

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

**Controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar com
herbicidas aplicados na época seca**

Marcell Godoi Chiovato

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

**Piracicaba
2009**

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

Marcell Godoi Chiovato
Engenheiro Agrônomo

**Controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar
com herbicidas aplicados na época seca**

Orientador:
Prof. Dr. **RICARDO VICTORIA FILHO**

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

**Piracicaba
2009**

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

Chiovato, Marcell Godoi

Controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar com herbicidas aplicados na época
seca / Marcell Godoi Chiovato. - - Piracicaba, 2009.
102 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009.
Bibliografia.

1. Cana-de-açúcar 2. Fitotoxicidade 3. Herbicidas - Controle 4. Plantas daninhas I. Título

CDD 633.61
C539m

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

DEDICO

A Deus e aos meus pais Maurício e Adriana, que tanto me apoiaram e pelo exemplo de vida e o amor incondicional que tem por mim.

OFEREÇO

Aos meus irmãos Anelice e André,
pelos conselhos e companheirismo nos
momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

- A Deus por estar presente em todos os momentos da minha existência e pela força na superação dos obstáculos da vida;
- Aos meus pais, Maurício e Adriana e irmãos, Anelice e André, por fazerem parte da minha vida e a toda minha família pelo apoio e por sempre estarem torcendo por mim;
- Ao Prof. Titular Ricardo Victoria Filho, pela confiança, ensinamento e contribuição na minha vida profissional;
- Ao grande conselheiro deste trabalho Eng^o. Agr^o. Dr. Roberto Estêvão Bragion de Toledo, com toda sua experiência e apoio no desenvolvimento do mestrado;
- Ao Prof. Dr. Pedro Luis da Costa Aguiar Alves da Unesp/FCAV Campus de Jaboticabal pela contribuição nos ajustes nas curvas de dose-resposta;
- Aos Engenheiros Agrônomos do Grupo Cosan/Usina Costa Pinto, Antônio Luiz Palhares, Gleuber Mariano Teixeira e João Américo Beltrame, pelo apoio e infraestrutura disponibilizados;
- À Luciane Aparecida Lopes Toledo, secretária do Programa de Pós-graduação da Fitotecnia, pela paciência, conselhos e amizade;
- A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa de estudo;
- Aos Eng^{os}. Agr^{os}. M.Sc. Juliano Quarteroli Silva e Marcelo Corrêa Alves pelo auxílio nas análises estatísticas;
- À Eng^a. Agr^a. M.Sc. Helena Maria Carmignani Pescarin Chamma, pela ajuda nos trabalhos realizados no Laboratório de Sementes, do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP;

- À Aparecido Donizete Serrano e, em especial, à Aparecido Mendes e Luiz Ferrari, funcionários do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP, pelas dicas e ajuda na condução dos trabalhos;
- À grande amiga e companheira de mestrado Eng^a. Agr^a. Livia Weyand Marcolini, pela disposição na instalação e condução dos experimentos;
- Aos colegas de república Eng^{os}. Agr^{os}. Geraldo José da Silva Júnior e Raphael Barros Naves Campos Monteiro, companheiros desde os tempos da UFV, Viçosa;
- Aos colegas de profissão: Fábio Albuquerque Entelmann, Fernanda Satie Ikeda, Hector Alonso San Martín Matheis, José Adão do Nascimento Soares Júnior, Juliano Quarteroli Silva, Marcelo Júnior Gimenez, Rafael Pivotto Bortolotto, Rafael Vivian, Samuel Neves Rodrigues Alves, Victor Domiciano de Silos Labonia.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	13
Referências.....	16
2 CURVAS DE DOSE-RESPOSTA DOS HERBICIDAS AMICARBAZONE E ISOXAFLUTOLE APLICADOS EM PRÉ-EMERGÊNCIA NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS IMPORTANTES NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR.....	19
Resumo.....	19
Abstract.....	19
2.1 Introdução.....	20
2.2 Material e Métodos.....	22
2.3 Resultados e Discussão.....	25
2.4 Conclusões.....	41
Referências.....	41
3 EFICÁCIA E SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ-EMERGÊNCIA NA SOQUEIRA DA CANA-DE-AÇÚCAR EM ÉPOCA SECA.....	43
Resumo.....	43
Abstract.....	43
3.1 Introdução.....	44
3.2 Material e Métodos.....	45
3.3 Resultados e Discussão.....	48
3.4 Conclusões.....	59
Referências.....	59
4 CURVAS DE DOSE-RESPOSTA DOS HERBICIDAS AMICARBAZONE E ISOXAFLUTOLE APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA INICIAL NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS IMPORTANTES NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR.....	61
Resumo.....	61
Abstract.....	61
4.1 Introdução.....	62
4.2 Material e Métodos.....	64

4.3 Resultados e Discussão.....	67
4.4 Conclusões.....	79
Referências.....	79
5 EFICÁCIA DOS HERBICIDAS AMICARBAZONE E ISOXAFLUTOLE APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA INICIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR E DAS PLANTAS DANINHAS EM ÉPOCA SECA.....	81
Resumo.....	81
Abstract.....	81
5.1 Introdução.....	82
5.2 Material e Métodos.....	83
5.3 Resultados e Discussão.....	87
5.4 Conclusões.....	98
Referências.....	98
6 CONCLUSÕES GERAIS.....	101

RESUMO

Controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar com herbicidas aplicados na época seca

A cultura da cana-de-açúcar produzida em larga escala demanda grandes quantidades de produtos químicos para o controle de plantas daninhas, contudo para o uso correto dos herbicidas deve-se levar em consideração o estágio de desenvolvimento da comunidade infestante, bem como as condições climáticas e os fatores ligados ao solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o controle de cinco espécies de plantas daninhas e a fitotoxicidade na cana-de-açúcar, submetidas ao uso de herbicidas aplicados em condições de pré e em pós-emergência inicial, tanto das plantas daninhas quanto da cultura. Os herbicidas amicarbazone e isoxaflutole foram aplicados, nas doses de: 0D; 1/64D; 1/32D; 1/16D; 1/8D; 1/4D; 1/2D; 1D e 2D, sendo D a dose recomendada comercialmente para cada herbicida, em cinco espécies de plantas daninhas: *Euphorbia heterophylla* L., *Sida rhombifolia* L., *Brachiaria decumbens* Stapf, *Digitaria horizontalis* Willd e *Panicum maximum* Jacq., as quais foram avaliadas em casa-de-vegetação. Os mesmos herbicidas foram avaliados em campo de produção comercial de cana-de-açúcar, com exceção do *P. maximum*, porém nas doses de 1/2D, 1D, 2D e a associação de amicarbazone + isoxaflutole (1/2D + D). A dose comercial utilizada para o herbicida amicarbazone foi de 1.050 g i.a.ha⁻¹ e de 75 g i.a.ha⁻¹ (casa-de-vegetação) e de 112,5 g i.a.ha⁻¹ (campo) para o isoxaflutole. A espécie de *E. heterophylla* foi mais suscetível ao herbicida amicarbazone, enquanto que o isoxaflutole necessitou de doses elevadas para atingir níveis adequados de controle, tanto na casa-de-vegetação quanto no campo. *S. rhombifolia* foi altamente suscetível para ambos os herbicidas em condições controladas até aos 60 DAA, porém no campo apenas a dose 2D para cada herbicida foi o suficiente para impedir o surgimento de novos fluxos de emergência da espécie infestante aos 150 DAA. As espécies gramíneas de *B. decumbens* e *D. horizontalis*, foram mais suscetíveis em pós-emergência para o herbicida amicarbazone em casa-de-vegetação, porém em pré-emergência foram mais suscetíveis para o isoxaflutole. Para a aplicação em pré-emergência no campo, a espécie de *B. decumbens* foi suscetível para cada herbicida aplicado de forma isolada na maior dose, enquanto que em pós-emergência não atingiu efeito satisfatório de *B. decumbens* para nenhum dos herbicidas aplicados. A espécie de *D. horizontalis* foi pouco suscetível para o herbicida amicarbazone em pré-emergência no campo, ao contrário do que ocorreu para o herbicida isoxaflutole. Para *P. maximum* o isoxaflutole foi mais eficiente do que o amicarbazone com apenas 1/4 da dose recomendada. Ambos herbicidas foram seletivos para as plantas de cana-de-açúcar em todos os tratamentos, apenas com sintomas de fitotoxicidade nas avaliações iniciais, não interferindo na produtividade agrícola da cana-de-açúcar para as aplicações em pré-emergência da cultura. Entretanto em pós-emergência, a maior dose do herbicida amicarbazone provocou redução na produtividade da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar; Planta daninha; Controle; Pré-emergência; Pós-emergência

