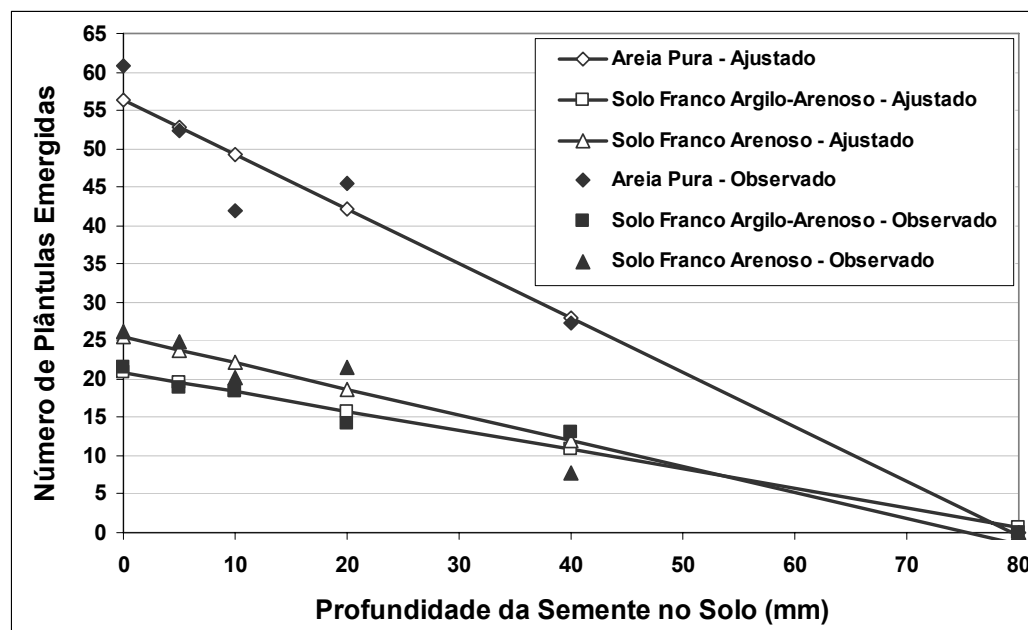


Figura 3 - Emergência de plântulas de trapoeraba (*Commelina benghalensis*) em função da profundidade da semente em três substratos diferentes. $DMS_{\text{solo}} = 12,85$. Piracicaba - SP, 2007

Os resultados obtidos assemelham-se aos apresentados por Fausey e Renner (1997), Brighenti, Voll e Gazziero (2003) e Muniz Filho et al. (2004), que estudaram a germinação de sementes de outras espécies de plantas daninhas como *Setaria faberi* e *Panicum dichotomiflorum*, *Cardiospermum halicacabum* e *Bidens pilosa*, respectivamente. Também observaram que a maior porcentagem de germinação ocorreu quando as sementes foram posicionadas entre 10 e 50 mm de profundidade, embora possa haver germinação em profundidades de até 120 mm.

Segundo Canossa et al. (2007) muitas espécies de plantas daninhas, principalmente as que possuem sementes com poucas reservas, germinam quando dispostas em pequenas profundidades no solo, pois essas sementes, em sua maioria, necessitam do estímulo luminoso. Uma vez que a luz é fortemente atenuada, à medida que a profundidade no solo aumenta, normalmente sementes dessas espécies, quando colocadas em maiores profundidades, não são capazes de emergir. No entanto, há espécies que não necessitam do estímulo luminoso para dar início ao processo de germinação (como foi o caso da trapoeraba neste trabalho) e que podem, portanto, emergir a partir de maiores profundidades, até o máximo de interferência do efeito físico de impedimento ou de redução da temperatura.

2.4 Conclusões

Com o desenvolvimento deste trabalho, pôde-se concluir que a temperatura ótima para germinação da trapoeraba foi de 25°C. Não houve efeito da luz na germinação das sementes. Não houve interferência positiva na germinação por consequência do tratamento das sementes com ácido sulfúrico, em diferentes períodos de exposição, indicando que as sementes de trapoeraba do lote testado não possuíam impermeabilidade do tegumento à água. A emergência das plântulas de trapoeraba é influenciada negativamente e de forma linear, pela profundidade de semeadura dos propágulos no substrato. Não houve emergência das plântulas quando as sementes foram depositadas a 80 mm de profundidade. O substrato areia favorece a emergência das plântulas.

Referências

- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. Some ecophysiological aspects of germination In: BEWLEY, J.D., BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. p. 237-252.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, 1992. 365 p.
- BRIGHENTI, A.M.; VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P. Biologia e manejo do *Cardiospermum halicacabum*. **Planta Daninha**, Viçosa - MG, v. 21, n. 2, p. 229-237, 2003.
- CANOSSA, R.S.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D.F. ALONSO, D.G.; FRANCHINI, L.H.M. Profundidade de semeadura afetando a emergência de plântulas de *Alternanthera tenella*. **Planta daninha**, Viçosa - MG, v. 25, n. 4, p. 719-725, 2007.
- CARDOSO, V.J.M. Germination studies on dispersal units of *Sida rhombifolia* L. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 83-88, 1990.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.
- COPELAND, L. O.; McDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. 2nd ed. Minneapolis: Burgess Publishing, 1985. 312 p.
- FAUSEY, J.C.; RENNER, K.A. Germination, emergence, and growth of giant foxtail (*Setaria faberi*) and fall Panicum (*Panicum dichotomiflorum*). **Weed Science**, Lawrence, v. 45, n. 3, p. 423-425, 1997.
- FREITAS, R.R.; CARVALHO, D.A.; ALVARENGA, A.A. Quebra de dormência e germinação de sementes de capim-marmelada [*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch]. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 31-35, 1990.
- GARCIA, Q.S.; LUCAS, N.M.C. Germinative behaviour of *Jacquinia brasiliensis* seeds. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 13-18, 1994.
- GONZALEZ, C.B.; HADDAD, C.R.B. Efeito da luz e temperatura na floração e germinação de sementes de *Commelina benghalensis* L. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 38, n. 2, p. 651-659, 1995.
- HILHORST, H.W.M.; KARSSSEN, C.M. Dual effects of light on the gibberelin and nitrate-stimulated seed germination of *Sisymbrium officinale* and *Arabidopsis thaliana*. **Plant Physiology**, Rockville, v. 86, n. 3, p. 591-597, 1988.
- KIM, S.Y.; DEDATTA, S.K.; MERCADO, B.L. The effect of chemical and heat treatments on germination of *Commelina benghalensis* L. aerial seeds. **Weed Research**, Oxford - UK, v. 30, n. 2, p. 109-116, 1990.

- KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, 1997. t. 1, 825 p.
- KLEIN, A.; FELIPPE, G.M. Efeito da luz na germinação de sementes de ervas invasoras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 7, p. 955-966, 1991.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MAHESHWARI, P.; MAHESHWARI, J.K. Floral dimorphism in *Commelina forskalaei* Vahl and *C. benghalensis* L. **Phytomorphology**, Delhi, v. 5, n. 4, p. 413-422, 1955.
- MONQUERO, P.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Dinâmica do banco de sementes em áreas com aplicação freqüente do herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa - MG, v. 21, n. 1, p. 63-69, 2003.
- MUNIZ FILHO, A.; CARNEIRO, P. T.; CAVALCANTI, M. L. F.; ALBUQUERQUE, R. C. Capacidade de emergência de picão-preto em diferentes profundidades de semeadura. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, 2004. Disponível em: <<http://eduep.uepb.edu.br/rbct/sumarios/pdf/picaopreto.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2008.
- ROCHA, D.C.; RODELLA, R.A.; MARTINS D. Caracterização morfológica de espécies de trapoeraba (*Commelina* spp.) utilizando a análise multivariada. **Planta Daninha**, Viçosa – MG, v. 25, n. 4, p. 671-678, 2007.
- RODRIGUES, B.N. **Estudos sobre a dormência, crescimento, absorção de macronutrientes e resposta à calagem por *C. benghalensis* L.** 1992. 129 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 1992.
- RODRIGUES, B.N.; PITELLI, R.A. Quebra de dormência em sementes de *Commelina benghalensis*. **Planta Daninha**, Brasília, v.12, n.2, p.106-110, 1994.
- SALVADOR, F. L. **Germinação e emergência de plantas daninhas em função da luz e da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.)**. 2007. 84 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- SANTOS, I.C.; FERREIRA, F.A.; MIRANDA, G.V.; SANTOS, L.D. T. Germinação de sementes aéreas e subterrâneas de *Commelina benghalensis*. **Planta Daninha**, Viçosa v. 19, n. 2, p. 163-170, 2001a.
- SANTOS, I.C.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; MIRANDA, G.V.; PINHEIRO, R.A.N. Eficiência do herbicida glyphosate no controle de *Commelina benghalensis* e *Commelina diffusa*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, n. 1, p. 135-143, 2001b.

SOUZA FILHO, A.P.S. Interferência potencialmente alelopática do capim-gengibre (*Paspalum maritimum*) em áreas de pastagens cultivadas. **Planta Daninha**, Viçosa - MG, v.24, n.3, p.451-456, 2006.

SOUZA FILHO, A.P.S.; ALVES, S.M.; FIGUEIREDO, F.J.C.; DUTRA, S. Germinação de sementes de plantas daninhas de pastagens cultivadas: *Mimosa pudica* e *Ipomoea asarifolia*. **Planta daninha**, Viçosa - MG, v. 19, n. 1, p. 23-31, 2001.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Seed viability, longevity and dormancy in a tropical rain forest. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1991, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1991. p.175-196.

VIDAL, R.A.; KALSING, A.; GOULART, I.C.G.R.; LAMEGO, F.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Impacto da temperatura, irradiância e profundidade das sementes na emergência e germinação de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* resistentes ao glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa - MG, v. 25, n. 2, p. 309-315, 2007.

VOLL, E.; BRIGHENTI, A. M.; GAZZIERO, D. L.P.; ADEGAS, F. S. Aspectos fisiológicos da germinação de sementes de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 24, n. 1, p.162-168, 2002.

WALKER, S.R.; EVENSON, J.P. Biology of *Commelina benghalensis* L. in South-Eastern Queensland. 1. Growth, development and seed production. **Weed Research**, Oxford, v. 25, n. 4, p. 239-244, 1985a.

_____. Biology of *Commelina benghalensis* L. in south-eastern Queensland. 2. Seed dormancy, germination and emergence. **Weed Research**, Oxford - UK, v.25, n.4, p.245-250, 1985b.

WEBSTER, T.M.; GREY, T.L. Growth and reproduction of Bengal Dayflower (*Commelina benghalensis*) in response to drought stress. **Weed Science**, Lawrence, v. 56, n.4, p. 561-566, 2008.

3 COMPETITIVIDADE DE TRAPOERABA (*Commelina benghalensis* L.) OU CAPIM-MARMELADA [*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch.] COM A CULTURA DA SOJA [*Glycine max* (L.) Merrill]

Resumo

As plantas daninhas competem com as culturas por água, luz e nutrientes, sendo que o grau de competição é afetado pela densidade de infestação das plantas daninhas, bem como pela habilidade competitiva intrínseca de cada espécie em convivência. Assim sendo, o objetivo desta pesquisa foi comparar a competitividade do capim-marmelada [*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch.] ou da trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) com soja cv. M-Soy 8045. Os tratamentos foram desenvolvidos em esquema fatorial (2x5) entre as duas espécies de plantas daninhas e cinco proporções de competição. As proporções foram baseadas em modelos substitutivos de competição, mantendo-se sempre a densidade total de quatro plantas por parcela, que correspondeu a 60 plantas m⁻². As proporções de competição cultura – plantas daninhas foram: 0:4; 1:3; 2:2; 3:1; 4:0; que corresponderam às populações de 100, 75, 50, 25 e 0% de plantas de soja e o inverso de plantas de capim-marmelada ou de trapoeraba. Foram avaliados a área foliar, massa seca da parte aérea das plantas daninhas e da soja e número de trifólios da soja, no estágio de pleno florescimento da soja. O capim-marmelada foi melhor competidor que as plantas de soja, contudo para a trapoeraba a habilidade competitiva mostrou-se similar à das plantas de soja. Em ambos os casos, houve evidências que a competição intraespecífica teve maior importância para as espécies que a competição interespecífica.

Palavras-chave: Competição; Método substitutivo; Massa seca

Abstract

Competitiveness of Bengal Dayflower (*Commelina benghalensis* L.) or alexandergrass [*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch.] with the soybean crop [*Glycine max* (L.) Merrill]

Weeds compete with field crops mainly for water, light and nutrients, and the degree of competition is affected by the weed density and the intrinsic competitive ability of each plant species in coexistence. Thus, the objective of this research was to compare the competitiveness of alexandergrass [*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch.] or Bengal dayflower (*Commelina benghalensis* L.) in coexistence with soybean, cv. M-Soy 8045. Treatments were developed on a factorial scheme (2x5) between two weed species and

five proportions of competition. Proportions were based on a replacement series competition design, always maintaining the total density of four plants per plot, which corresponded to 60 plants m^{-2} . The weed-crop proportions were: 0:4; 1:3; 2:2; 3:1; 4:0; that corresponded to the proportion of 100, 75, 50, 25 and 0% of soybean plants and the opposite for weeds, alexandergrass or Bengal dayflower plants. Leaf area, shoot dry mass of the weeds and soybeans and number of soybean trifoliolate leaves were evaluated when the soybean reached the phenologic stage of full flowering. The Alexandergrass was better competitor than soybean plants, although for Bengal dayflower the competitive ability revealed similar to soybean. In both cases, there were evidences that intraspecific competition was more important for species than interespecific competition.

Keywords: Competition; Substitutive series; Dry mass

3.1 Introdução

Quando presentes nas lavouras, as plantas daninhas competem com as culturas por água, luz e nutrientes, além de prejudicarem as operações de manejo e colheita (PITELLI, 1985; LÓPEZ-OVEJERO et al., 2007). Particularmente para a cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill], infestações por plantas daninhas podem resultar em perdas significativas de produtividade (SPADOTTO et al., 1994; FLECK et al., 2002), que são influenciadas, dentre outros fatores, pela composição específica da comunidade infestante (PITELLI, 1985; SPADOTTO et al., 1992).

Tradicionalmente, o capim-marmelada [*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch.] tem sido apontado como uma das plantas da família Poaceae mais problemáticas em cultivos de soja no Brasil (MARTINS, 1994; FLECK et al., 2002). Os prejuízos são variáveis, porém em solos férteis o desenvolvimento da espécie pode ser tão vigoroso que uma única planta de capim-marmelada por metro quadrado chega a afetar em 50% o rendimento da cultura (KISSMANN, 1997).

Com o advento das culturas geneticamente modificadas para tolerância a herbicidas (transgênicas), a adoção do glyphosate cresceu significativamente nos últimos anos (YOUNG et al., 2003; CHRISTOFFOLETI et al., 2008). Aplicações sucessivas do mesmo produto têm modificado a comunidade infestante, selecionando espécies de maior tolerância (JOHNSON et al., 2002). Para a trapoeraba (*Commelina*

benghalensis L.), por exemplo, que é considerada uma planta daninha de difícil controle, tem-se correlacionado a dificuldade de controle com sua habilidade em metabolizar o glyphosate em ácido aminometilfosfônico (AMPA) (MONQUERO; CHRISTOFFOLETI, 2003; MONQUERO et al., 2004).