ABSTRACT

Weed control in sugar cane with herbicides applied in the dry time

The cultivation of sugar cane produced in large scale demand large quantities of chemicals to control weeds, however for the correct use of herbicides it should be considered the stage of development of the weed community, climatic conditions and factors related to the soil. The objective of this study was to evaluate the control of five species of weeds and phytotoxicity to sugar cane, submitted to the use of herbicides applied in pre and post-emergence conditions, on the weeds, as well as the culture. The amicarbazone and isoxaflutole herbicides were applied at doses of: 0D; 1/64D; 1/32D; 1/16D, 1/8D, 1/4D, 1/2D, 1D and 2D, where D is the dose recommended for each herbicide in five species of weeds: *Euphorbia heterophylla* L., *Sida rhombifolia* L., *Brachiaria decumbens* Stapf, *Digitaria horizontalis* Willd e *Panicum maximum* Jacq., which were evaluated in a greenhouse. The same herbicides were evaluated in the field of commercial production of sugar cane, except *P. maximum*, however at doses of 1/2D, 1D, 2D and mixed with amicarbazone + isoxaflutole (1/2D + D). The dose used for the herbicide amicarbazone was 1.050 g i.a. ha⁻¹ and 75 g i.a. ha⁻¹ (greenhouse) and 112,5 g i.a. ha⁻¹ (field) to isoxaflutole. The weed *E. heterophylla* was more susceptible by herbicide amicarbazone, while isoxaflutole required high doses to achieve adequate levels of control, in the greenhouse as well as in the field. *S. rhombifolia* was highly susceptible under greenhouse condition until 60 DAA, however in the field only the highest dose for each herbicide was enough to prevent the emergence of new streams of weed species at 150 DAA. The species of grasses *B. decumbens* and *D. horizontalis* were more susceptible to post-emergence; however in pre-emergence were more susceptible to isoxaflutole. For pre-emergence application in the field, the species of *B. decumbens* was susceptible by each herbicide applied separately at the highest dose. In post-emergence, *B. decumbens* did not achieve satisfactory effect in any of the herbicides applied. The species of *D. horizontalis* was few susceptible to the herbicide amicarbazone in pre-emergence in the field, opposite to what happened with the herbicide isoxaflutole. For *P. maximum*, the isoxaflutole was more efficient than the amicarbazone with only 1/4 of the recommended dose. Both herbicides were selective for sugar cane plants in all treatments, with only symptoms of phytotoxicity in the initial assessments, without interfering in the agricultural productivity of sugar cane for applications in pre-emergence of culture. However in post-emergence, the highest dose of herbicide amicarbazone caused reduction in sugar cane productivity.

Keywords: Sugar cane; Weeds; Control; Pre-emergence; Post-emergence

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma planta perene e própria de climas tropicais e subtropicais. Pertencente à família Poaceae e ao gênero *Saccharum*, abrange várias espécies, porém atualmente as canas cultivadas, na maioria, são híbridas.

As plantas daninhas são uns dos principais componentes do agroecossistema da cultura da cana-de-açúcar, interferindo no seu desenvolvimento e produtividade. As plantas daninhas competem com a cultura por recursos do meio, como água, luz e nutrientes; liberam substâncias alelopáticas, além de atuar como hospedeiras de pragas e doenças comuns à cultura (PITELLI, 1985).

O manejo das plantas infestantes na cultura da cana-de-açúcar representa algo em torno de 30 a 35% do custo total de implantação do canavial e de 40 a 45% do custo com tratos culturais nas soqueiras (ROLIM; PASTRE, 2000). Segundo estes autores, pode-se afirmar que as plantas daninhas estão sempre presentes no canavial e seu controle feito de forma inadequada ou deficiente é imediatamente visível, refletindo-se em maior ou menor dano na produção final de colmos.

O manejo das plantas daninhas é realizado pela combinação de diversos métodos como preventivo, cultural, mecânico e químico, neste com o uso de herbicidas. Segundo Procópio et al., (2004), o controle químico é o método mais utilizado na cultura da cana-de-açúcar, em razão de haver inúmeros produtos eficientes registrados para esta cultura no Brasil. Além disso, é um método econômico e de alto rendimento em comparação com outros. Por este fato, a cultura da cana-de-açúcar, tradicionalmente plantada em grandes áreas, assimilou rapidamente esta tecnologia, sendo hoje a segunda cultura em consumo de herbicidas no Brasil (PROCÓPIO et al., 2003).

Segundo Blanco (2002), herbicidas são compostos químicos utilizados para eliminar plantas, aplicados em doses convenientes diretamente sobre a vegetação para absorção foliar (tratamento em pós-emergência), ou no solo para absorção por tecidos formados após a germinação da semente antes da emergência da planta na superfície (tratamento em pré-emergência). O uso de herbicidas deve ser feito de maneira técnica e criteriosa, sempre buscando maximizar as suas vantagens de uso, minimizando os seus riscos toxicológicos e ambientais.

Herbicidas aplicados em pré-emergência, na superfície do solo, e em pós-emergência, sobre as plantas cultivadas e daninhas, necessitam de bons teores de água no solo para que sua ação se processe de forma eficaz. Épocas do ano, mais “secas” ou “úmidas”, tipos de solo, mais arenosos ou mais argilosos e com teores de matéria orgânica variáveis, estádios das plantas cultivadas (cana-de-

açúcar) e daninhas, e o aparecimento de novas variedades de cana, com maior ou menor suscetibilidade, são características que precisam ser bem estudadas e conhecidas para cada herbicida novo ser recomendado em pré ou em pós-emergência.

As principais vantagens apontadas com a utilização de herbicidas são: rápida ação e eficácia de elevado número de espécies em uma comunidade infestante; facilidade de controle de plantas daninhas na linha da cultura; controle de plantas daninhas perenes; seletivos às plantas cultivadas em sua maioria, e que não causam danos ao sistema radicular; custo relativamente adequado quando comparado aos custos de mão-de-obra; podem ser aplicados em diversas fases do ciclo da cultura, mesmo nas condições de umidade que dificultariam o controle mecânico (VICTORIA FILHO, 2008).

Dentre as principais plantas daninhas que interferem na cultura da cana-de-açúcar, segundo Victoria Filho e Christoffoleti (2004), algumas espécies apresentam ciclo de vida anual e outras, ciclo perene. As plantas de ciclo anual que podem ser citadas são: *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. (capim-marmelada), *Digitaria horizontalis* Willd. (capim-colchão), *Cenchrus echinatus* L. (capim-carrapicho), *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (capim-pé-de-galinha), *Ipomoea* spp. (corda-de-violão), *Amaranthus* spp. (caruru), *Portulaca oleraceae* L. (beldroega), *Bidens pilosa* L. (picão-preto), *Acanthospermum hispidum* DC. (carrapicho-de-carneiro), *Euphorbia heterophylla* L. (leiteiro), *Emilia sonchifolia* L. (falsa-serralha), *Commelina* spp. (trapoeraba), *Sonchus oleraceus* L. (serralha), *Ageratum conyzoides* L. (mestrasto), *Richardia brasiliensis* Gomes (poaia-branca), *Croton lobatus* L. (croton), entre outras. Já as principais espécies infestantes de ciclo de vida perene são: *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (grama-seda), *Panicum maximum* Jacq. (capim-colonião), *Brachiaria decumbens* Stapf (capim-braquiária), *Sorghum halepense* (L.) Pers. (capim-massanbará), *Cyperus rotundus* L. (tiririca) e *Sida* spp. (guanxuma).

O ciclo de vida das espécies infestantes é uma das principais características a ser considerada por ocasião da escolha do método de controle, pois possibilitará a obtenção de resultados mais satisfatórios, garantindo a produção econômica da cultura. Dentre as espécies citadas, cinco delas mereceram destaque especial nesta pesquisa: *Euphorbia heterophylla*, *Sida rhombifolia*, *Brachiaria decumbens*, *Digitaria horizontalis* e *Panicum maximum*.

As plantas de *Euphorbia heterophylla* L., apesar de não interferir nos processos de colheita mecanizada ou no desenvolvimento da cultura, são espécies que conseguem ultrapassar a camada de palha. Martins et al. (1999), avaliando a interferência da palha da cana-de-açúcar na germinação de

plantas daninhas dicotiledôneas, observaram que a emergência de *E. heterophylla* não foi prejudicada com a presença de 15 t.ha⁻¹ de palha.

Sida rhombifolia L. pode ser facilmente controlada com pequenas quantidades de palha, como em trabalhos realizados por Martins et al., (1999); Azania et al., (2002). No entanto, grandes variações na quantidade e na composição da cobertura morta podem ocorrer, ocasionando ou não a supressão na germinação da comunidade infestante.

Em áreas de canaviais a espécie de *Brachiaria decumbens* Stapf torna-se de difícil controle, principalmente, em função de sua alta agressividade vegetativa e reprodutiva (BRAZ; DURIGAN, 1992). Segundo Rodrigues et al. (2000), os períodos de chuvas frequentes e temperaturas elevadas, favorecem maior intensidade na germinação da espécie, tornando excelentes extratoras de nutrientes do solo (BIANCO et al., 2005).

Em culturas anuais e principalmente em períodos de seca, as espécies de *Digitaria horizontalis* Willd. levam grande vantagem sobre as culturas. Esta gramínea monopoliza a área infestada, pois seu hábito de crescimento permite que os finos colmos da planta mãe se alastrem, com brotação das gemas, formando novas touceiras. Em períodos de estiagem, as espécies de *D. horizontalis* têm vantagens sobre a cana-de-açúcar, pois se desenvolvem rapidamente, ao contrário da cultura (AZANIA et al., 2008).

Como uma das espécies de plantas daninhas de maior ocorrência na cultura da cana-de-açúcar, o capim colchão (*Digitaria nuda*, *Digitaria ciliaris* e *Digitaria horizontalis*) é também um dos maiores problemas da cultura cana-de-açúcar atualmente, no que se refere ao controle desta planta daninha. Várias hipóteses são comentadas pelos pesquisadores sobre a dificuldade de controle como a identificação da espécie do capim-colchão, densidade populacional presente nas áreas e até mesmo os herbicidas utilizados no controle desta planta daninha (Toledo et al, 2006). Segundo estes mesmos autores, em levantamento e identificação das espécies de capim-colchão (*Digitaria* sp) nas diferentes populações de plantas daninhas presentes em talhões de cana-de-açúcar na região de Piracicaba, SP, a espécie de capim-colchão predominante nas populações das de áreas amostradas do Grupo Cosan/Unidade Santa Helena foi a *Digitaria nuda* (78% das amostras). No entanto, é importante ressaltar que outras espécies de capim-colchão foram encontradas nos talhões amostradas, o que se pode denominar na prática de complexo capim-colchão.

As infestações de *Panicum maximum* Jacq. muitas vezes passam despercebidas, até que inicie a formação de panículas, pelo fato de haver semelhança entre as plantas novas de cana-de-açúcar e as

da gramínea infestante (KISSMANN, 1997). Segundo Procópio et al. (2003), plantas de *P. maximum* têm boa adaptação a diferentes tipos de solo e podem suportar curtos períodos de seca, mas não toleram secas prolongadas ou longos períodos em solos encharcados.

A opção pela utilização de vários métodos de controle conjuntamente, tem como objetivo melhorar o controle das plantas daninhas problemas e reduzir os custos com tratos culturais. O controle químico de plantas daninhas deve ser feito priorizando, primeiramente, a prática sustentável e uma ecologia equilibrada, com baixos impactos ambientais.

A presente pesquisa teve como objetivo determinar as curvas de dose-resposta para os herbicidas amicarbazone e isoxaflutole no controle em pré e em e pós-emergência inicial das espécies de *E. heterophylla*, *S. rhombifolia*, *B. decumbens*, *D. horizontalis* e *P. maximum* em casa-de-vegetação, bem como o estudo da eficácia agrônômica dos herbicidas e da associação amicarbazone e isoxaflutole, quando aplicados em pré e pós-emergência inicial no controle das espécies de plantas daninhas e a seletividade à cultura da cana-de-açúcar na época seca.

Referências

- AZANIA, A.A.P.M.; AZANIA, C.A.M.; GRAVENA, R.; PAVANI, M.C.M.D.; PITELLI, R.A. Interferência da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) na emergência de espécies de plantas daninhas da família Convulvaceae. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 207-212, 2002.
- AZANIA, C.A.M.; ROLIM, J.C.; AZANIA, A.A. de P.M.; Plantas daninhas. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VANCONCELOS, A. C. M. de; LANDELL, M. G. de A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. p. 465-490.
- BIANCO, S.; TONHÃO, M.A.R.; PITELLI, R.A. Crescimento e nutrição mineral de capim-braquiária. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 423-428, 2005.
- BLANCO, F.M.G. **Persistência do herbicida sulfentrazone em solos cultivados com cana-de-açúcar e soja e seu efeito em culturas sucedâneas**. 2002. 114 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual “Júlio Mesquita Filho”, Botucatu, 2002.
- BRAZ, B.A.; DURIGAN, J.C. Eficiência biológica de herbicidas aplicados em pós-emergência isolados ou em misturas, para o controle de *Brachiaria decumbens* Stapf, na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 10, n. 5, p. 15-22, 1992.