O conhecimento da habilidade competitiva das plantas daninhas é um elemento básico na previsão das perdas de rendimento causadas por elas (OLIVER; FRANS; TALBERT, 1976; SHURTLEFF; COBLE, 1985). Inúmeros trabalhos relatam à interferência de diferentes plantas daninhas na cultura da soja (PITELLI et al., 1985; MARTINS, 1994; VOLL et al., 2002; FLECK et al., 2004; RIZZARDI et al., 2004; SILVA; JAKELAITIS; FERREIRA, 2004). Sendo que, a maioria deles concentra os estudos no efeito de uma única espécie de planta daninha.

Diversos métodos têm sido utilizados para estudar a competição entre cultura e plantas daninhas, no entanto, é importante o uso de delineamentos experimentais que procurem entender o processo competitivo de forma mais mecânica. Não basta apenas quantificar as perdas pela interferência que as plantas daninhas provocam nas culturas, sem se preocupar com a compreensão do processo de competição (CHRISTOFFOLETI; VICTORIA FILHO, 1996). Ademais, é importante incluir tanto a densidade como a proporção de espécies nesses modelos (VAN ACKER; LUTMAN; FROUDWILLIAMS, 1998).

O método substitutivo consiste em manter constante a densidade total da população de plantas nas parcelas e em manter variável a proporção entre as duas espécies ou biótipos (HARPER, 1977). As populações das espécies em estudo, chamadas monoculturas, também são incluídas no experimento, na mesma densidade. A premissa básica deste modelo de experimento é determinar a produtividade das espécies quando em competição e comparar com a produção da monocultura. Neste sentido, considera-se que a produção total de massa seca e a área foliar são variáveis básicas nos processos de crescimento vegetal (RADOSEVICH, 1997).

Os experimentos substitutivos são alternativas para a compreensão e esclarecimento do processo competitivo entre plantas, especialmente quando relacionado com os efeitos da densidade e da proporção de indivíduos em uma comunidade infestante (CHRISTOFFOLETI; VICTORIA FILHO, 1996).

Segundo Radosevich (1987), quando duas espécies crescem num experimento em séries de substituição, os efeitos da interferência manifestam-se tanto por meio da inexistência de interação quanto pela existência de efeitos sobre uma ou ambas as espécies. No caso da inexistência de interação, denota-se que a habilidade de cada espécie em interferir com a outra é equivalente e que a contribuição de cada espécie para o rendimento total é diretamente proporcional à sua presença na mistura, visto que nesse tipo de experimento a densidade total mantém-se constante. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a competitividade das plantas daninhas capim-marmelada ou trapoeraba com plantas de soja (cultivar M-Soy 8045), além de analisar a importância da competição intra e interespecífica para as espécies.

3.2 Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em casa-de-vegetação do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, em Piracicaba – SP – Brasil (22° 42' 30" latitude sul, 47° 38' 00" longitude oeste e 546 m de altitude), no período compreendido entre Janeiro e Março de 2008. As espécies estudadas em competição com a soja foram: capim-marmelada [*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch.] e trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.).

Inicialmente, as sementes foram colocadas para germinar em caixas plásticas, com capacidade para 2 L, preenchidas com substrato comercial Plantimax[®] (casca de *Pinus* + turfa + vermiculita) até as plântulas alcançarem o estágio fenológico de uma folha verdadeira. Para conseguir as plantas daninhas em mesmo estágio fenológico (uma folha verdadeira), no mesmo dia, a trapoeraba foi semeada cinco dias antes do capim-marmelada. A semeadura da cultura da soja foi realizada diretamente nos vasos, logo após o transplante das plantas daninhas, na profundidade de 30 mm.

A cultivar de soja utilizada foi M-Soy 8045, cujas sementes foram tratadas com o inseticida fipronil (Standak[®]) e com os fungicidas carbendazin + thiram (Derosal Plus[®]), ambos com dose de 200 ml de produto comercial por 100 kg de sementes. Após a secagem das sementes à sombra, foi realizada a inoculação com inoculante turfoso comercial (*Bradyrhizobium japonicum* – SEMIA 5079 + SEMIA 5019) na dose de 400 g

por 100 kg de sementes. Para a soja, foram distribuídas duas sementes onde deveria restar uma única planta e para as plantas daninhas foram transplantadas duas plantas em excesso, visando assegurar a população final dos tratamentos. Após a emergência da soja, realizou-se o desbaste nas parcelas, mantendo-se as proporções desejadas.

As parcelas constaram de vasos plásticos com capacidade para 10 L, preenchidos com mistura de solo de textura média e substrato comercial Plantimax[®] (2:1), devidamente fertilizado com 5 gramas da fórmula 8-28-16 (N - P₂O₅ - K₂O). A análise química e física do solo utilizado nos experimentos está apresentada na Tabela 5. Os vasos foram irrigados por aspersão automatizada, sem a ocorrência de deficiência hídrica para o desenvolvimento normal das plantas.

Tabela 5 – Propriedades químicas e físicas* do solo utilizado no experimento. Classe textural - Franco Argilo-Arenoso. Piracicaba, 2008

Propriedades Químicas									
pH	M.O	P resina	K	Ca	Mg	Al	CTC	V	m
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³			%	
5,2	65	99	19,4	68	25	2	154	73	2
Propriedades Físicas									
Argila	Silte	Areia Total	Areia Grossa	Areia Fina					
< 0,002 mm	0,053-0,002 mm								
		g kg ⁻¹							
293	247	460	220	240					

* Análise realizada por PIRASOLO Laboratório Agrotécnico Piracicaba Ltda.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com quatro repetições. O esquema de tratamentos foi fatorial completo 2 x 5, em que duas foram as espécies de plantas daninhas e cinco foram as proporções de competição com a cultura da soja. As proporções foram baseadas em modelos substitutivos de competição (COUSENS, 1991), mantendo-se sempre a população de quatro plantas, distribuídas uniformemente nas parcelas, o que correspondeu à densidade estimada de 60 plantas m⁻². As proporções utilizadas foram (soja:daninha): 4:0, 3:1, 2:2, 1:3 e 0:4. Em termos

percentuais, estas proporções correspondem a 100, 75, 50, 25 e 0% de plantas de soja e o inverso de plantas de capim-marmelada ou trapoeraba, ou seja, 0, 25, 50, 75 e 100%. Os valores percentuais também identificam a produção esperada de cada espécie, caso sejam competitivamente equivalentes.

Todas as variáveis foram avaliadas quando o desenvolvimento das plantas de soja alcançou estágio de pleno florescimento, aos 60 dias após a emergência (DAE). Inicialmente, se determinou o número total de trifólios de soja por parcela. Em seguida, separadamente para as espécies, cortaram-se as plantas na base, rente à superfície do vaso. A área foliar ($\text{cm}^2 \text{ parcela}^{-1}$) foi obtida com auxílio do medidor de área modelo LICOR LI-3100 (LI-COR, inc., Lincoln, Nebraska, EUA). Posteriormente, todo o material foi seco em estufa a 70°C , por 72 horas, até massa constante, quando a massa seca (g parcela^{-1}) foi mensurada.

As produções relativas foram calculadas dividindo-se a produção quando em diferentes proporções pela produção média das parcelas mantidas somente com a própria espécie (monocultura) (DE WIT; BERG, 1965; MCGILCHRIST; TRENATH, 1971; HARPER, 1977; CARVALHO; CHRISTOFFOLETI, 2008). Os dados foram submetidos à aplicação do teste F na análise da variância, com 5% de significância.

Quando se identificou efeito de interação ou das espécies daninhas, estas foram comparadas pelo teste 't' ($\alpha = 0.05$). As proporções, por sua vez, foram ajustadas por regressões polinomiais de segundo grau e, também, submetidas à análise convencional para experimentos substitutivos (RADOSEVICH, 1987). Esta análise é realizada visualmente com o auxílio de gráficos contendo a resposta do rendimento relativo, em função da proporção das espécies.

3.3 Resultados e Discussão

Identificou-se interação fatorial das espécies de plantas daninhas com a cultura da soja para as variáveis massa seca, área foliar e número de trifólios relativos (Tabela 6). A competição da soja com *Brachiaria plantaginea* resultou em menores percentuais destas três variáveis, quando comparadas com a competição soja – *Commelina benghalensis*. A diferenciação ao teste 't' indicou que *B. plantaginea* foi mais hábil em

utilizar os recursos de crescimento disponíveis no meio, com alto potencial competitivo, reduzindo o desenvolvimento da soja (Tabela 6). Em complemento, as variáveis foram adequadamente ajustadas pelas equações polinomiais de segundo grau (Tabela 7).

Tabela 6 – Valores relativos de massa seca, área foliar e número de trifólios de soja (cv. M-Soy 8045), quando submetida a diferentes proporções competitivas com *Brachiaria plantaginea* (BRAPL) e *Commelina benghalensis* (COMBE), em densidade fixa de 60 plantas m⁻². Piracicaba, 2008

Rendimento Esperado da Soja (%)	Massa seca ¹		Área Foliar		Número de Trifólios	
	BRAPL	COMBE	BRAPL	COMBE	BRAPL	COMBE
100	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a
75	47,4 b	75,4 a	27,6 b	60,9 a	33,6 b	73,0 b
50	41,9 b	61,9 a	20,5 b	45,8 a	22,6 b	47,0 b
25	30,3 b	45,7 a	6,11 b	25,7 a	8,9 b	26,6 b
F_(int)	5,082**		3,575*		5,047**	
CV (%)	8,24		20,26		15,70	

¹ Médias seguidas por letras minúsculas iguais na linha não diferem segundo teste de 't', com 5% de significância; Dados originais apresentados, porém previamente transformados por $\sqrt{x+0.5}$; *Significativo a 5%; ** Significativo a 1%.

As equações indicaram comportamento das variáveis em modelo de parábola e podem ser utilizadas para modelagem da resposta das espécies quando em competição, ou mesmo contribuir para discussão comparativa com outros trabalhos.

Uma planta é considerada competidora eficaz quando utiliza rapidamente um determinado recurso ou quando é capaz de continuar seu desenvolvimento mesmo com níveis escassos desses recursos no ambiente (RADOSEVICH, 1997). A competitividade de *B. plantaginea* está relacionada, dentre outros fatores, à grande produção de sementes, à germinação distribuída ao longo do ciclo da cultura, sua morfologia que leva à formação de dossel vigoroso de folhas acima da soja (MARTINS, 1994) e ao ciclo C4 de assimilação de carbono (KISSMANN, 1997).

Tabela 7 – Ajuste da massa seca, área foliar e número relativo de trifólios das plantas de soja e das espécies daninhas às proporções de competição, segundo modelo polinomial de segundo grau ($y = ax^2 + bx$)*. Piracicaba, 2008

Espécie	Variável	Parâmetros		R ²
		a	b	
Competição Soja : <i>Brachiaria plantaginea</i>				
Soja	Massa Seca	0,0028	0,6394	0,91
	Área Foliar	0,0132	-0,3907	0,93
	Número de Trifólios	0,0118	-0,2410	0,95
<i>B. plantaginea</i>	Massa Seca	-0,0251	3,4382	0,89
	Área Foliar	-0,0349	4,4212	0,93
Competição Soja : <i>Commelina benghalensis</i>				
Soja	Massa Seca	-0,0062	1,5782	0,97
	Área Foliar	0,0018	0,7815	0,98
	Número de Trifólios	0,0005	0,9457	1,00
<i>C. benghalensis</i>	Massa Seca	-0,0042	1,3820	0,97
	Área Foliar	-0,0118	2,1283	0,95

* Em que: x representa a porcentagem de participação da espécie na competição, variando entre 0 e 100%; e y representa a resposta percentual da variável.

As Figuras 4 e 5 corroboram a discussão anterior e, novamente, caracterizam *B. plantaginea* como melhor competidora que a cultura da soja, principalmente quando se observa a proporção 50:50%, que é o ponto que indica claramente quem foi o melhor competidor. Em geral, a massa seca e área foliar relativas da espécie daninha sempre estiveram em níveis superiores aos valores esperados.

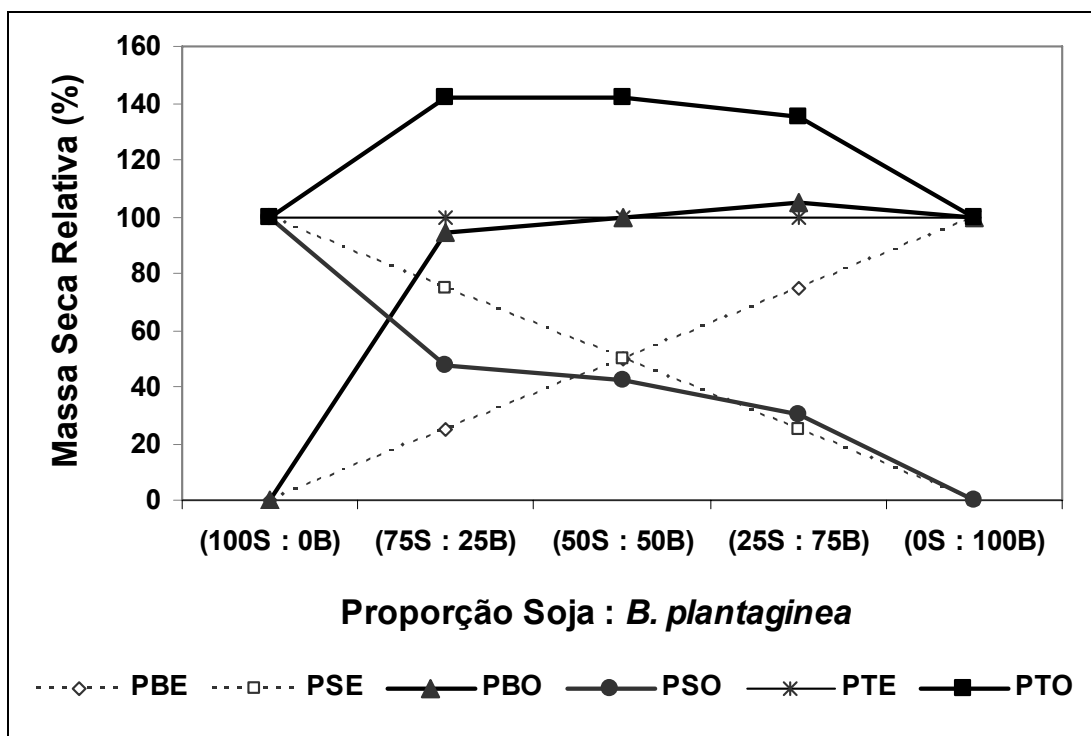


Figura 4 - Massa seca relativa da cultura da soja e do capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) quando submetidas a diferentes proporções competitivas, em densidade fixa total de 60 plantas m^{-2} . As linhas tracejadas representam a hipótese de não-interação. PBE = produção de *B. plantaginea* esperada; PSE = produção de soja esperada; PBO = produção de *B. plantaginea* observada; PSO = produção de soja observada; PTE = produção total esperada; PTO = produção total observada. Piracicaba, 2008