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

MARTINS, D.; VELINI, E.D.; MARTINS, C.C.; SOUZA, L.S. de Emergência em campo de dicotiledôneas infestantes em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 17, n. 1, p. 151-161, 1999.

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

PROCÓPIO, S.O.; SILVA, A.A.; VARGAS, L.; FERREIRA, F.A. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar**. 2 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 150 p.

PROCÓPIO, S.O.; SILVA, A.A.; VARGAS, L. Manejo e controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 397-452.

RODRIGUES, B.N.; VOLL, E.; YADA, I.F.U.; LIMA, J. Emergência do capim-marmelada em duas regiões do Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 12, p. 2363-2373, 2000.

ROLIM, J.C.; PASTRE, W. Eficiência agrônômica de s – metolachlor na cultura da cana-de-açúcar. In. CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p. 310.

TOLEDO, R.E.B.; FORLIVIO, D.M.; PAVANI, M.C.M.D.; MARTINS, J.V.F., MATHEUS, P.; DINARDO, W.; HOTTA, F.K., MONTEIRO, A.C.; CORTE, J.C., STASIEVSKI, A.S, GIMENES, R. Levantamento e identificação das espécies de capim-colchão nas diferentes populações de plantas daninhas presentes em talhões de cana-de-açúcar na região de Piracicaba, SP. In. CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25, 2006. Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2006. p. 25.

VICTORIA FILHO, R. Estratégias de manejo de plantas daninhas. In: ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M.Z. da; SANTIAGO, T. (Ed.). **O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. Viçosa: UFV, DFP, 2008. p. 397-464.

VICTORIA FILHO, R.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Manejo de plantas daninhas e produtividade da cana. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 1, p. 32-37, jan/jun. 2004.

2 CURVAS DE DOSE-RESPOSTA DOS HERBICIDAS AMICARBAZONE E ISOXAFLUTOLE APLICADOS EM PRÉ-EMERGÊNCIA NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS IMPORTANTES NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Resumo

As espécies de plantas daninhas possuem diferentes níveis de suscetibilidade em função da dose do herbicida que se está aplicando. Sendo assim, a pesquisa teve por objetivo avaliar a eficácia agrônômica dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole, no controle de cinco espécies de plantas daninhas de grande ocorrência em áreas canavieiras. O experimento foi realizado em casa-de-vegetação da ESALQ/USP em Piracicaba - SP, utilizando nove doses (0D, 1/64D, 1/32D, 1/16D, 1/8D, 1/4D, 1/2D, 1D e 2D), dois herbicidas (amicarbazone e isoxaflutole) e cinco espécies de plantas daninhas (*Euphorbia heterophylla* L., *Sida rhombifolia* L., *Brachiaria decumbens* Stapf, *Digitaria horizontalis* Willd e *Panicum maximum* Jacq.). A dose (D) para cada herbicida foi: 1.050 g i.a.ha⁻¹ para o amicarbazone e de 75 g i.a.ha⁻¹ para o herbicida isoxaflutole, os quais foram aplicados em condições de pré-emergência das plantas daninhas em solo arenoso. Foi utilizado o esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições, em delineamento inteiramente casualizado, em que os herbicidas foram destinados para as parcelas e as doses para as subparcelas. As avaliações de controle e germinação das plantas daninhas foram realizadas aos 15, 30, 45 e 60 DAA e matéria seca aos 60 DAA. Os resultados das médias obtidas foram transformados em arco-seno $\sqrt{[(x + 1) / 100]}$ a fim de atingirem a normalidade e homogeneidade dos dados, os quais foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O ajuste das curvas de dose-resposta e a estimativa dos valores de GR₅₀, GR₈₀ e GR₉₆ foram obtidos utilizando-se o modelo sigmoidal de Boltzmann sendo as análises realizadas no software Origin 6.1. Constatou-se que a *E. heterophylla* foi mais suscetível ao herbicida amicarbazone. A espécie mais suscetível aos herbicidas foi a *S. rhombifolia*, com altas porcentagens de controle a partir da dose de 1/64. As monocotiledôneas obtiveram acúmulo de matéria seca semelhantes, porém *B. decumbens* e *D. horizontalis* foram mais suscetíveis ao herbicida amicarbazone, enquanto que o isoxaflutole foi mais eficaz no controle de *P. maximum* com apenas 1/4 da dose recomendada.

Palavras-chave: Herbicidas; Pré-emergência; Matéria seca; Planta daninha

Abstract

Weed species have different levels of susceptibility in relation to the dose of herbicide applied. Therefore, this research aimed to evaluate the agronomic effectiveness of some commercialized herbicides in sugar-cane culture, in the control of five weeds of large occurrence in sugar cane fields. The experiment was accomplished in a greenhouse on the Campus of ESALQ/USP in Piracicaba - SP, using nine doses (0D, 1/64D, 1/32D, 1/16D, 1/8D, 1/4D, 1/2D, 1D and 2D), two herbicides (amicarbazone and isoxaflutole) and five weed species (*Euphorbia heterophylla* L., *Sida rhombifolia* L., *Brachiaria decumbens* Stapf, *Digitaria horizontalis* Willd and *Panicum maximum* Jacq.). The dose (D) for each herbicide was: 1.050 g i.a.ha⁻¹ for amicarbazone and 75 g i.a.ha⁻¹ for the herbicide isoxaflutole, which were applied in conditions of pre-emergence of the weed in sandy soil.

It was used parcels subdivided with four repetitions, randomized blocks, whose the herbicides were destined for the parcels and the doses for subplots. Evaluations of control and germination of the weed were accomplished on 15, 30, 45 and 60 DAA and dry matter to the 60 DAA. The results of the averages obtained were converted into arc sine $\sqrt{(x + 1) / 100}$ in order to reach the normality and homogeneity of the data, which were submitted to the analysis of variance and compared by the Tukey test with 5% of probability. The adjustment of the dose-response curves and estimate the values of GR₅₀, GR₈₀ and GR₉₆ were obtained using the sigmoidal model of the Boltzmann and the analyzes were realized in software Origin 6.1. It was verified that *E. heterophylla* was more susceptible to the herbicide amicarbazone. The species most susceptible to herbicides was the *S. rhombifolia*, with high percentages of control from the dose of 1/64. The monocotyledons showed similar dry matter accumulation; however *B. decumbens* and *D. horizontalis* were more susceptible to herbicide amicarbazone, while isoxaflutole was more efficient in the control of *P. maximum* with only 1/4 of the recommended dose.

Keywords: Herbicide; Pre-emergence; Dry weight; Weed

2.1 Introdução

Atualmente, o uso de herbicidas em pré-emergência das plantas daninhas tem se destacado na cultura da cana-de-açúcar, apresentando como vantagens a aplicação em estádios mais precoces da cultura, proporcionando assim melhor distribuição e posicionamento do produto químico sobre o alvo, a manutenção da cultura no limpo e a otimização de maquinário e mão-de-obra.

A racionalização da escolha e aplicação de herbicidas em condições de pré-emergência, cujo alvo é o solo, deve ser baseada no histórico de infestação com a caracterização da comunidade infestante na área onde os produtos serão aplicados.

O período crítico de interferência da cultura da cana-de-açúcar devido à ocorrência de plantas daninhas manifesta-se, em média, até 90 dias após a emergência (KUVA et al., 2003, 2001). O controle químico é mais eficaz nesse período através da utilização de herbicidas aplicados em pré-emergência, logo após o plantio e em área total, e/ou em pós-emergência, em aplicação dirigida ou em área total, conforme a seletividade do herbicida (MASCARENHAS et al., 1995).

Segundo Freitas et al. (2004), o controle químico de plantas daninhas em áreas de cana-de-açúcar é uma prática bastante difundida em todo o país. Acredita-se que em áreas com necessidade de controle dessas plantas por longos períodos, como é o caso da cana-de-açúcar, haja necessidade de utilização de herbicidas com ação residual prolongada. Entre as diversas opções de herbicidas registrados para a cultura da cana-de-açúcar encontram-se o amicarbazone e o isoxaflutole, herbicidas pertencentes ao grupo químico, respectivamente, das triazolinonas e isoxazoles, que

apresentam ação em pré e pós-emergência inicial. Além disso, podem apresentar efeito residual de controle nos solos superior a 120 dias (PROCÓPIO et al., 2004).

Quando aplicado em pré-emergência o amicarbazone é absorvido pelas raízes e se transloca via xilema, pelo fluxo de transpiração. Segundo Toledo et al. (2004), o mecanismo de ação principal do amicarbazone é a inibição da fotossíntese das plantas daninhas, atuando na reação de Hill (fotossistema II), inibindo o transporte de elétrons e paralisando a fixação de CO₂ e a produção de ATP e NADPH₂, os quais são elementos essenciais ao crescimento das plantas. A morte das plantas, entretanto, pode ocorrer devido a outros processos, como a peroxidação de lipídeos e proteínas, promovendo a destruição das membranas e perda de clorofila. A aplicação deste herbicida em plantas sensíveis causa redução do crescimento, clorose e necrose dos tecidos das folhas, podendo levar à morte da planta.

A atividade do isoxaflutole depende da conversão em metabólito diquetonitrila, de acordo com a disponibilidade de água no solo (MITRA et al., 2000), sendo o efeito residual do herbicida influenciado pelo clima, dose inicial e características físico-químicas do solo.

Existem poucas informações indicando a quantidade necessária de umidade para “ativar” o isoxaflutole, nem com relação ao período que ele suporta sem umidade antes de ser metabolizado. Segundo Rodrigues e Almeida (2005), o produto apresenta boa estabilidade em condições de seca, podendo aguardar, dependendo da dose, por mais de 60 dias o início das chuvas. A compreensão da atividade residual do isoxaflutole sob diferentes condições simuladas de seca após a aplicação pode, eventualmente, levar à aplicação de doses menores em função da espécie dominante, o que, por sua vez, implica redução do aporte de pesticidas no solo e no ambiente.

O objetivo do trabalho foi avaliar, em solo arenoso e simulando condição de déficit hídrico em ambiente semicontrolado, a eficácia agrônômica dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole, por meio de curvas de dose-resposta, no controle das plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* L., *Sida rhombifolia* L., *Brachiaria decumbens* Stapf, *Digitaria horizontalis* Willd e *Panicum maximum* Jacq. em condições de pré-emergência.

2.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação do Departamento de Produção Vegetal, na Universidade de São Paulo, Campus da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ-USP, em Piracicaba, Estado de São Paulo, no período compreendido entre julho e setembro de 2008. As plantas daninhas utilizadas no trabalho foram: *Euphorbia heterophylla*, *Sida rhombifolia*, *Brachiaria decumbens*, *Digitaria horizontalis* e *Panicum maximum*.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições, no esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram correspondentes aos herbicidas e as subparcelas às doses. Cada unidade experimental constou-se de vaso plástico com capacidade de 2,8 L, preenchido com solo de textura média-arenosa (Tabela 2.1), adicionado 1,3 g do fertilizante 8:28:16 (N : P₂O₅ : K₂O).

Tabela 2.1 – Análise química e física do solo utilizado nos vasos em casa-de-vegetação. Piracicaba – SP, 2008

Química*												
pH CaCl ₂	M.O. g.dm ⁻³	P resina mg.dm ⁻³	S-SO ₄	K	Ca	Mg	H+Al mmol _c .dm ⁻³	Al	S.B.	T	V	m
												%
4,4	9	3	19	0,5	12	5	22	2	18	40	44	10
Física*												
Areia (%)			Silte (%)			Argila (%)			Textura			
77,9			1,8			20,3			média-arenosa			

SB = soma de bases; T = capacidade de troca de cátions; V = saturação de bases; m = saturação por alumínio e M.O. = matéria orgânica

Classe de diâmetro (mm):

Areia = 2,0-0,05; Silte = 0,05-0,002; Argila < 0,002

Classes de textura: 15% ≤ argila ≤ 24% - média-arenosa

* Análise feita pelo Laboratório Agrotécnico Piracicaba Ltda

As sementes das plantas daninhas foram obtidas de empresas agroquímicas sendo realizados os testes de germinação. Posteriormente foram semeadas nos vasos plásticos, no dia 24 de julho de 2008, obtendo uma população de aproximadamente 25 plantas por vaso.

Os herbicidas amicarbazone e isoxaflutole foram aplicados em pré-emergência das plantas daninhas. Utilizou-se uma câmara de aplicação experimental de herbicidas, com uma ponta de pulverização do tipo leque, modelo Teejet 80.02, calibrado para um volume de calda correspondente a

200 L.ha⁻¹. As doses utilizadas foram: 1/64D, 1/32D, 1/16D, 1/8D, 1/4D, 1/2D, D, 2D e ausência do herbicida; em que D é a dose comercial recomendada de cada herbicida. As doses (D) utilizadas foram de 1.050 g i.a.ha⁻¹ e 75 g i.a.ha⁻¹, respectivamente, para os herbicidas amicarbazone e isoxaflutole, sendo as doses escolhidas em função do tipo de solo.

Logo após a aplicação, todos os vasos receberam uma lâmina d'água proporcional a uma precipitação de 15 mm, sendo então transportados até a casa de vegetação e irrigados a cada três dias com uma lâmina de 3,95 mm baseada nas médias mensais para os meses de julho a setembro (época seca) (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Médias de precipitação pluvial no município de Piracicaba – SP

Mês	Precipitação pluvial (mm)		
	Ano		
	2007	2008	(1917-2006)
Julho	169,3	0,0	27,5
Agosto	0,0	68,7	29,5
Setembro	1,9	46,1	61,6

Fonte: Base de dados do posto meteorológico da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

As avaliações da porcentagem de controle, realizadas aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA) das plantas daninhas, foram baseadas na escala de notas da “Asociación Latinoamericana de Malezas” (ALAM, 1974), apresentada na Tabela 2.3. A massa seca foi obtida por meio da secagem de todo o material remanescente nas parcelas em estufa mantida a 70°C, por 72h.