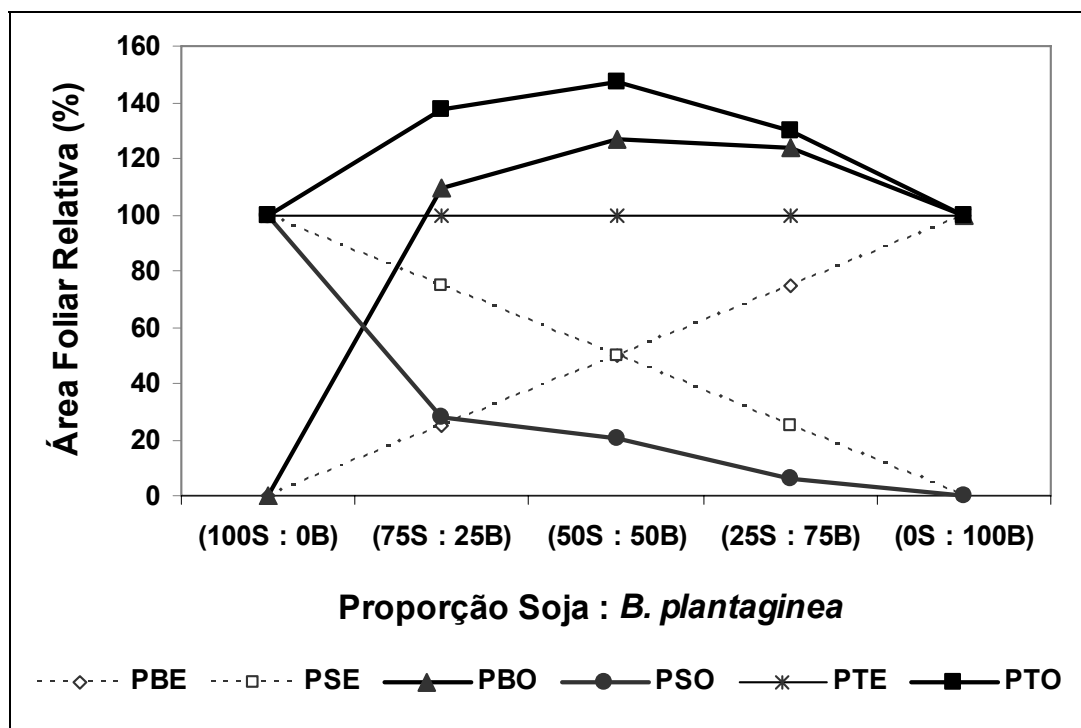


Figura 5 – Área foliar relativas da cultura da soja e do capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) quando submetidas a diferentes proporções competitivas, em densidade fixa total de 60 plantas m^{-2} . As linhas tracejadas representam a hipótese de não-interação. PBE = produção de *B. plantaginea* esperada; PSE = produção de soja esperada; PBO = produção de *B. plantaginea* observada; PSO = produção de soja observada; PTE = produção total esperada; PTO = produção total observada. Piracicaba, 2008

Para ambas as espécies, há evidências que a competição intraespecífica foi mais importante que a competição interespecífica. Por exemplo, para as duas variáveis, o maior desvio negativo da produção da soja foi identificado quando a cultura representou 75% da parcela; em contraponto, o menor desvio positivo de *B. plantaginea* também foi observado quando esta espécie representou 75% da parcela (Figura 4 e 5). A identificação da competição intraespecífica sugere a necessidade diferencial da espécie por recursos do crescimento e igualmente pode caracterizar nichos ecológicos diferentes. Algumas características das plantas que determinam a alta competitividade

das espécies são: porte e arquitetura; a maior velocidade de crescimento e extensão do sistema radicular; a menor suscetibilidade às intempéries climáticas; o maior índice de área foliar; e a maior capacidade de produção e liberação de compostos com atividade alelopática (SILVA; JAKELAITIS; FERREIRA, 2004; CARVALHO, 2006).

Voll et al. (2002) constataram seqüência de reduções no rendimento de grãos da cultura da soja quando em competição com densidades progressivas das plantas daninhas. As espécies *B. plantaginea*, *Ipomoea grandifolia*, *Euphorbia heterophylla* e *Senna obtusifolia* reduziram a produtividade da cultura de forma distinta, com decréscimos de 19, 25, 32 e 47%, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Klingaman e Oliver (1994) e Bensch, Horak e Peterson (2003) quando estudaram a competição da cultura da soja com espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*.

Estes resultados divergem dos encontrados por Passini, Christoffoleti e Yada (2003) que estudaram a competição do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) com plantas de *B. plantaginea*. Concluíram que o feijoeiro foi melhor competidor do que o capim-marmelada e a competição intraespecífica foi mais significativa do que a interespecífica, isto é, a competição entre as próprias plantas de feijoeiro foi mais intensa que a competição estabelecida entre o capim-marmelada e a cultura. Porém, o fato do feijoeiro ter sido melhor competidor do que o capim-marmelada pode ser explicado pela emergência da cultura antes da espécie daninha. Segundo Fleck et al. (2004), os efeitos negativos da competição sobre o rendimento das culturas geralmente decrescem com o intervalo de tempo entre a emergência da cultura e das espécies concorrentes.

A habilidade competitiva da trapoeraba foi similar as plantas de soja para a variável massa seca, observando que ambas as linhas são bastante semelhantes à linha de equivalência (linhas tracejadas), na Figura 6. Para a variável área foliar, observa-se vantagem para a espécie daninha, sempre quando presente na proporção. Conseqüentemente pode-se pressupor que a competição intraespecífica é mais importante do que a competição interespecífica, e a habilidade das espécies em competir é similar (Figura 7).

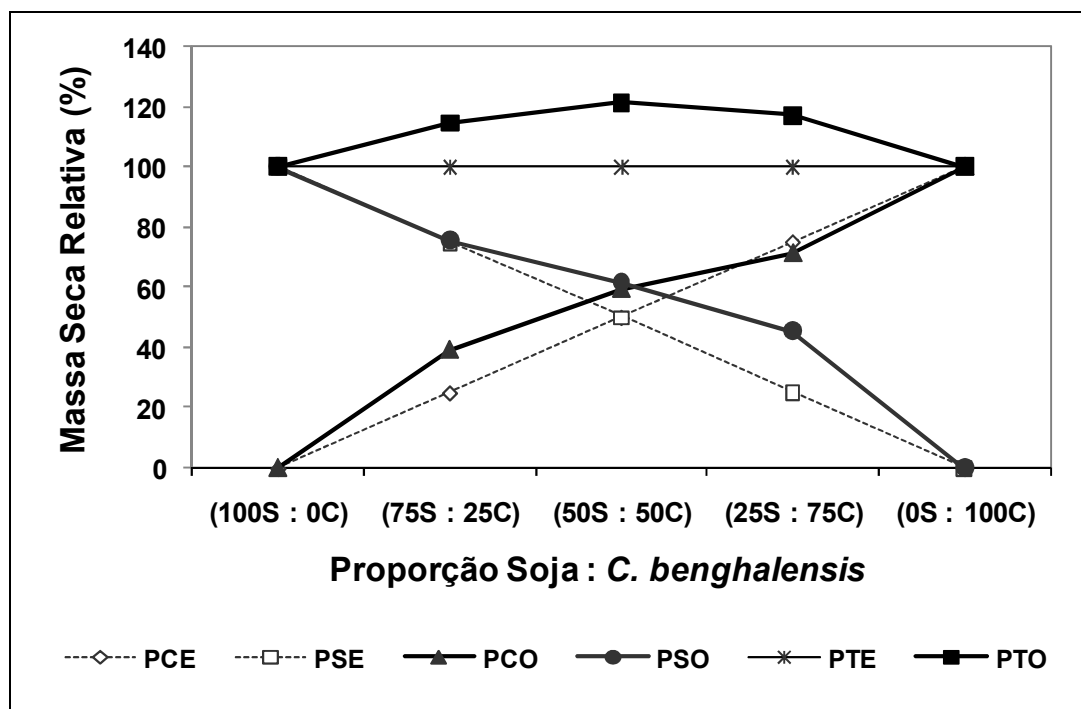


Figura 6 – Massa seca relativa da cultura da soja e da trapoeraba (*Commelina benghalensis*) quando submetidas a diferentes proporções competitivas, em densidade fixa total de 60 plantas m^{-2} . As linhas tracejadas representam a hipótese de não-interação. PCE = produção de *C. benghalensis* esperada; PSE = produção de soja esperada; PCO = produção de *C. benghalensis* observada; PSO = produção de soja observada; PTE = produção total esperada; PTO = produção total observada. Piracicaba, 2008

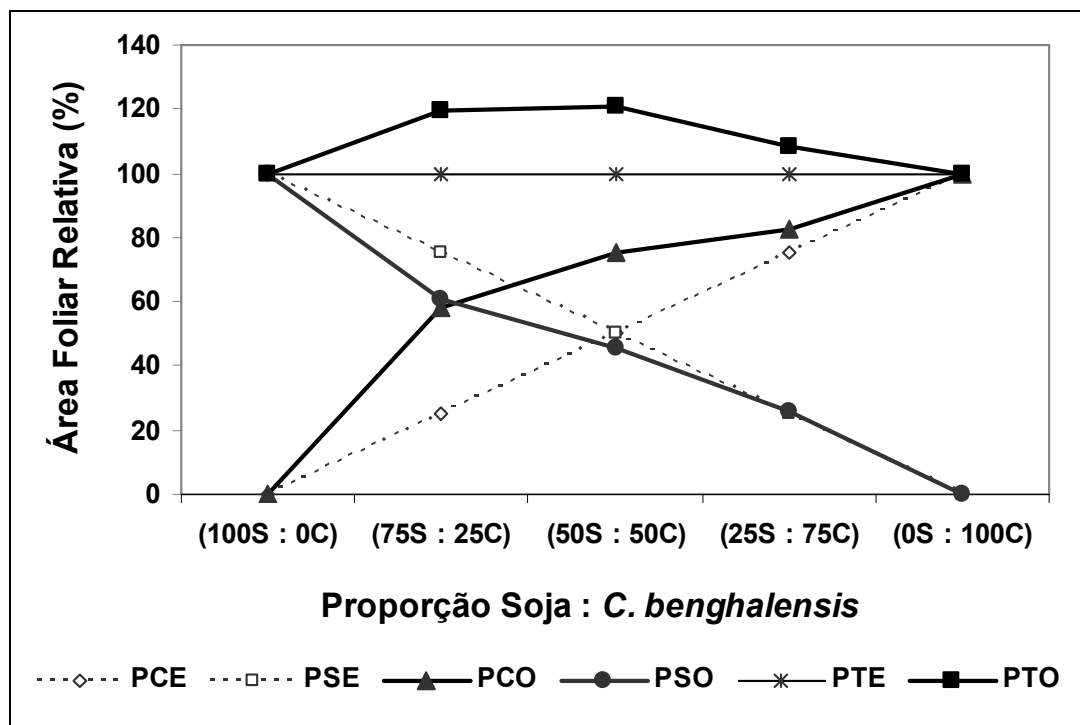


Figura 7 - Área foliar relativas da cultura da soja e da trapoeraba (*Commelina benghalensis*) quando submetidas a diferentes proporções competitivas, em densidade fixa total de 60 plantas m^{-2} . As linhas tracejadas representam a hipótese de não-interação. PCE = produção de *C. benghalensis* esperada; PSE = produção de soja esperada; PCO = produção de *C. benghalensis* observada; PSO = produção de soja observada; PTE = produção total esperada; PTO = produção total observada. Piracicaba, 2008

Em outras pesquisas, tem-se constatado elevada habilidade competitiva das culturas, de modo que a densidade de ocorrência das plantas daninhas, por vezes, tem maior importância do que a competitividade intrínseca destas. Neste sentido, Rizzardi et al. (2004) analisaram a interferência de plantas de amendoim-bravo (*E. heterophylla*) e corda-de-viola (*I. ramosissima*) isoladamente sobre a cultura da soja. Tanto as espécies de plantas daninhas quanto a soja produziram quantidades de biomassa seca acima das esperadas. Verificaram também que a redução na massa da soja foi mais intensa quando em presença de *I. ramosissima*, principalmente, em situações nas quais a planta

daninha se estabeleceu antes que a cultura.

López-Ovejero et al. (2007), comparando a habilidade competitiva de biótipos de capim-colchão (*Digitaria ciliaris*) com a cultura da soja, pelo método substitutivo, também observaram melhor competitividade da cultura em relação às plantas daninhas. Observaram ainda que o atraso de sete dias na semeadura da soja aumentou a competitividade das plantas de capim-colchão, porém não o suficiente para inverter a situação competitiva. Ainda, Carvalho e Christoffoleti (2008) observaram que o feijoeiro foi melhor competidor que cada uma das cinco espécies de carurus (*Amaranthus* spp.) estudadas, usando séries substitutivas com densidade total de 80 plantas m⁻².

Estes resultados estão em concordância com Christoffoleti e Victoria Filho (1996), que utilizaram o método substitutivo para avaliar a competição interespecífica da cultura do milho (*Zea mays* L.) com *A. retroflexus*, em densidade equivalente a 400 plantas m⁻². Observaram que o milho foi um competidor muito mais eficiente que o caruru, visto que, para a planta cultivada, a competição intraespecífica foi mais importante que a competição interespecífica. O contrário também foi verdadeiro para o caruru, ou seja, a competição interespecífica foi a mais importante para esta espécie.

A capacidade competitiva da soja com as plantas daninhas tem sido atribuída às características do crescimento dos cultivares, como a velocidade de emergência, a altura de plantas, o acúmulo de biomassa, a arquitetura do dossel (SHAW; RANKINS; RUSCOE, 1997) e o arranjo espacial da cultura, pois a luz é um dos recursos pelos quais as plantas daninhas mais competem com as culturas. Características críticas de competição por luz incluem taxa de crescimento e altura das plantas (LINDQUIST, MORTENSEN; JOHNSON, 1998).

3.5 Conclusões

Em conclusão, o capim-marmelada (*B. plantaginea*) foi melhor competidor do que as plantas de soja, porém para a trapoeraba (*C. benghalensis*) a habilidade competitiva foi similar às plantas de soja. Em ambos os casos, há evidências que a competição intraespecífica foi mais importante para as espécies do que a competição interespecífica.

Referências

- BENSCH, C.N.; HORAK, M.J.; PETERSON, D. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*), Palmer amaranth (*A. palmerii*), and common waterhemp (*A. rudis*) in soybean. **Weed Science**, Lawrence, v. 51, n. 1, p. 37-43, 2003.
- CARVALHO, S.J.P. **Características biológicas e suscetibilidade a herbicidas de cinco espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus***. 2006. 96p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Competition of *Amaranthus* species with dry bean plants. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 3, p. 239-245, 2008.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; VICTORIA FILHO, R. Efeitos da densidade e proporção de plantas de milho (*Zea mays* L.) e caruru (*Amaranthus retroflexus* L.) em competição. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 14, n. 1, p. 42-47, 1996.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; GALLI, A.J.B.; CARVALHO, S.J.P.; MOREIRA, M.S.; NICOLAI, M.; FOLONI, L.L; MARTINS, B.A.B.; RIBEIRO, D.N. Glyphosate sustainability in South American cropping systems. **Pest Management Science**, London, v. 64, n. 4 p. 422–427, 2008.
- COUSENS, R. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. **Weed Technology**, Champaign, v. 5, n.3, p. 664-673, 1991.
- DE WIT, C.T.; BERG, J.P.V.D. Competition between herbage plants. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v. 13, n. 2, p. 212-221, 1965.
- FLECK, N.G.; RIZZARDI, M.A.; AGOSTINETTO, D.; BALBINOT JÚNIOR, A.A. Interferência de picão preto e guanxuma com a soja: efeitos da densidade de planta e época relativa de emergência. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n.1, p. 41-48, 2004.
- FLECK, N.G.; RIZZARDI, M.A.; VIDAL, R.A.; MEROTTO JÚNIOR, A.; AGOSTINETTO, D.; BALBINOT JUNIOR, A.A. Período crítico para controle de *Brachiaria plantaginea* em função de épocas de semeadura da soja após dessecação da cobertura vegetal. **Planta Daninha**, Viçosa - MG, v. 20, n. 1, p. 53-62, 2002.
- HARPER, J.L. Mixtures of species. I. Space and proportions. In: HARPER. J.L. (Ed.). **Population biology of plants**. 8th ed. London: Academic Press, 1977. p. 237-276.