Tabela 2.3 - Escala da ALAM utilizada para avaliação da eficácia de controle de plantas daninhas

Índice	Classe de porcentagem (%)	Descrição do nível de controle
1	0 - 40	Nenhum ou pobre
2	41 - 60	Regular
3	61 - 70	Suficiente
4	71 - 80	Bom
5	81 - 90	Muito bom
6	91 - 100	Excelente

Os resultados foram submetidos a análises de variância, com aplicação do teste F e tiveram suas médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram

previamente transformados em arco-seno $\sqrt{[(x + 1) / 100]}$ com o objetivo de proporcionar a distribuição normal dos dados. O ajuste das curvas de dose-resposta e a estimativa dos valores de GR_{50} , GR_{80} e GR_{96} foram obtidos utilizando-se a representação gráfica (Figura 2.1) e matemática do modelo sigmoidal de Boltzmann, eq. (1), sendo as análises realizadas no software Origin 6.1, sendo que GR_{50} : é a dose dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole em g i.a.ha⁻¹ que proporciona 50% de controle; GR_{80} : é a dose dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole em g i.a.ha⁻¹ que proporciona 80% de controle da planta daninha (nível exigido para registro); GR_{96} : é a dose dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole em g i.a.ha⁻¹ que proporciona 96% de controle da planta daninha (nível excelente em condições de campo).

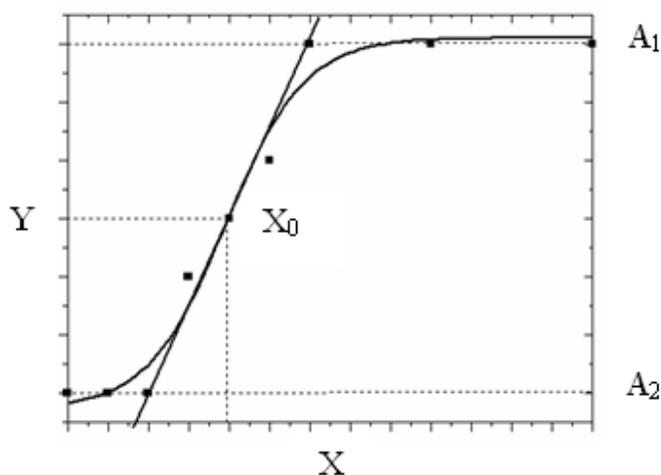


Figura 2.1 – Representação gráfica do modelo sigmoidal de Boltzmann utilizado no ajuste dos dados de porcentagem de controle e redução de matéria seca em função da aplicação dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole. Piracicaba – SP, 2008

$$Y = \frac{(A_1 - A_2)}{1 + e^{(X - X_0)/dX}} + A_2 \quad (1)$$

Onde: Y é o controle ou redução de matéria seca da planta daninha em função da aplicação do herbicida; X é o limite superior das doses do herbicida; A_1 controle ou redução da matéria seca máxima sem a aplicação do herbicida; A_2 controle ou redução da matéria seca mínima sem a aplicação do herbicida; $(A_1 - A_2)$ é a perda no controle ou na redução da matéria seca; X_0 é o limite superior das doses do herbicida que corresponde ao valor intermediário do controle ou da matéria seca máxima e mínima; dX indica a perda ou ganho no controle ou acúmulo de matéria seca (tg a no ponto X_0).

2.3 Resultados e Discussão

Não houve interação para os resultados de plântulas emergidas, mesmo porque não foi possível encontrar normalidade e homogeneidade para estes valores. Apenas para a análise isolada dos dados referentes aos herbicidas e às doses foram significativos, no entanto os dados de plântulas emergidas não foram tão discrepantes, quando comparados com os resultados de porcentagem de controle.

Os resultados para a espécie *E. heterophylla* não apresentaram significância entre herbicida x dose aos 15 DAA (Tabela 2.4). Houve efeito significativo apenas para dose, porém não foram suficientes para atingirem resultados satisfatórios, mesmo para D e 2D com porcentagens de controle, respectivamente, de 63,7% e 68,7% para os ambos os herbicidas. Houve interação significativa entre as diferentes doses e os herbicidas aos 30 dias após a aplicação com níveis de controle acima de 85% a partir de 1/16 da dose comercial para o herbicida amicarbazone, enquanto que para o herbicida isoxaflutole atingiu controle acima de 81% a partir de 50% da dose comercial.

Monquero et al., (2007), obtiveram níveis de 100% de controle aos 21 dias após o tratamento, utilizando misturas de trifloxysulfuron-sodium + ametryn (1.463 + 37 g i.a.ha⁻¹), diuron + hexazinone (1.170 + 330 g i.a.ha⁻¹) e diuron + hexazinone (1.330 + 160 g i.a.ha⁻¹), enquanto que os herbicidas imazapic (84 g i.a.ha⁻¹) e imazapyr (200 g i.a.ha⁻¹) apresentaram controle mais lento de *E. heterophylla*, nessa mesma avaliação, em torno de 60%.

Porcentagens de controle aos 45 DAA para o herbicida amicarbazone, foram consideradas satisfatórias com notas acima de 80% a partir de 1/16 da dose comercial, com total eliminação da planta daninha a partir de 1/4 da dose (Tabela 2.4). Resultados estes não alcançados para o herbicida

isoxaflutole, o qual não eliminou totalmente a *E. heterophylla* mesmo para o dobro da dose recomendada. Resultados semelhantes foram encontrados aos 60 DAA para o isoxaflutole com 82,5% e 91,3% de controle, respectivamente, para as doses D e 2D. Já para o amicarbazone obtiveram-se excelentes resultados de controle a partir de 1/8 da dose comercial (Tabela 2.4).

Tabela 2.4 – Média das porcentagens de controle atribuídas visualmente à *Euphorbia heterophylla* em diferentes épocas após a aplicação dos herbicidas em pré-emergência. Piracicaba – SP, 2008

Dose (g i.a.ha ⁻¹)	<i>Euphorbia heterophylla</i>							
	Épocas de avaliação de controle (DAA) ¹							
	15		30		45		60	
	AMC ²	IFT ³	AMC	IFT	AMC	IFT	AMC	IFT
0	0,0Af ⁴	0,0Af	0,0Ac	0,0Ae	0,0Ad	0,0Ad	0,0Ae	0,0Ag
1/64	5,0Ae	5,0Ae	8,3Ab	1,3Bde	12,5Ac	2,5Bcd	5,0Ad	5,0Af
1/32	6,5Ae	6,5Ae	13,3Ab	0,0Be	32,5Ab	2,5Bcd	21,3Ac	5,0Bf
1/16	7,0Ae	7,0Ae	87,5Aa	6,3Bd	82,5Aa	7,5Bcd	82,5Ab	6,3Bf
1/8	15,0Ad	15,0Ad	100,0Aa	15,0Bc	98,7Aa	10,0Bc	95,7Aa	15,0Be
1/4	32,5Ac	32,5Ac	96,7Aa	65,0Bb	100,0Aa	55,0Bb	98,7Aa	21,3Bd
1/2	51,3Ab	51,3Ab	99,0Aa	81,3Bab	100,0Aa	75,0Bab	100,0Aa	50,0Bc
1	63,7Aa	63,7Aa	95,5Aa	88,8Aa	100,0Aa	83,7Bab	100,0Aa	82,5Bb
2	68,7Aa	68,7Aa	99,0Aa	92,5Aa	100,0Aa	90,0Aa	100,0Aa	91,3Aa
F	0,00 ^{ns}		67,81*		29,13*		104,61*	
CV(%)	9,42		7,05		10,74		6,12	

¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para herbicidas (comparação nas linhas), e minúscula para doses (comparação nas colunas), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. ² Amicarbazone. ³ Isoxaflutole.

⁴ Análise estatística feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{[(x + 1) / 100]}$. DAA – dias após a aplicação. * Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo.

A maior suscetibilidade da espécie de *E. heterophylla* pode ser confirmada através da Figura 2.2, na qual está apresentada controle de no máximo 90%, quando se aplicou o dobro da dose recomendada para o herbicida isoxaflutole. Nota-se o excelente controle da espécie de *E. heterophylla* mesmo com a aplicação de sub-doses do herbicida amicarbazone (Figura 2.2).

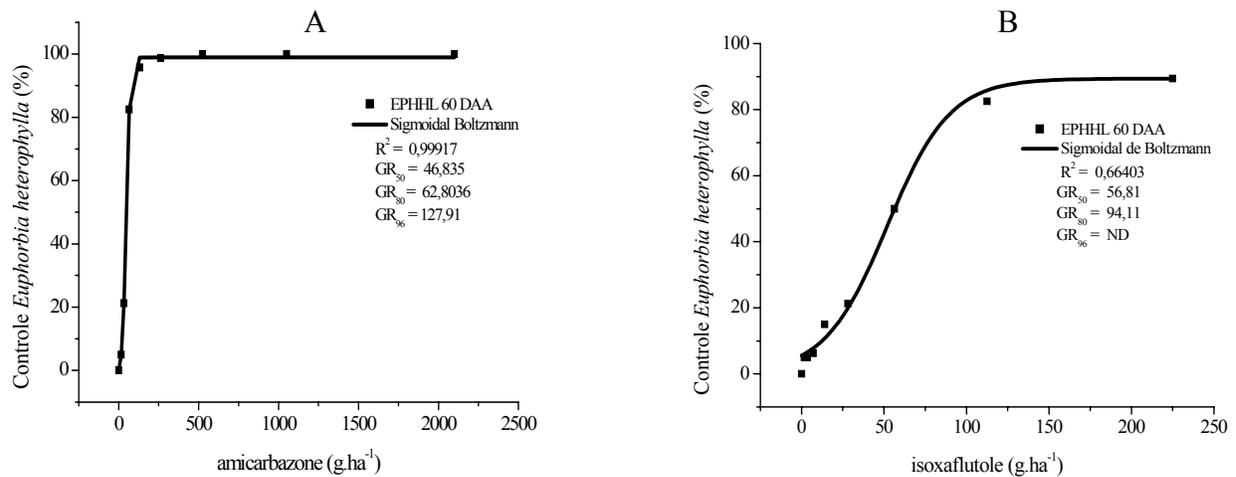


Figura 2.2 – Eficácia dos herbicidas amicarbazone (A) e isoxaflutole (B) aplicados em pré-emergência sobre *E. heterophylla* aos 60 dias após a aplicação. Piracicaba – SP, 2008

Na figura 2.3, a dose de 1/16 para o herbicida amicarbazone foi suficiente para reduzir de forma acentuada a quantidade de matéria seca produzida pela *E. heterophylla*. Diferentemente do amicarbazone apenas a dose comercial e o dobro da dose controlaram de maneira eficaz a espécie de *E. heterophylla*, sendo uma espécie pouco suscetível ao herbicida isoxaflutole (Figura 2.4).

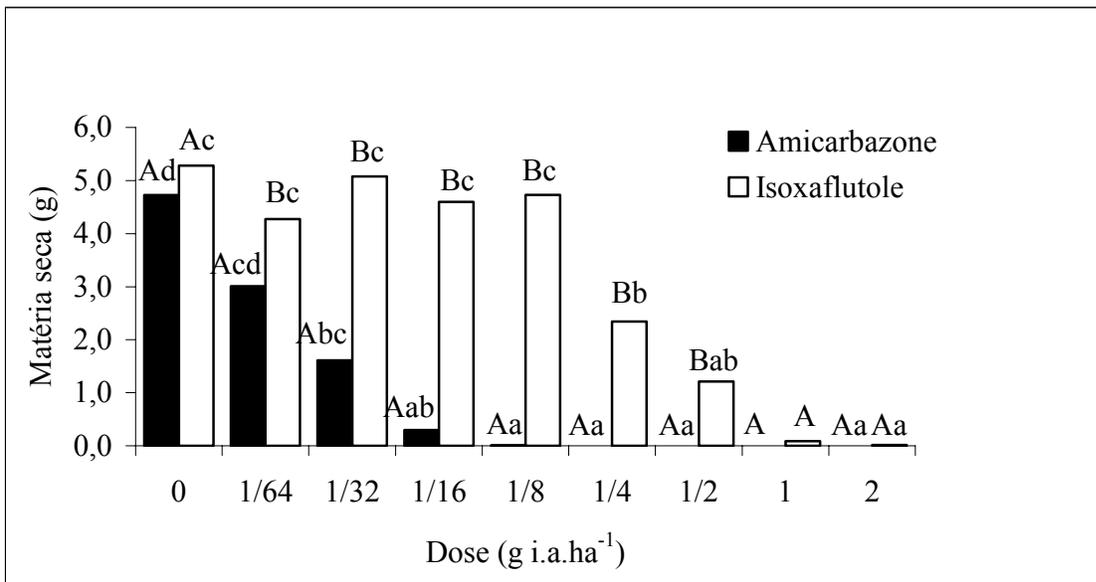


Figura 2.3 – Matéria seca de *Euphorbia heterophylla* aos 60 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para herbicidas, e minúscula para doses, não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p \leq 5\%$; $F_{(herb)} = 45,56^*$; $F_{(dose)} = 52,64^*$; $F_{(herb \times dose)} = 12,89^*$; $CV (\%) = 32,95$; * significativo a 5% de probabilidade. Piracicaba - SP, 2008

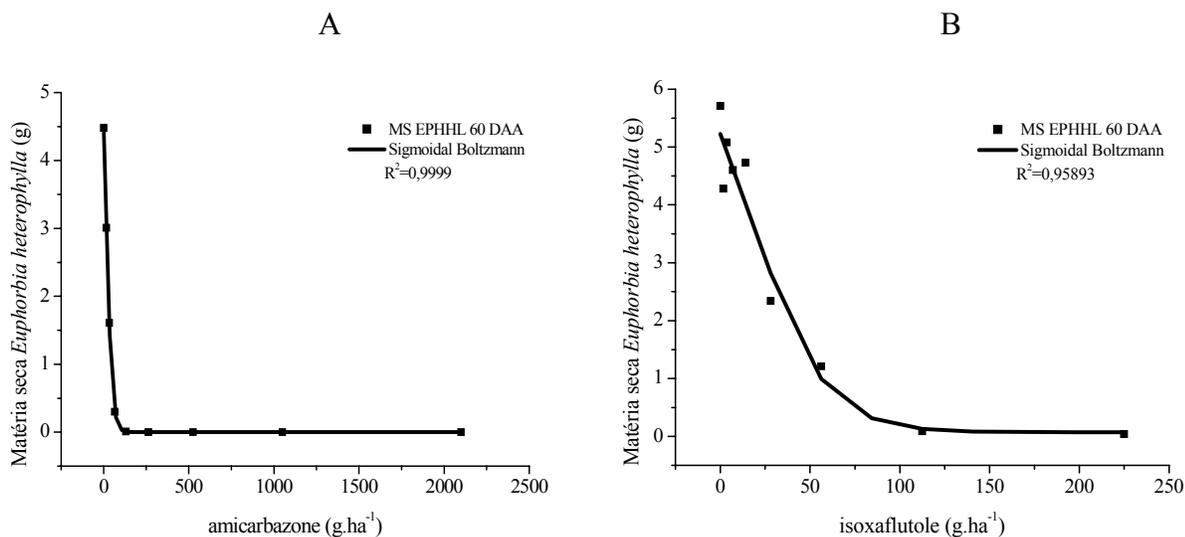


Figura 2.4 - Redução de matéria seca provocada pelos herbicidas amicarbazone (A) e isoxaflutole (B) sobre *E. heterophylla* aos 60 dias após a aplicação (DAA). Piracicaba – SP, 2008