JOHNSON, B.F.; BAILEY, W.A.; WILSON, H.P.; HOLSHOUSER, D.L.; HERBERT, D.A.; HINES, T.E. Herbicide effects on visible injury, leaf area, and yield of glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, Lawrence, v. 16, n. 3, p. 554-566, 2002.

KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, 1997. t. 1, 825 p.

KLINGAMAN, T.E.; OLIVER, L.R. Palmer amaranth (*Amaranthus palmerii*) interference in soybean (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, v. 42, n. 4, p. 523-527, 1994.

LINDQUIST, J.L.; MORTENSEN, D.A.; JOHNSON, B.E. Mechanisms of corn tolerance and velvetleaf suppressive ability. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, n. 6, p. 787-792, 1998.

LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; NOVO, M.C.S.S.; CARVALHO, S.J.P.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Crescimento e competitividade de biótipos de capim-colchão resistente e suscetível aos herbicidas inibidores da acetil coenzima A carboxilase. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 1, p. 1-8, 2007.

MARTINS, D. Interferência de capim-marmelada na cultura da soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 12, n. 2, p. 93-99, 1994.

McGILCHRIST, C.A.; TRENBATH, B.R. A revised analysis of plant competition experiments. **Biometrics**, Washington, v. 27, n. 3, p. 659-671, 1971.

MONQUERO, P.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Dinâmica do banco de sementes em áreas com aplicação freqüente do herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa - MG, v.21, n.1, p.63-69, 2003.

MONQUERO, P.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; OSUNA, M.D.; DE PRADRO, R.A. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. **Planta Daninha**, Viçosa - MG, v. 22, n. 3, p. 445-451, 2004.

OLIVER, L.R.; FRANS, R.E.; TALBERT, R.E. Field competition between tall morningglory and soybean. I. Growth analysis. **Weed Science**, Champaign, v. 24, n.5, p. 482-488, 1976.

PASSINI, T.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; YADA, I.F.U. Competitivity of the common-bean plant relative to the weed alexandergrass [*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch.]. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 259-268, 2003.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n.129, p.16-27, 1985.

RADOSEVICH, S.R. Methods to study interactions among crops and weeds. **Weed Technology**, Champaign, v. 1, n.3, p. 190-198, 1987.

_____. Physiological aspects of competition. In: RADOSEVICH, S.; HOLT, J.S.; GHERSA, C. (Ed.). **Weed ecology**: implications for vegetation management. 2nd ed. New York: John Willey, 1997. p. 217-301.

RIZZARDI, M.A.; ROMAN, E.S.; BOROWSKI, D.Z.; MARCON, R. Interferência de populações de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea ramosissima* isoladas ou em misturas sobre a cultura de soja. **Planta Daninha**, Viçosa - MG, v. 22, n. 1, p. 29-34, 2004

SHAW, D.R.; RANKINS Jr., A.; RUSCOE, J.T. Sicklepod (*Senna obtusifolia*) interference with soybean (*Glycine max*) cultivars following herbicide treatments. **Weed Technology**, Lawrence, v. 11, n. 3, p. 510-514, 1997.

SHURTLEFF, J. L.; COBLE, H. D. Interference of certain broadleaf weed species in soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, v. 33, n.5, p. 654-657, 1985.

SILVA, A.A.; JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L.R. Manejo de plantas daninhas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A.A.; AGNES, E.L. (Ed.). **Manejo integrado**: integração lavoura-pecuária. Viçosa: UFV, 2004. p. 117-170.

SPADOTTO, C.A.; MARCONDES, D.A.S.; LUIZ, A.J.B.; SILVA, C.A.R. Determinação do período crítico para prevenção da interferência de plantas daninhas na cultura da soja: uso do modelo "broken-stick". **Planta Daninha**, Viçosa - MG, v. 12, n. 2, p. 59-62, 1994.

SPADOTTO, C.A.; MARCONDES, D.A.S.; SILVA, C.A.R.; DAMASCENO, S. Avaliação de parâmetros para o monitoramento da interferência de plantas daninhas na cultura da soja (*Glycine max* L.). **Planta Daninha**, Viçosa - MG, v. 10, n. 1/2, p. 33-38, 1992.

VAN ACKER, R.A.; LUTMAN, P.J.W.; FROUDWILLIAMS, R.J. Additive infestation model (AIM) analysis for the study of two-weed species interference. **Weed Research**, Oxford, v. 38, n. 4, p. 275-281, 1998.

VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P.; BRIGHENTI, A.A.; ADEGAS, F.S. Competição relativa de espécies de plantas daninhas com dois cultivares de soja. **Planta Daninha**, Viçosa - MG, v. 20, n. 1, p. 17-24, 2002.

YOUNG, B.G.; KNEPP, A.W.; WAX, L.M.; HART, S.E. Glyphosate translocation in common lambsquarters (*Chenopodium album*) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) in response to ammonium sulfate. **Weed Science**, Lawrence, v. 51, n. 2, p. 151-156, 2003.

4 RESPOSTA BIOLÓGICA DE TRAPOERABA (*Commelina benghalensis* L.) E DE CAPIM-MARMELADA [*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch.] A APLICAÇÕES DE GLYPHOSATE EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS

Resumo

O glyphosate é um herbicida extensivamente utilizado no controle de plantas daninhas devido principalmente ao amplo espectro de ação nas diferentes espécies de plantas daninhas. Todavia, algumas espécies de plantas daninhas apresentam maiores níveis de tolerância a sua ação nas doses normalmente recomendadas, como por exemplo, a planta daninha trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.). A eficácia do herbicida glyphosate aplicado em condições de pós-emergência desta planta daninha depende, sobretudo, da interação entre as doses aplicadas do produto e do estágio fenológico de desenvolvimento da planta daninha. Mesmo em espécies de alta suscetibilidade ao herbicida glyphosate, como por exemplo, o capim-marmelada [*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch.], pode ocorrer interações significativas entre dose do herbicida e estágio fenológico da planta daninha. Sendo assim, esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar a resposta biológica da *C. benghalensis* e da *B. plantaginea* a aplicações de diferentes doses do herbicida glyphosate em seis estádios fenológicos, ajustando-as aos modelos tradicionais e a funções de duas variáveis. Para tanto, dois experimentos (espécies) foram conduzidos, cujos tratamentos resultaram de esquema do tipo fatorial 9 x 6, em que nove foram as doses de glyphosate e seis foram os estádios fenológicos das plantas daninhas, ajustados à escala BBCH. Avaliaram-se o controle e a massa seca residual que, posteriormente, foram ajustados a modelos tradicionais de curvas de dose-resposta, do tipo log-logístico, ou a modelos mais complexos, do tipo tridimensional. O grau de desenvolvimento fenológico das plantas de trapoeraba comprometeu o controle a ser obtido, ou seja, melhores controles foram obtidos com a aplicação de glyphosate sobre plantas em estádios iniciais de desenvolvimento. Quando em análise conjunta, a trapoeraba foi mais tolerante ao herbicida que o capim-marmelada. Houve ajuste dos dados a modelos tridimensionais, correlacionando estágio fenológico, dose e controle, contudo novas estimativas devem ser realizadas, sobretudo com a inclusão de doses mais elevadas de glyphosate.

Palavras-chave: Dose-resposta; Modelos matemáticos; Controle; Massa residual

Abstract

Biological response of Bengal dayflower (*Commelina benghalensis* L.) and alexandergrass [*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch.] to glyphosate application in different phenologic stages

Glyphosate is a herbicide extensively applied on the weed control mainly due to its broad spectrum on different weed species. However, some weed species present higher level of tolerance to glyphosate action such as the weed Bengal dayflower (*Commelina benghalensis* L.). The efficacy of glyphosate sprayed in post emergence of this weed species depends upon the interaction of the rates sprayed of the product and of the weed phenological stage. Even in the species of high susceptibility to glyphosate, such as alexandergrass [*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch.], it may occur significant interactions between rate of the herbicide and phenological stage of the weed. Therefore, this research was developed with the objective of evaluating the biological response of *C. benghalensis* and *B. plantaginea* to applications of different rates of the herbicide glyphosate on six phenological stages, adjusting data to traditional rate-response models and to functions of two variables. For that, two experiments (species) were carried out, which treatments resulted of factorial scheme 9 x 6, where nine were the glyphosate rates and six were the weed phenological stages, adjusted to BBCH scale. Control and residual dry mass were evaluated and then fitted to traditional dose-response curves, log-logistic; or to more complex models, tridimensional shaped. The development of Bengal dayflower plant affected the control level, i.e., better results were obtained with glyphosate applications on younger plants. When in jointed analysis, Bengal dayflower was more tolerant than alexandergrass to the herbicide. Data were adjusted to tridimensional models, correlating phenologic stage, rate and control, although new estimative must be achieved, mainly including higher doses of glyphosate.

Keywords: Dose-response; Mathematical models; Control; Residual mass

4.1 Introdução

Atualmente, o glyphosate é o herbicida mais utilizado no controle de plantas daninhas no Brasil e no mundo, totalizando cerca de 12% das vendas globais de herbicidas e apresentando mais de 150 marcas comerciais. Por se tratar de um herbicida com custo relativamente baixo, alta eficácia, amplo espectro de controle, baixa toxicidade e de curta persistência no ambiente, o seu uso tem aumentado a cada ano (GALLI; MONTEZUMA, 2005). Outro fator que tem contribuído para maior utilização do

glyphosate é a expansão das áreas cultivadas com plantas geneticamente modificadas, tolerantes a este herbicida (YOUNG et al., 2003; CHRISTOFFOLETI et al., 2008).

O herbicida glyphosate é derivado do aminoácido glicina e tem como mecanismo de ação a inibição da enolpiruvil-shikimato-fosfato sintetase (EPSPs); enzima responsável por uma das etapas de síntese dos aminoácidos aromáticos triptofano, fenilalanina e tirosina (KRUSE; TREZZI; VIDAL, 2000). Não é seletivo, apresenta ação sistêmica, exceto para culturas geneticamente modificadas resistentes, não apresenta atividade residual no solo, pode ser utilizado no controle de plantas daninhas anuais e perenes; e também para o manejo da vegetação (dessecação) antes da semeadura de culturas anuais, principalmente nas áreas de plantio direto e no manejo de plantas daninhas na linha de culturas perenes (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005).

Em áreas onde o herbicida glyphosate é utilizado com freqüência, populações de *C. benghalensis* (trapoeraba) têm sido selecionadas, devido à tolerância da espécie às aplicações deste herbicida (SANTOS et al., 2001; MONQUERO; CHRISTOFFOLETI, 2003; ROCHA; RODELLA; MARTINS, 2007; WEBSTER; GREY, 2008). Neste sentido, considera-se que o controle eficiente de plantas daninhas com o uso de herbicidas em pós-emergência depende, sobretudo, do estágio de desenvolvimento das plantas alvo (ASKEW; SHAW; STREET, 2000; JOHNSON; HOVERSTAD, 2002).

Assim, o emprego inadequado do herbicida glyphosate para controlar a trapoeraba em seus diferentes estádios fenológicos pode promover gasto desnecessário de capital e energia química (dose demasiadamente elevada aos estádios iniciais) ou mesmo resultar em baixo controle (estádios mais avançados). Assim, para que esse produto seja usado de forma racional, visando aplicação de doses ajustadas aos diferentes estádios fenológicos desta planta daninha, algumas ferramentas de manejo podem ser utilizadas, dentre essas os modelos matemáticos.

Segundo Caixeta Filho (2001), modelos são representações idealizadas para situações do mundo real. Thornley (1976) conceitua os modelos como equações (ou conjunto das mesmas) que podem representar quantitativamente as suposições e hipóteses idealizadas sobre o sistema real. Aris (1994) cita que modelos nada mais são do que equações matemáticas que representam uma série de fenômenos, que podem ser de entidade física, química, biológica, social ou conceitual.

Dentre os modelos matemáticos existentes, diversos autores têm utilizado e recomendado as análises por curvas de dose-resposta para determinar a suscetibilidade ou resistência de plantas daninhas aos herbicidas (STREIBIG; RUDEMO; JENSEN, 1993; FRIENSEN et al. 1993; MADSEN; JENSEN, 1995; PONCHIO, 1997; HALL, STROMME; HORSMAN, 1998).

Em geral, considera-se que o modelo log-logístico apresenta inúmeras vantagens em relação a outros métodos de análise como, por exemplo, parâmetros de simples interpretação biológica. Contudo, a principal delas está relacionada com um dos termos integrantes da equação não linear, que é a estimativa do GR_{50} , facilitando assim a comparação do nível de resistência dos biótipos ou tolerância entre espécies testadas.

O C_{50} ou GR_{50} é a dose do herbicida em $g\ i.a.ha^{-1}$ necessária para proporcionar 50% de controle – ‘C’ ou redução do crescimento ‘GR’ da planta daninha (CHRISTOFFOLETI, 2002; CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2008). Desta forma, o modelo log-logístico pode ser preferencialmente utilizado nas determinações de curvas de dose-resposta de plantas daninhas a herbicidas (SEEFELDT; JENSEN; FUERST, 1995).

Por outro lado, este modelo não contempla a participação do estágio de desenvolvimento da planta daninha no controle a ser obtido; o que, potencialmente, pode ser corrigido por equações que correlacionem dose, estágio fenológico e controle. Assim sendo, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a resposta biológica da trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e do capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) a aplicações de diferentes doses do herbicida glyphosate em seis estádios fenológicos, ajustando-as aos modelos tradicionais e a funções de duas variáveis.

4.2 Material e métodos

Dois experimentos foram desenvolvidos em casa-de-vegetação do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, em Piracicaba – SP – Brasil (22° 42' 30" latitude sul, 47° 38' 00" longitude oeste e 546 m de altitude), no período compreendido entre Janeiro e Julho de 2008. As espécies estudadas (experimentos) foram a trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) e

o capim-marmelada [*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch.]. A segunda espécie foi estudada devido a sua elevada suscetibilidade ao glyphosate (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005), o que auxilia na quantificação da resposta biológica da trapoeraba.

As sementes das plantas daninhas foram obtidas junto a Cosmos Agrícola Produção e Serviços Ltda. (Shokucho), empresa produtora de sementes de plantas daninhas. Estas foram acondicionadas em saco de papel, em local seco, à temperatura ambiente, até a instalação do experimento. Inicialmente, as sementes foram colocadas para germinar em caixas plásticas, com capacidade para 2 L, preenchidas com substrato comercial Plantimax[®] (turfa + vermiculita + casca de pinus) e acondicionadas em câmara de germinação tipo BOD, regulada à temperatura de 25°C e 14 horas de luz.

Após germinação e emergência, quatro plântulas de trapoeraba ou capim-marmelada foram transplantadas para cada parcela quando apresentaram a primeira folha verdadeira, ou seja, 10 na escala BBCH (HESS et al., 1997). As parcelas experimentais constaram de vasos plásticos com capacidade para 1,5 L, também preenchidos com substrato comercial (Plantmax[®]), devidamente fertilizados com 100 mg de N, P₂O₅ e K₂O.

O delineamento experimental adotado foi do tipo inteiramente ao acaso com quatro repetições. Para cada experimento (espécie), os tratamentos resultaram de esquema de tratamentos do tipo fatorial 9 x 6, em que nove foram as doses de glyphosate e seis foram os estádios fenológicos das plantas daninhas, ajustados à escala BBCH, discutida por Hess et al. (1997).

Para a trapoeraba, os estádios fenológicos das aplicações foram: primeira folha verdadeira – BBCH 10; duas folhas verdadeiras – BBCH 12; quatro folhas – BBCH 14; seis folhas e cinco ramos laterais – BBCH 25; oito folhas e sete ramos laterais – BBCH 34; e dez folhas e doze ramos laterais (florescimento) – BBCH 51. Para o capim-marmelada, os estádios fenológicos foram: primeira folha verdadeira – BBCH 10; três folhas verdadeiras – BBCH 13; três folhas e três perfilhos – BBCH 23; três folhas e seis perfilhos – BBCH 26; cinco folhas e nove perfilhos – BBCH 33; e início de florescimento, com vinte perfilhos – BBCH 51. Os estádios fenológicos foram definidos quando 50% + 1 das plantas apresentaram determinada característica de desenvolvimento.

Sendo D a dose recomendada do glyphosate (360 g ha^{-1}) para capim-marmelada, os níveis do fator herbicida (doses), para ambos os experimentos, foram: 8D, 4D, 2D, D, 1/2D, 1/4D, 1/8D, 1/16D e ausência do herbicida, o que equivale a 2880, 1440, 720, 360, 180, 90, 45, 22,5 e 0 g i.a. ha^{-1} . Todas as aplicações de glyphosate foram realizadas em câmara de aplicação, utilizando um bico de pulverização tipo leque, com jato plano, modelo XR 80.02, calibrado para volume de calda correspondente a 200 L ha^{-1} . Após a aplicação, os vasos foram acondicionados em casa-de-vegetação, sem irrigação por 24 horas, para garantir a absorção do herbicida e, após esse período, irrigados diariamente para manter a umidade do substrato próxima à capacidade de campo.

Avaliaram-se o controle percentual e a massa seca residual aos 28 dias após a aplicação (DAA). Para tanto, foi atribuído 0% no caso da ausência de sintomas causados pelo herbicida e 100% para a morte das plantas. A massa seca foi obtida a partir da colheita do material vegetal remanescente da parte aérea das plantas nas parcelas, com posterior secagem em estufa a 70°C por 96h. A massa seca foi corrigida para valores percentuais por meio da comparação da massa obtida nos tratamentos herbicidas com a massa da testemunha, considerada 100%.

4.2.1 Análise Estatística

Inicialmente, para cada experimento, os dados foram submetidos à análise da variância com aplicação do teste F. Em cada estágio fenológico, as doses de glyphosate foram ajustadas a modelos de regressão não lineares do tipo log-logístico. A variável controle foi ajustada ao modelo proposto por Streibig (1988), (eq. 2);

$$y = \frac{a}{\left[1 + \left(\frac{x}{b}\right)^c\right]} \quad (2)$$

Em que: y = porcentagem de controle; x = dose do herbicida; e a , b e c = parâmetros da curva, de modo que a é a diferença entre o ponto máximo e mínimo da curva, b é a dose que proporciona 50% de resposta da variável e c é a declividade da curva.

Para a variável massa seca residual, adotou-se o modelo proposto por Seefeldt, Jensen e Fuerst (1995), (eq. 3);

$$y = Pmín + \frac{a}{\left[1 + \left(\frac{x}{b}\right)^c\right]} \quad (3)$$

Em que: y = porcentagem residual da massa seca; x = dose do herbicida; e $Pmín$, a , b e c = parâmetros da curva, de modo que $Pmín$ é o limite inferior da curva (ponto mínimo), a é a diferença entre o ponto máximo e mínimo da curva, b é a dose que proporciona 50% de resposta da variável e c é a declividade da curva.

Em teoria, o controle de determinada planta daninha é função da dose e do estágio de desenvolvimento desta (eq. 4).

$$Controle = f(EF; dose) \quad (4)$$

Em que, EF = estágio de fenológico. Assim, na ocorrência da interação significativa de dose e estágio fenológico, estudou-se ajuste dos dados a regressões que contemplassem as duas variáveis simultaneamente.

Para ajuste das duas variáveis, houve necessidade de definir um eixo quantitativo para o desenvolvimento vegetal (y). Assim sendo, conforme já mencionado, no momento de cada aplicação, avaliou-se o estágio fenológico segundo a escala BBCH e o tempo decorrido em dias após semeadura (DAS). Adicionalmente, quatro parcelas sobressalentes foram colhidas, possibilitando a quantificação da massa seca ($g \text{ planta}^{-1}$) e área foliar ($cm^2 \text{ planta}^{-1}$) das plantas no momento das aplicações.

4.3 Resultados e discussão

Em ambos os experimentos, a aplicação do teste F na análise da variância indicou a significância (1%) da interação dose x estágio fenológico para as duas

variáveis avaliadas (controle e massa), o que justificou a decomposição da interação com a análise de curvas de dose-resposta em cada estágio separadamente (Tabela 8).

A aplicação de diferentes doses de glyphosate em plantas de trapoeraba em estágio de uma folha desenvolvida resultou em controle adequado, com níveis de 100% já para a dose de 180 g ha⁻¹ de glyphosate (Figura 8). Notadamente, à medida que se observou o desenvolvimento das plantas teve-se redução dos níveis de controle. Para plantas com quatro folhas, por exemplo, o controle de 100% somente foi obtido com a aplicação de 2880 g i.a. ha⁻¹ (Figura 8). Nos estágios superiores a quatro folhas, não houve controle considerado satisfatório, ou seja, igual ou superior a 80%, culminando na ausência controle para plantas em florescimento, com intoxicação máxima de cerca de 10% (sem ajuste gráfico).

Tabela 8 – Resumo do quadro da análise da variância para plantas de *Commelina benghalensis* e *Brachiaria plantaginea* submetidas à aplicação de diferentes doses do herbicida glyphosate em seis estádios fenológicos (EF), para as variáveis controle percentual e massa seca residual (%) aos 28 DAA. Piracicaba - SP, 2008

FV	GL	SQ	QM	F
<i>Commelina benghalensis</i> – Controle Percentual aos 28 DAA				
Doses ⁽¹⁾	8	142808,17	17851,02	5609,83*
EF ⁽²⁾	5	96158,83	19231,77	6043,74*
Doses x EF ⁽³⁾	40	70536,00	1763,40	554,16*
Resíduo	162	515,50	3,18	--
Total	215	310018,50	--	--
CV (%)	5,47	--	--	--
<i>Commelina benghalensis</i> – Massa Seca Residual (%)				
Doses ⁽¹⁾	8	120253,72	15031,71	136,59*
EF ⁽²⁾	5	69830,46	13966,09	126,92*
Doses x EF ⁽³⁾	40	77128,69	1928,22	17,52*
Resíduo	162	17826,87	110,04	--
Total	215	285039,74	--	--
CV (%)	18,36	--	--	--
<i>Brachiaria plantaginea</i> – Controle Percentual aos 28 DAA				
Doses ⁽¹⁾	8	385693,20	48211,65	27943,78*
EF ⁽²⁾	5	1007,48	201,49	116,79*
Doses x EF ⁽³⁾	40	4297,52	107,44	62,27*
Resíduo	162	279,50	1,73	--
Total	215	391277,70	--	--
CV (%)	2,12	--	--	--
<i>Brachiaria plantaginea</i> – Massa Seca Residual (%)				
Doses ⁽¹⁾	8	15067,34	1883,42	356,586*
EF ⁽²⁾	5	55732,85	11146,57	2110,369*
Doses x EF ⁽³⁾	40	10594,39	264,86	50,146*
Resíduo	162	855,65	5,28	--
Total	215	82250,23	--	--
CV (%)	14,35	--	--	--

(1) Doses crescentes de glyphosate, (2) Estádios fenológicos, (3) Interação de doses de glyphosate com os estádios fenológicos.* Teste F significativo a 1% de probabilidade.

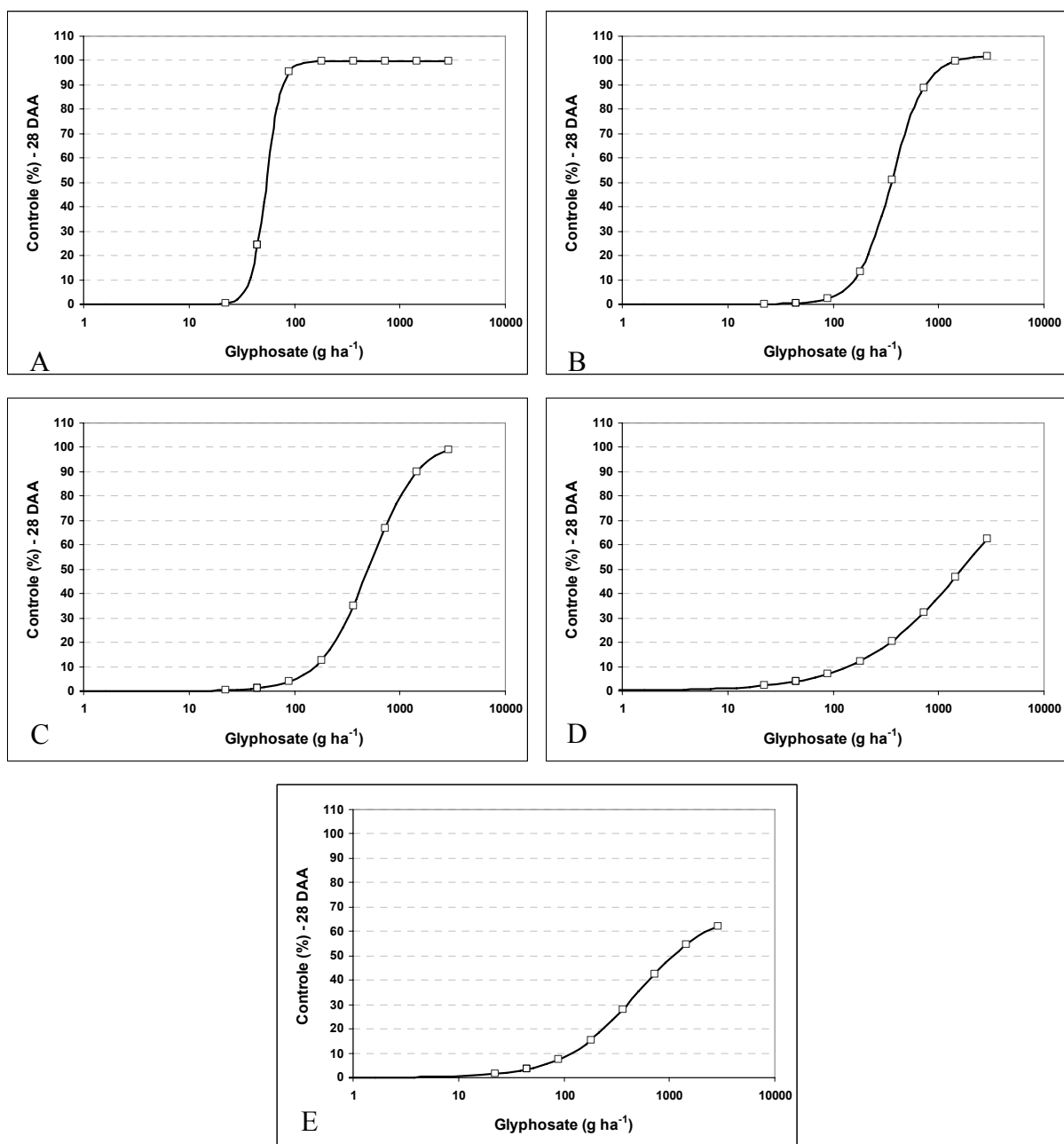


Figura 8 – Controle (%) de *Commelina benghalensis* submetida a diferentes doses de glyphosate, em cinco estádios fenológicos, avaliado aos 28 dias após aplicação (DAA). A – Uma folha; B – Duas folhas; C – Quatro folhas; D – Seis folhas e cinco ramos laterais; E – Oito folhas e sete ramos laterais. Piracicaba – SP, 2008

A variável massa seca da trapoeraba após aplicação de glyphosate está em concordância com a discussão anterior. Também para esta variável, os resultados mais favoráveis (maior redução de massa) foram obtidos nos estádios iniciais de desenvolvimento das plantas. Para estádios de maior desenvolvimento, observou-se manutenção de maior massa residual, de forma que para florescimento também não se observou ajuste dos dados ao modelo logístico, de onde se concluiu que a dose de 2880 g i.a. ha⁻¹ não foi suficiente para promover ao menos 50% de redução de massa (Figura 9).

No experimento com capim-marmelada, em oposição aos resultados de trapoeraba, observou-se constância de controle nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta daninha. Em concordância com Rodrigues e Almeida (2005), a aplicação da dose recomendada de glyphosate (360 g ha⁻¹) resultou em controle satisfatório, próximo de 100%, em todos os estádios fenológicos, inclusive em condição de florescimento (Figura 10).

A variável massa seca residual de capim-marmelada está em concordância com os resultados de controle, sobretudo para os três estádios iniciais. Por outro lado, a aplicação de glyphosate em plantas com três folhas e seis perfilhos, ou mais desenvolvidas, não resultou em nulidade de massa seca. Vale destacar que este resultado não se deve à falha de controle, mas sim a ausência de tempo hábil para que ocorresse a degradação do material vegetal previamente formado. Assim sendo, detectou-se massa residual, porém o controle foi considerado excelente (Figura 11).

Em pesquisa conduzida por Fleck et al. (2008) com o objetivo de quantificar a influência da época de aplicação do herbicida clethodim no controle da planta daninha papuã (*B. plantaginea*) na cultura da soja, concluiu que uma única aplicação do herbicida clethodim na dose recomendada ou em dose reduzida, realizada entre os estádios V1 e V6 da soja, mantém controle completo de papuã (*B. plantaginea*), mesmo com nove perfilhos, sem afetar a produtividade de grãos da cultura.

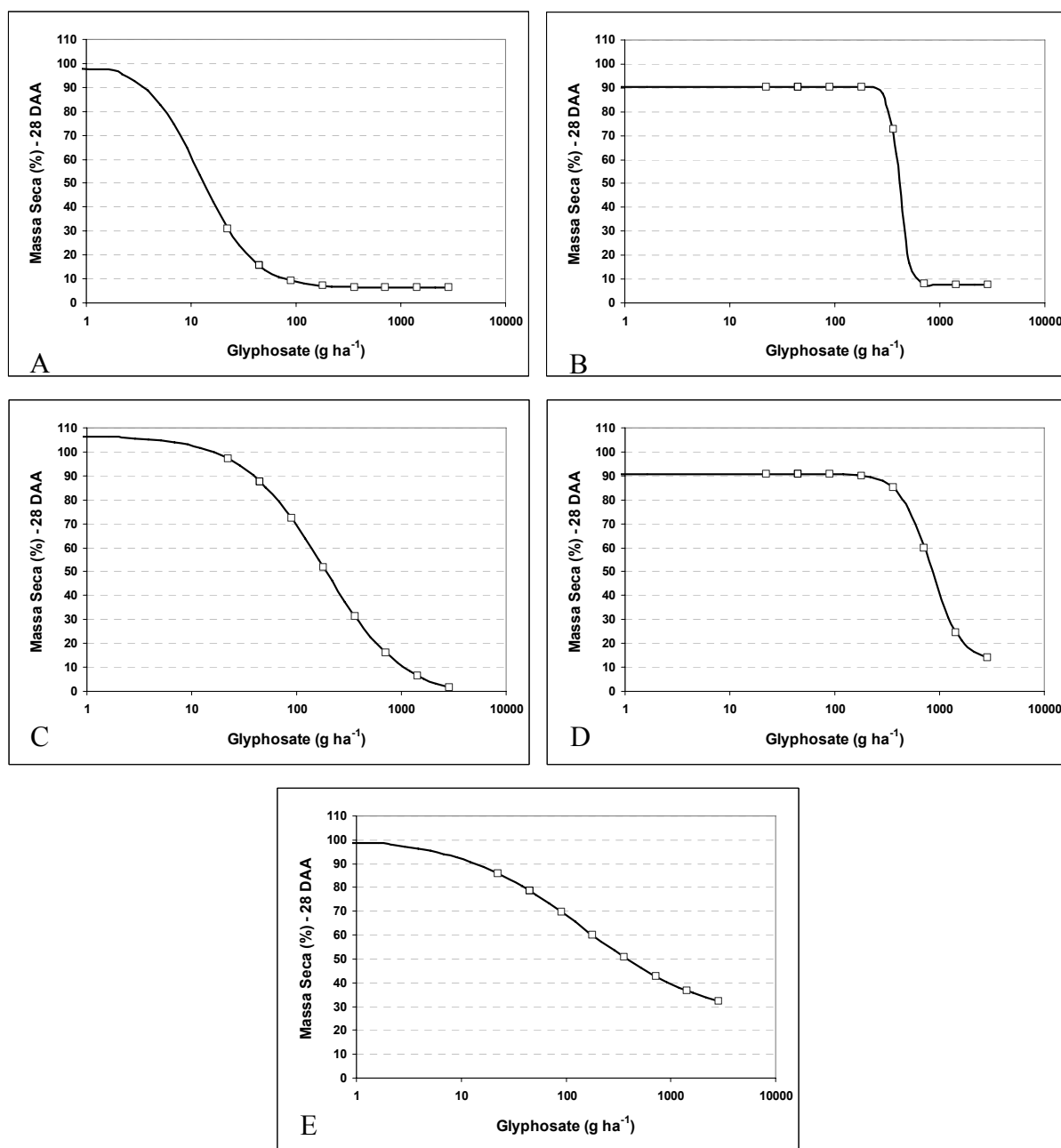


Figura 9 – Massa seca residual (%) de *Commelina benghalensis* submetida a diferentes doses de glyphosate, em cinco estádios fenológicos, avaliada aos 28 dias após aplicação (DAA). A – Uma folha; B – Duas folhas; C – Quatro folhas; D – Seis folhas e cinco ramos laterais; E – Oito folhas e sete ramos laterais. Piracicaba – SP, 2008

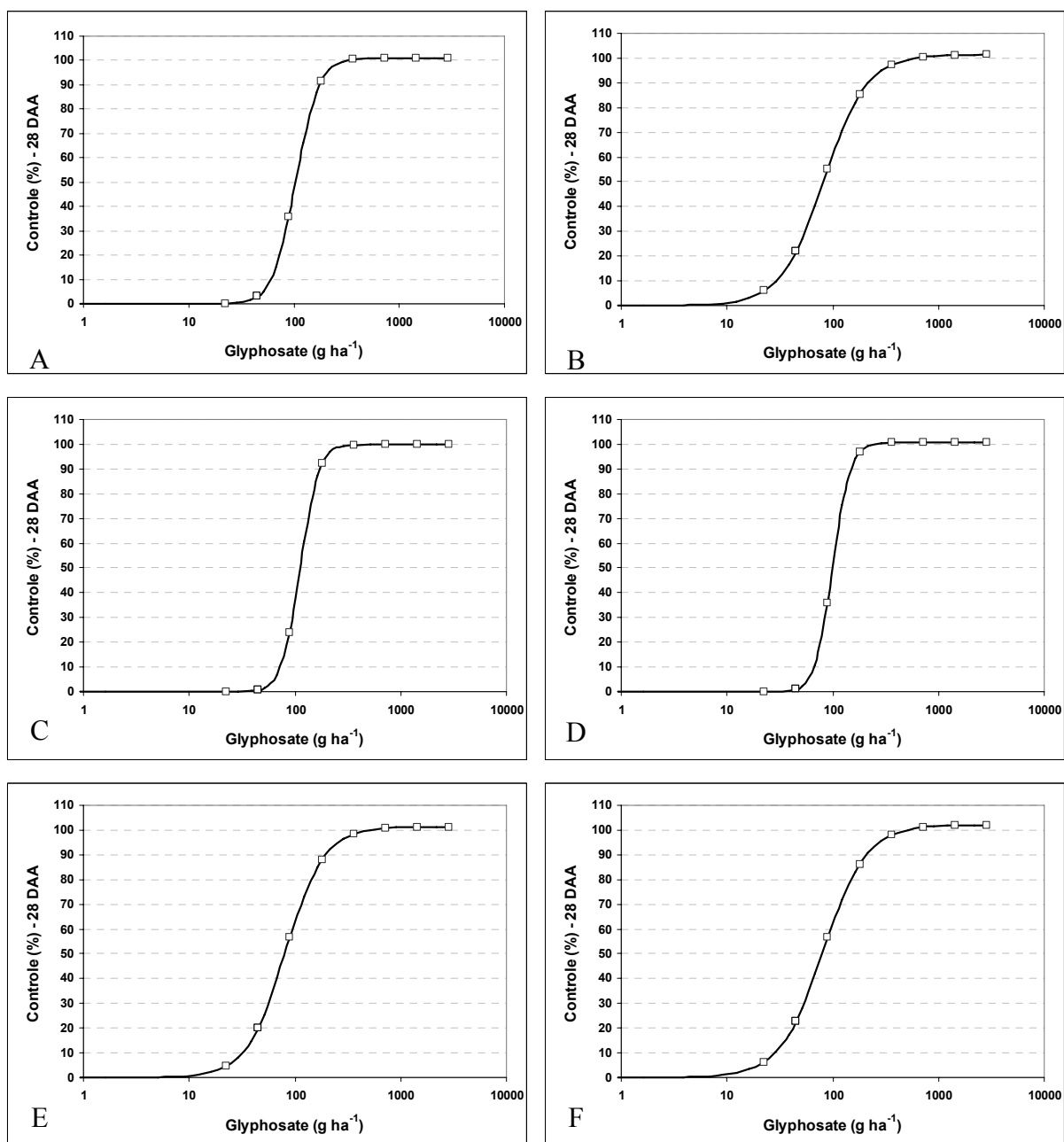


Figura 10 – Controle (%) de *Brachiaria plantaginea* submetida a diferentes doses de glyphosate, em seis estádios fenológicos, avaliado aos 28 dias após aplicação (DAA). A – Uma folha; B – Três folhas; C – Três folhas e três perfilhos; D – Três folhas e seis perfilhos; E – Cinco folhas e nove perfilhos; F – Seis folhas e 20 perfilhos. Piracicaba – SP, 2008

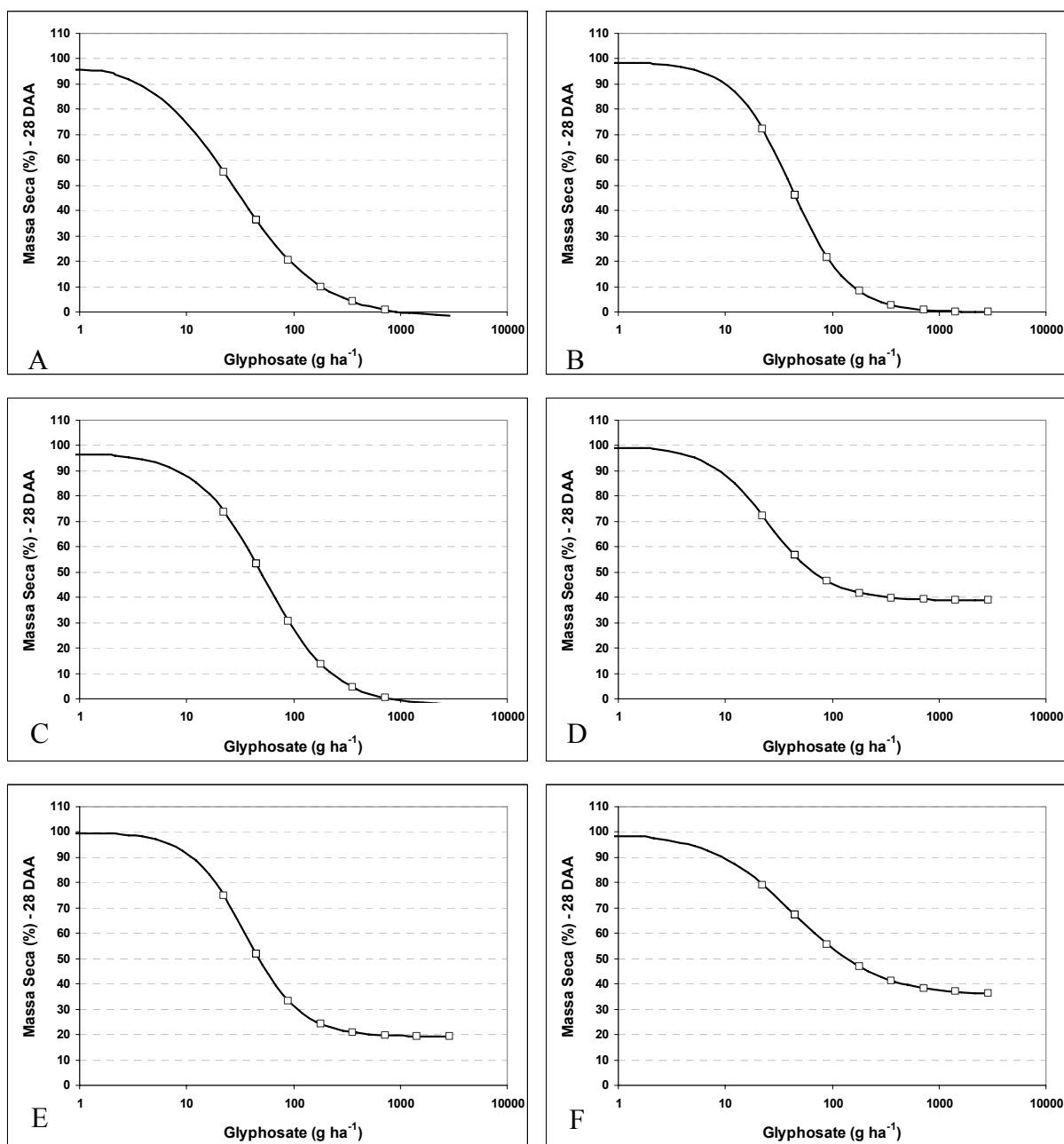


Figura 11 – Massa seca residual (%) de *Brachiaria plantaginea* submetida a diferentes doses de glyphosate, em seis estádios fenológicos, avaliada aos 28 dias após aplicação (DAA). A – Uma folha; B – Três folhas; C – Três folhas e três perfilhos; D – Três folhas e seis perfilhos; E – Cinco folhas e nove perfilhos; F – Seis folhas e 20 perfilhos. Piracicaba – SP, 2008

Na Tabela 9 pode-se observar que os valores do parâmetro GR_{50} obtidos para *B. plantaginea*, tanto para a variável controle percentual como para massa seca residual, aos 28 DAA e em todos os estádios fenológicos foram inferiores a 180 g ha^{-1} . O maior GR_{50} obtido foi para a variável massa seca residual do estágio fenológico de 6F + 20P, com o valor de $135,031 \text{ g ha}^{-1}$. Isso significa que é necessária uma dose de 135 g ha^{-1} de glyphosate herbicida para proporcionar 50% de redução de massa. Para *Commelina benghalensis* o maior valor de GR_{50} obtido foi para a variável controle percentual no estágio fenológico de 6F + 5R, igual a $1658,924 \text{ g i.a. ha}^{-1}$. Vale destacar que, quando em florescimento, a aplicação de 2880 g ha^{-1} de glyphosate resultou em intoxicações de apenas 10%, o que permite supor que o GR_{50} da trapoeraba neste estágio é superior a 2880 g ha^{-1} .

A análise conjunta dos valores de GR_{50} permite concluir que a trapoeraba é mais tolerante a aplicações de glyphosate que o capim-marmelada (Tabela 9). Ao estudar a absorção, translocação e metabolismo do glyphosate em plantas daninhas, Monquero et al. (2004) encontraram o metabólito ácido aminometilfosfônico (AMPA) em plantas de trapoeraba, evidência de que a espécie é capaz de converter a molécula de glyphosate a compostos menos tóxicos. Concluíram que a absorção diferencial e o metabolismo do glyphosate são os mecanismos envolvidos na maior tolerância da espécie ao herbicida.

Lacerda (2003) com o objetivo de avaliar o controle de plantas daninhas de difícil controle pelo uso da aplicação de diferentes doses de glyphosate (0, 720, 960; 1200, 1440, 1680, 1920 g i.a. ha^{-1}), constatou que para a espécie *Commelina benghalensis* foi difícil determinar qual a dose que proporcionaria um controle satisfatório para esta espécie, pois as doses utilizadas não foram suficientes para atingir os níveis de 50% de controle na câmara de crescimento.

Rocha et al. (2007) aplicando glyphosate isolado ($960 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) em plantas de trapoeraba com mais de 4 folhas observou que a dose aplicada não foi capaz de inibir completamente o desenvolvimento das plantas de *C. benghalensis* apresentando um controle visual de 23,7% aos 28 DAA (dias após a aplicação) e que o único sintoma visualizado decorrente da aplicação de glyphosate, foi o amarelecimento de folhas, sendo tardiamente observado. Monquero, Cury e Christoffoleti (2005) também

constataram que plantas de *C. benghalensis* em pré-florescimento foram tolerantes à aplicação de glyphosate.

Tabela 9 – Parâmetros do modelo logístico, coeficiente de determinação (R^2), teste F, e GR_{50} para plantas de *Commelina benghalensis* e *Brachiaria plantaginea* submetidas a aplicação de diferentes doses do herbicida glyphosate, em seis estádios fenológicos (EF). Piracicaba - SP, 2008

EF ¹	Parâmetros - Modelo Logístico ²				R^2	F	GR_{50}
	Pmín	a	b	c			
<i>Commelina benghalensis</i> – Controle Percentual aos 28 DAA³							
1F	--	99,841	54,066	-6,110	0,987	301,005	54,094
2F	--	102,254	360,530	-2,710	0,982	215,253	354,711
4F	--	103,254	518,254	-1,858	0,984	249,006	500,962
6F+5R	--	105,117	1856,175	-0,867	0,992	361,775	1658,924
8F+7R	--	69,385	499,064	-1,230	0,987	236,769	1078,402
10F+12R	--	sem ajuste					
<i>Commelina benghalensis</i> – Massa Seca Residual (%)							
1F	6,237	94,104	12,217	1,699	0,995	374,323	13,267
2F	7,485	82,921	412,584	9,462	0,985	109,075	410,370
4F	-3,232	110,066	179,526	1,123	0,956	52,692	190,304
6F+5R	12,241	78,605	829,585	3,038	0,974	62,332	851,325
8F+7R	25,067	76,097	144,142	0,747	0,977	71,020	377,124
10F+12R	--	sem ajuste					
<i>Brachiaria plantaginea</i> – Controle Percentual aos 28 DAA²							
1F	--	101,006	104,075	-4,108	0,983	178,887	103,571
3F	--	101,403	82,560	-2,128	0,998	1397,477	81,492
3F+3P	--	99,809	112,052	-5,257	0,999	3844,514	112,134
3F+6P	--	100,678	100,031	-5,592	0,993	461,938	99,790
5F+9P	--	101,261	81,382	-2,375	0,997	877,611	80,533
6F+20P	--	102,039	80,967	-2,116	0,989	270,759	79,452
<i>Brachiaria plantaginea</i> – Massa Seca Residual (%)							
1F	-2,207	101,993	28,250	1,077	0,994	299,648	27,032
3F	-0,188	98,941	41,583	1,630	0,990	160,104	40,850
3F+3P	-2,555	99,722	53,725	1,360	0,973	60,129	49,617
3F+6P	38,873	61,056	25,339	1,545	0,998	996,215	66,969
5F+9P	19,212	80,713	35,832	1,693	0,999	1270,891	47,671
6F+20P	35,525	64,288	44,138	1,105	0,994	267,032	135,031

¹ F – folha, R – ramo, P – perfilho; ² Controle – Modelo: $y = (a/(1+(x/b)^c))$; Massa Seca – Modelo: $y = Pmín + (a/(1+(x/b)^c))$; ³ DAA – dias após aplicação.

Visando o ajuste dos dados obtidos a modelos que correlacionassem a variável resposta às doses e estádios fenológicos, promoveu-se a caracterização das plantas no momento das aplicações, focando em eixos quantitativos de desenvolvimento (Tabela 10). No caso de estudo com apenas uma espécie, supõe-se que as quatro possibilidades de eixo poderiam ser ajustadas (BBCH, dias, massa ou área foliar), contudo neste trabalho a obtenção de gráficos semelhantes para ambas as espécies facilita a discussão conjunta dos resultados. Assim sendo, tendo em vista a facilidade de avaliação visual e, principalmente, a amplitude igual obtida neste experimento, optou-se pelo ajuste à escala BBCH de fenologia (Tabela 10).

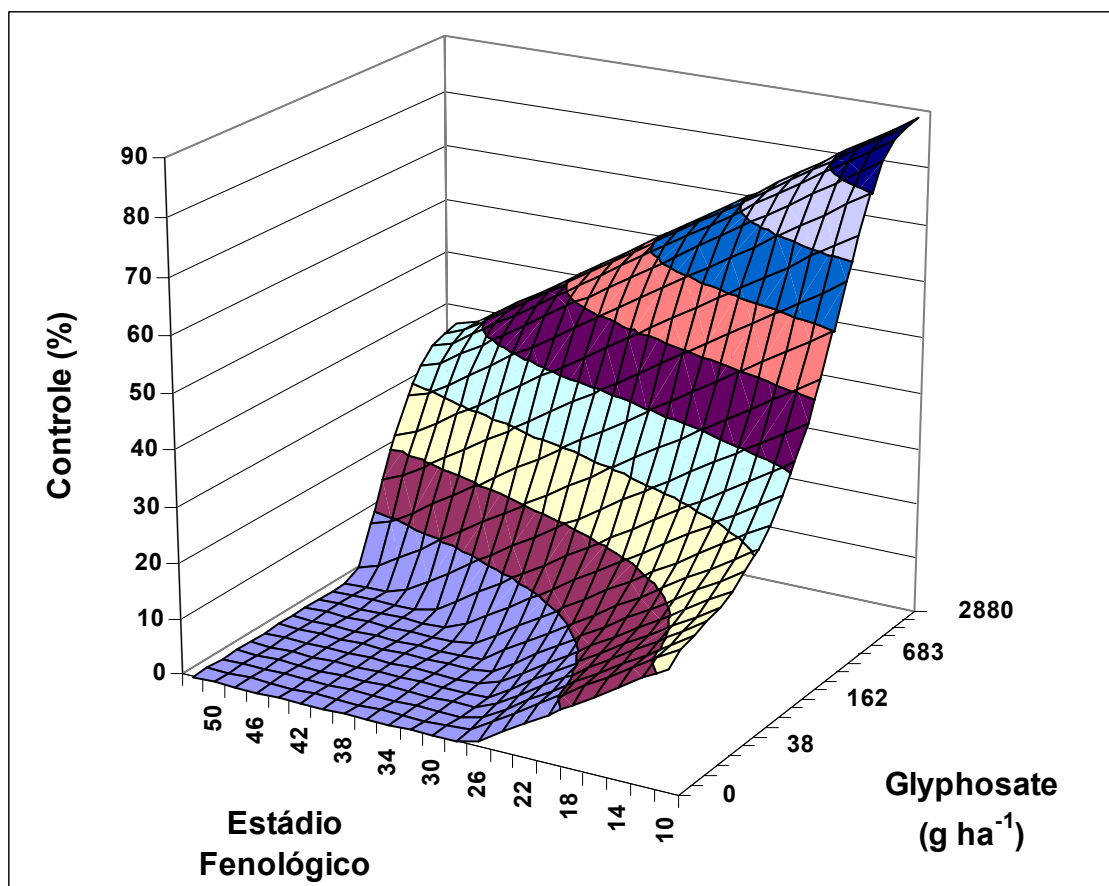
Tabela 10 – Caracterização das plantas de *Commelina benghalensis* e *Brachiaria plantaginea* no momento da aplicação das diferentes doses do herbicida glyphosate, em seis estádios fenológicos. Piracicaba – SP, 2008

Estádio Fenológico (EF)	Escala BBCH ¹	Dias	Massa Seca (g planta ⁻¹)	Área Foliar (cm ² planta ⁻¹)
<i>Commelina benghalensis</i>				
Uma folha	10	14	0,01	0,41
Duas folhas	12	17	0,04	0,55
Quatro folhas	14	23	0,15	14,07
Seis folhas + cinco ramos	25	30	0,28	91,18
Oito folhas + sete ramos	34	38	3,26	305,01
Dez folhas + doze ramos (florescimento)	51	51	5,03	538,89
<i>Brachiaria plantaginea</i>				
Uma folha	10	9	0,01	0,32
Três folhas	13	14	0,12	1,41
Três folhas + três perfilhos	23	22	1,50	24,98
Três folhas + seis perfilhos	26	27	2,16	33,84
Cinco folhas + nove perfilhos	33	41	7,32	107,08
Seis folhas + vinte perfilhos	51	63	14,25	862,63

¹ Hess et al. (1997)

Tendo em vista a hipótese inicial de trabalho, que considerou controle como função de fenologia e dose ($C = f(EF; Dose)$), selecionou-se modelo que atendesse esta hipótese. Não foi possível o ajuste a modelos que mantivessem a característica de log-logístico, de forma que esta parte da equação foi substituída pela curva sigmóide, que mantém aspecto visual similar. Na Figura 12 pode ser observado ajuste obtido para controle percentual da trapoeraba, aos 28 DAA. A aplicação do teste F ao modelo indicou significância da equação, contudo o coeficiente de determinação foi regular. É provável que o menor R^2 obtido seja resultado da ausência de controles satisfatórios resultantes da aplicação de doses de glyphosate no estágio fenológico mais avançado desta espécie.

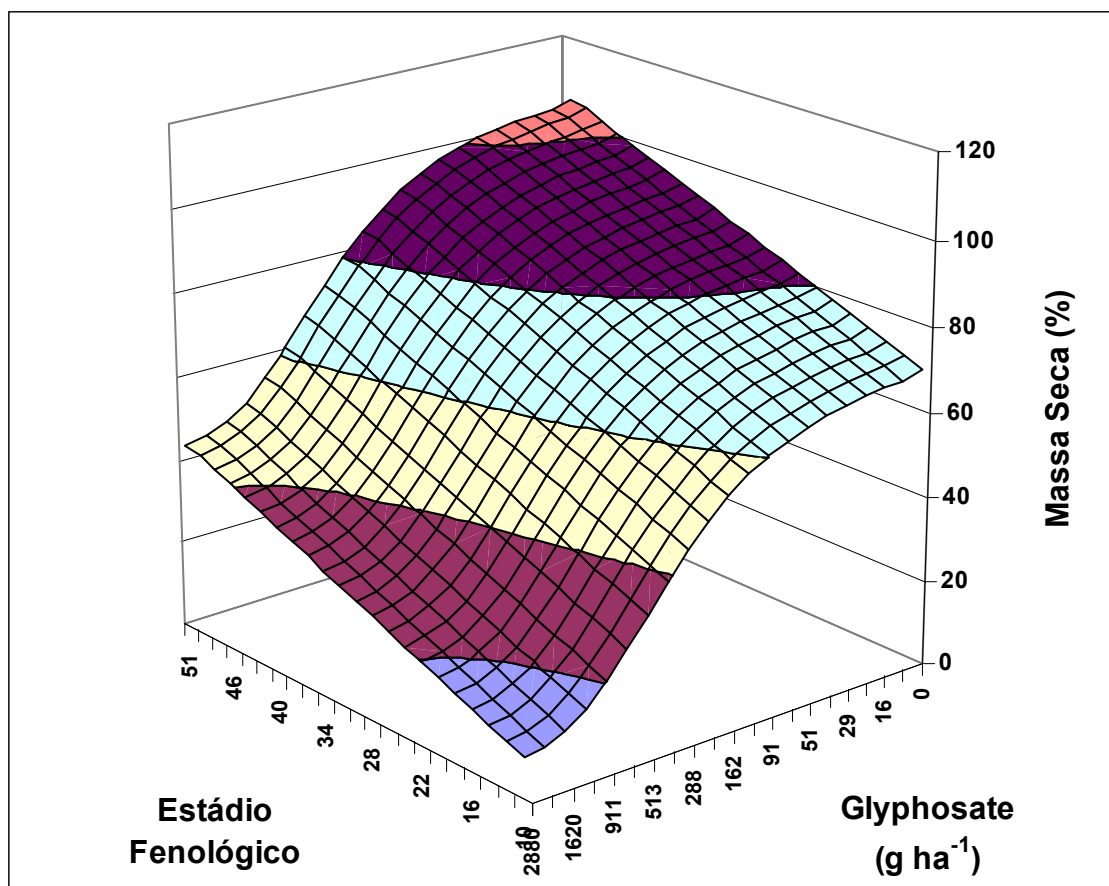
A carência de controles de 100% para todos os estádios permitiu a inclinação da curva para menores controles o que também interferiu no controle mínimo obtido nos estádios iniciais, elevando a diferença entre dados observados e estimados e reduzindo o R^2 . Com relação ao modelo apresentado, os primeiros componentes são resultantes da interferência do estágio fenológico no controle, enquanto a equação entre parênteses diz respeito ao caráter sigmóide do modelo (Figura 12).



$$Z = -1061,087 - 1,262 \cdot y + 1162,255 \cdot \left(\frac{1}{1 + \exp\left(-\frac{x+1206,002}{432,364}\right)} \right)$$

Figura 12 – Ajuste do controle percentual (z) de *Commelina benghalensis* de acordo com a dose de glyphosate aplicada (x) e com o estágio fenológico (Hess et al., 1997) das plantas (y), 28 dias após aplicação. $R^2 = 0,687$. $F_{\text{mod}} = 26,881^*$. Piracicaba - SP, 2008

O ajuste obtido para massa seca residual foi inferior ao obtido para o controle da trapoeraba. Também neste caso houve inclinação da superfície de resposta, provocada pela excessiva massa residual detectada nos estádios mais avançados de desenvolvimento das plantas (Figura 13).



$$Z = 0,552 + 0,861 \cdot y + 12462,654 \cdot \left(\frac{1}{1 + \exp\left(\frac{x+2879,895}{-540,811}\right)} \right)$$

Figura 13 – Ajuste da massa seca residual (z) de *Commelina benghalensis* de acordo com a dose de glyphosate aplicada (x) e com o estágio fenológico (Hess et al., 1997) das plantas (y), 28 dias após aplicação. $R^2 = 0,529$. $F_{\text{mod}} = 13,784^*$. Piracicaba - SP, 2008

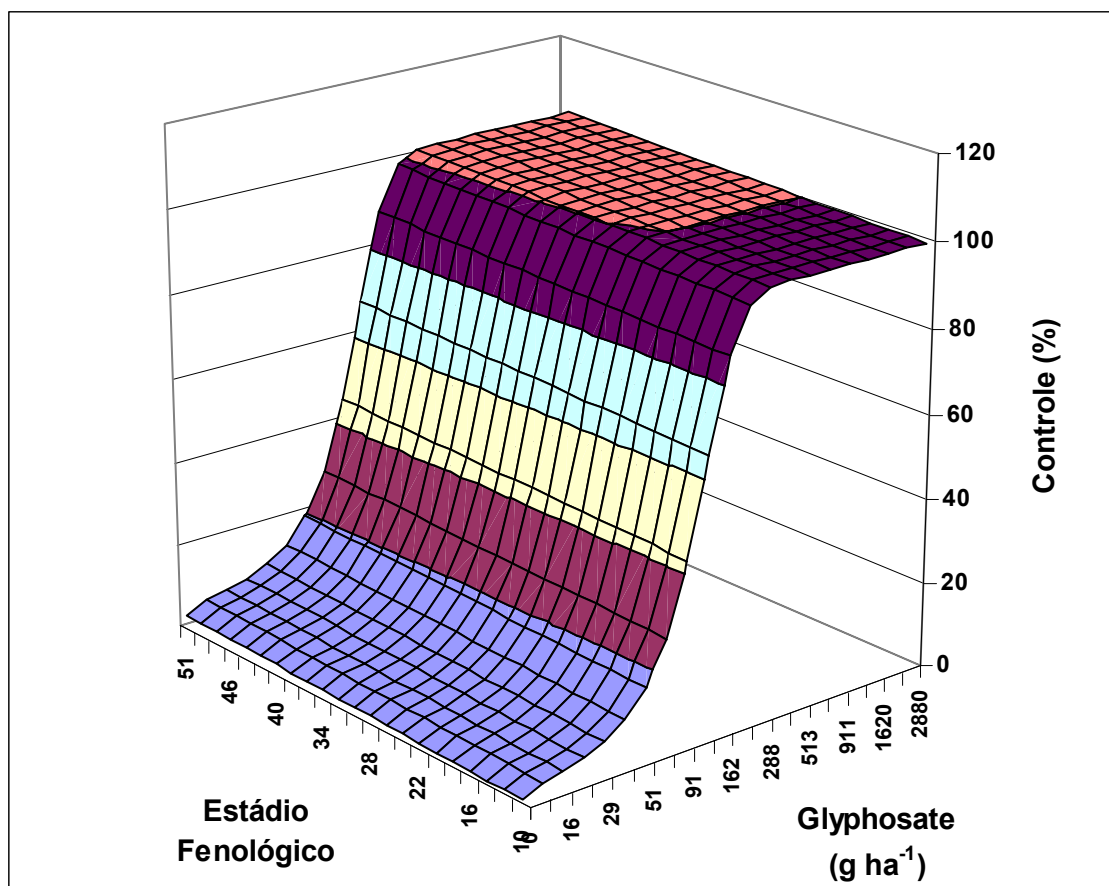
Em geral, há aspectos da Figura 13 que estão em concordância com a análise exclusiva dentro de cada estágio (Figura 9) como, por exemplo, a obtenção de melhores resultados (massa próxima de zero) para aplicação de maiores doses em estádios iniciais de desenvolvimento.

Dentre os conjuntos de dados, melhor ajuste foi identificado para a variável controle percentual do capim-marmelada (Figura 14), com coeficiente de determinação da ordem de 0,954. A elevada simetria das curvas obtidas para cada estágio separadamente (Figura 10) auxilia na explicação do ajuste do modelo tridimensional. Para todos os estádios houve controles de zero e 100%, o que contribui para que a superfície de resposta tenha pontos máximos e mínimos semelhantes em todos os estádios, sem inclinação.

A massa seca residual de capim-marmelada também pode ser ajustada adequadamente ao modelo (Figura 15), contudo com maior imprecisão quando comparada com o ajuste de controle. Também neste caso, em concordância com a discussão apresentada para a trapoeraba, a ocorrência de massa residual pode ter contribuído para alterar a inclinação do modelo no eixo y , ou seja, eixo relacionado com o estágio fenológico das plantas.

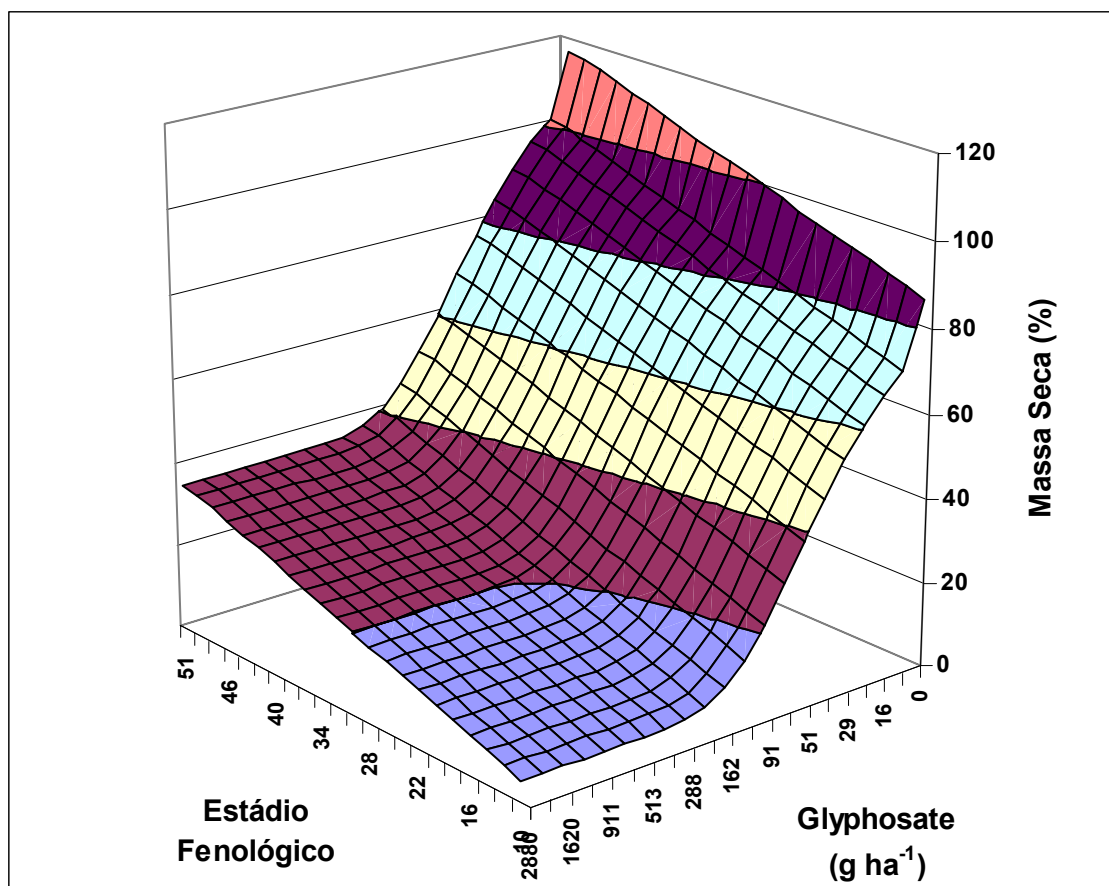
Em geral, o modelo obtido pode contribuir para o melhor controle das espécies de plantas daninhas, pois de forma prática correlaciona as doses de herbicidas com o desenvolvimento das plantas e com as respostas biológicas obtidas. Dentre as variáveis, melhor ajuste foi obtido para o controle percentual, provavelmente por esta variável estar menos relacionada com a presença de massa residual dessecada. Para trabalhos posteriores, sugere-se a inclusão de maiores doses, superiores a 2880 g ha^{-1} , que contribuirão para homogeneização dos controles máximos e massas residuais mínimas.

Ribeiro (2008) em estudos de dose-resposta com biótipo de *Lolium multiflorum* resistente e susceptível ao glyphosate, com os objetivos de modelar a relação entre os biótipos susceptível e resistente ao glyphosate sob duas variáveis independentes (doses do herbicida, D , e estádios fenológicos, EF), nos diferentes EF dos biótipos concluiu que para cada biótipo, ocorre um decréscimo generalizado em relação a fitomassa fresca relativa, comparativamente a respectiva testemunha, com o aumento da dose de glyphosate e com o decréscimo do estágio fenológico e que os modelos propostos na pesquisa proporcionam um ajuste biológico apropriado aos dados.



$$Z = -5,331 + 0,070 \cdot y + 103,674 \cdot \left(\frac{1}{1 + \exp\left(-\frac{x+97,286}{33,625}\right)} \right)$$

Figura 14 – Ajuste do controle percentual (z) de *Brachiaria plantaginea* de acordo com a dose de glyphosate aplicada (x) e com o estágio fenológico (Hess et al., 1997) das plantas (y), 28 dias após aplicação. $R^2 = 0,954$. $F_{\text{mod}} = 2155,933^*$. Piracicaba - SP, 2008



$$Z = -2,315 + 0,745 \cdot y + 24404,844 \cdot \left(\frac{1}{1 + \exp\left(-\frac{x+325,888}{-57,148}\right)} \right)$$

Figura 15 – Ajuste massa seca residual (z) de *Brachiaria plantaginea* de acordo com a dose de glyphosate aplicada (x) e com o estágio fenológico (Hess et al., 1997) das plantas (y), 28 dias após aplicação. $R^2 = 0,902$. $F_{\text{mod}} = 113,058^*$. Piracicaba - SP, 2008

4.4 Conclusões

O estágio fenológico de desenvolvimento das plantas de trapoeraba comprometeu o controle a ser obtido, ou seja, melhores controles foram obtidos com a

aplicação de glyphosate sobre plantas jovens. Quando em análise conjunta, a trapoeraba foi mais tolerante ao herbicida glyphosate que o capim-marmelada. Houve ajuste dos dados a modelos tridimensionais, correlacionando estágio fenológico, dose e controle, contudo novas estimativas devem ser realizadas, sobretudo com a inclusão de doses mais elevadas de glyphosate.

Referências

ARIS, R. **Mathematical modeling techniques**. New York: Dover, 1994. 269 p.

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**, Lawrence, v. 14, n. 1, p. 176-181, 2000.

CAIXETA FILHO, J.V. **Pesquisa operacional**: técnicas de otimização aplicadas a sistemas agroindustriais. São Paulo: Atlas, 2001. 171 p.

CHRISTOFFOLETI, P.J. Curvas de dose-resposta de biótipos resistente e suscetível de *Bidens pilosa* L. aos herbicidas inibidores da ALS. **Scientia. Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 513-519, 2002.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. Resistencia de plantas daninhas a herbicidas: definições, bases e situação no Brasil e no mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P.J. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3 ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação a resistência de Plantas aos Herbicidas, 2008. p. 9-29.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; GALLI, A.J.B.; CARVALHO, S.J.P.; MOREIRA, M.S.; NICOLAI, M.; FOLONI, L.L; MARTINS, B.A.B.; RIBEIRO, D.N. Glyphosate sustainability in South American cropping systems. **Pest Management Science**, London, v. 64, n. 4, p. 422-427, 2008.

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**, Viçosa - MG, v. 26, n. 2, p. 375-383, 2008

FRIESEN, L.F.; MORRISON, I.N.; RASHID, A.; DEVINE, M.D. Response of a chlorosulfuron resistant biotype of *Kochia scoparia* to sulfonylurea and alternative herbicides. **Weed Science**, Champaign, v. 41, n. 1, p. 100-106, 1993.

GALLI, A.J.B.; MONTEZUMA, M.C. **Alguns aspectos do herbicida glifosato na agricultura**. [s.l.]: Editora ACADCOM, 2005. 67 p.

HALL, L.M.; STROMME, K.M.; HORSMAN, G.P. Resistance to acetolactate synthase inhibitors and quinclorac in a biotype of false cleavers (*Galium spurium*). **Weed Science**, Lawrence, v. 46, n. 4, p. 390-396, 1998.

HESS, M.; BARRALIS, G.; BLEIHOLDER, H.; BUHR, L.; EGGERS, T.H.; HACK, H.; STAUSS, R. Use of the extended BBCH scale – general for the descriptions of the growth stages of mono- and dicotyledonous weed species. **Weed Research**, Oxford - UK, v. 37, n. 6, p. 433-441, 1997.

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**, Lawrence, v. 16, n. 3, p. 548-553, 2002.

KRUSE, N.D.; TREZZI, M.M.; VIDAL, R.A. Herbicidas inibidores da EPSPs: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Passo Fundo, v. 1, n. 2, p. 139-146, 2000.

LACERDA, A.L.S. **Fluxos de emergência e banco de sementes de plantas daninhas em sistemas de semeadura direta e convencional e curvas dose-resposta ao glyphosate**. 2003. 153 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidades de São Paulo. Piracicaba, 2003.

MADSEN, K.H.; JENSEN, J.E. Weed control in glyphosate tolerant sugarbeet (*Beta vulgaris* L.). **Weed Research**, Oxford - UK, v.35, n.2, p. 105-111, 1995.

MONQUERO, P.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Dinâmica do banco de sementes em áreas com aplicação freqüente do herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa -MG, v. 21, n. 1, p. 63-69, 2003.

MONQUERO, P.A.; CURY, J.C.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Controle pelo glyphosate e caracterização geral da superfície foliar de *Commelina benghalensis*, *Ipomoea hederifolia*, *Richardia brasiliensis* e *Galinsoga parviflora*. **Planta Daninha**, Viçosa -MG, v. 23, n. 1, p. 123-132, 2005.

MONQUERO, P.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; OSUNA, M.D.; DE PRADO, R.A. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. **Planta Daninha**, Viçosa -MG, v. 22, n. 3, p. 445-451, 2004.

PONCHIO, J.A.R. **Resistência de *Bidens pilosa* L. aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase**. 1997. 138 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1997.

RIBEIRO, D.N. **Caracterização da resistência ao herbicida glyphosate em biótipos da planta daninha *Lolium multiflorum* (Lam.)**. 2008. 102 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

ROCHA, D.C.; RODELLA, R.A.; MARTINS, D. Caracterização morfológica de espécies de trapoeraba (*Commelina* spp.) utilizando a análise multivariada. **Planta Daninha**, Viçosa -MG, v. 25, n. 4, p. 671-678, 2007.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. (Ed.). **Guia de herbicidas**. Londrina: Edição dos autores, 2005. 591 p.

SANTOS, I.C.; SILVA, A.A., FERREIRA, F.A., MIRANDA, G.V.; PINHEIRO, R.A.N. Eficiência do herbicida glyphosate no controle de *Commelina benghalensis* e *Commelina diffusa*. **Planta Daninha**, Viçosa -MG, v. 19, n. 1, p. 135-143, 2001.

SEEFELDT, S.S.; JENSEN, S.E.; FUERST, E.P. Log-logistic analysis of herbicide dose response relationship. **Weed Technology**, Champaign, v. 9, n. 1, p. 218-227, 1995.

STREIBIG, J.C. Herbicide bioassay. **Weed Research**, Oxford, v. 28, n. 6, p. 479-484, 1988.

STREIBIG, J.C.; RUDEMO, M.; JENSEN, J.E. Dose-response curves and statistical models. In: STREIBIG, J.C; KUDSK, P. (Ed.) **Herbicide bioassay**. Boca Raton: CRC Press, 1993. p. 30-35.

THORNLEY, J.H.M. **Mathematical models in plant physiology: a quantitative approach to problems in plant and crop physiology**. London: Academic Press, 1976. 318 p.

WEBSTER, T.M.; GREY, T.L. Growth and reproduction of Bengal Dayflower (*Commelina benghalensis*) in response to drought stress. **Weed Science**, Lawrence, v. 56, n. 4, p. 561-566, 2008.

YOUNG, B.G.; KNEPP, A.W.; WAX, L.M.; HART, S.E. Glyphosate translocation in common lambsquarters (*Chenopodium album*) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) in response to ammonium sulfate. **Weed Science**, Lawrence, v. 51, n. 2, p. 151-156, 2003.

5 CONCLUSÕES GERAIS

Nas condições em que foi desenvolvida esta pesquisa, foi possível concluir que:

- (i) A temperatura de 25 °C proporciona melhor resposta germinativa da trapoeraba;
- (ii) As temperaturas médias de 31°C, 34°C e 19°C proporcionaram baixa porcentagem de germinação, porém, foram superiores às temperaturas de 16°C onde se obteve a menor porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) dentre as temperaturas;
- (iii) Constatou-se ausência de efeitos da luz na germinação de sementes aéreas pequenas de trapoeraba quando submetidas às condições de luz contínua e escuro absoluto à 25°C, podendo ser classificadas como fotoblásticas indiferentes;
- (iv) Nenhum dos tratamentos com exposição das sementes de trapoeraba ao ácido sulfúrico apresentou incremento na porcentagem de germinação e no índice de velocidade de germinação, indicando que as sementes de trapoeraba não possuem impermeabilidade do tegumento à água;
- (v) A profundidade de semeadura no solo influencia negativamente a emergência das plântulas, impedindo a emergência das plântulas a 80 mm de profundidade;
- (vi) Foi observado maior número de plântulas emersas em areia pura quando comparada com os demais substratos utilizados, demonstrando ser este o melhor substrato;
- (vii) O capim-marmelada (*B. plantaginea*) foi melhor competidor que as plantas de soja;

- (viii) A trapoeraba (*C. benghalensis*) apresentou habilidade competitiva similar às plantas de soja;
- (ix) Para ambas as espécies (*B. plantaginea* e *C. benghalensis*) há evidências que a competição intraespecífica foi mais importante que a competição interespecífica;
- (x) O desenvolvimento das plantas de trapoeraba comprometeu o controle a ser obtido, ou seja, melhores controles foram obtidos com a aplicação de glyphosate sobre plantas jovens;
- (xi) Quando em análise conjunta, a trapoeraba foi mais tolerante ao herbicida que o capim-marmelada;
- (xii) Houve ajuste dos dados a modelos tridimensionais, correlacionando estágio fenológico, dose e controle, contudo novas estimativas devem ser realizadas, sobretudo com a inclusão de doses mais elevadas de glyphosate.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)