Para a espécie daninha de *S. rhombifolia* houve interação significativa entre herbicida x dose apenas aos 15 DAA (Tabela 2.5), no entanto controle nenhum a pobre foi obtido mesmo quando se aplicou as doses comercialmente recomendadas. Aos 30, 45 e aos 60 dias após a aplicação os resultados de controle de *S. rhombifolia* foram considerados excelentes, sendo uma planta daninha altamente suscetível aos herbicidas utilizados.

Nota-se que aos 15 DAA o controle de *S. rhombifolia* foi considerado pobre, no entanto a dose a partir de 1/64 proporcionou controle de muito bom a excelente aos 30, 45 e 60 DAA, exceto para o isoxaflutole aos 60 DAA que apresentou níveis de controle acima de 91% a partir de 1/2 D. Carbonari et al., (2008) verificaram níveis de controle satisfatório a partir dos 14 DAA para *S. rhombifolia*, quando aplicaram em pré-emergência a menor dose de diclosulan (21,8 g i.a.ha⁻¹). Observaram também aos 35 DAA, 99% de controle para as aplicações diretamente sobre o solo.

Ambos os herbicidas amicarbazone e isoxaflutole foram semelhantes no controle da espécie de *S. rhombifolia*, sendo uma planta daninha altamente suscetível aos herbicidas utilizados, com porcentagens de controle acima e 95% (Figura 2.5).

Tabela 2.5 – Média das porcentagens de controle atribuídas visualmente à *Sida rhombifolia* em diferentes épocas após a aplicação dos herbicidas em pré-emergência. Piracicaba – SP, 2008

Dose (g i.a.ha ⁻¹)	<i>Sida rhombifolia</i>							
	Épocas de avaliação de controle (DAA) ¹							
	15		30		45		60	
	AMC ²	IFT ³	AMC	IFT	AMC	IFT	AMC	IFT
0	0,0Ab ⁴	0,0Ab	0,0Aa	0,0Aa	0,0Ab	0,0Ab	0,0Ab	0,0Ac
1/64	1,5Ab	0,0Ab	93,7Aa	90,0Aa	86,3Aa	87,5Aa	80,0Aa	72,5Aab
1/32	1,5Ab	0,0Ab	88,7Aa	100,0Aa	85,0Aa	87,5Aa	82,5Aa	77,5Aab
1/16	4,5Ab	0,0Ab	100,0Aa	92,5Aa	100,0Aa	93,7Aa	95,0Aa	80,0Aab
1/8	8,7Ab	5,0Aab	85,0Aa	95,0Aa	91,3Aa	88,7Aa	86,3Aa	75,0Aab
1/4	38,5Aa	10,0Bab	100,0Aa	83,7Ba	100,0Aa	77,5Ba	95,0Aa	66,3Bb
1/2	37,5Aa	12,5Bab	100,0Aa	99,5Aa	100,0Aa	98,7Aa	97,0Aa	91,3Aab
1	40,0Aa	27,5Ba	100,0Aa	98,7Aa	100,0Aa	98,3Aa	99,0Aa	96,3Aa
2	38,3Aa	30,0Aa	100,0Aa	99,5Aa	96,3Aa	97,0Aa	100,0Aa	98,5Aa
F	4,25*		1,03 ^{ns}		0,82 ^{ns}		1,31 ^{ns}	
CV(%)	45,07		7,94		8,12		9,45	

¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para herbicidas (comparação nas linhas), e minúscula para doses (comparação nas colunas), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. ² Amicarbazone. ³ Isoxaflutole.

⁴ Análise estatística feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{[(x + 1) / 100]}$. DAA – dias após a aplicação. * Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo.

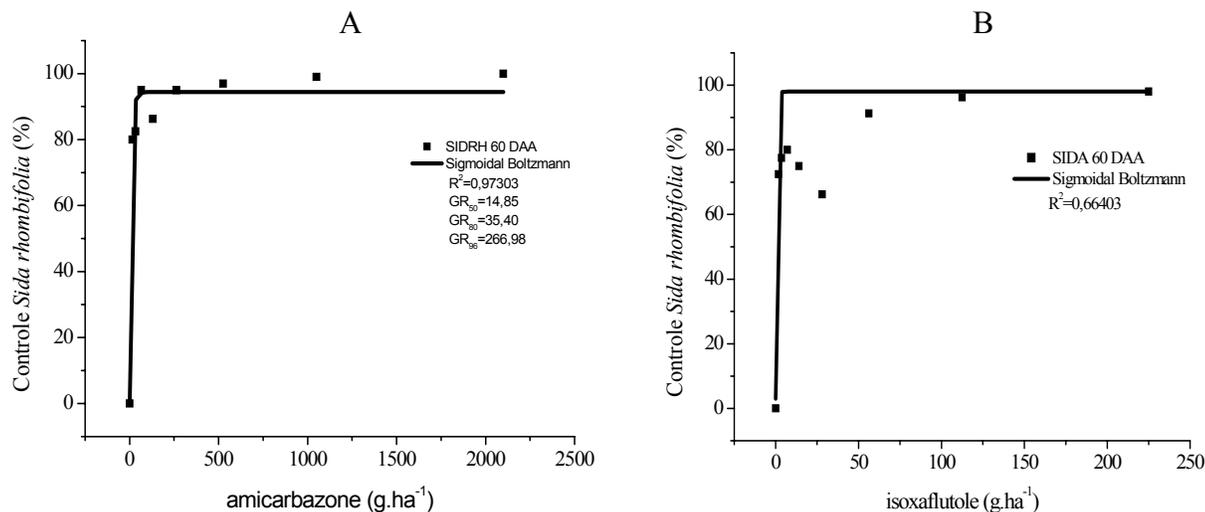


Figura 2.5 - Eficácia dos herbicidas amicarbazone (A) e isoxaflutole (B) aplicados em pré-emergência sobre *S. rhombifolia* aos 60 dias após a aplicação. Piracicaba – SP, 2008

Para *S. rhombifolia*, cujos dados de matéria seca estão apresentados na Figura 2.6, ocorreu significância apenas para a variável dose. Exceto para a dose 1/4, não houve diferença para nenhum dos herbicidas, mostrando ser uma espécie daninha de fácil controle quando se aplica os herbicidas em pré-emergência.

A representação gráfica (Figura 2.7) das avaliações de matéria seca mostra o ótimo desempenho dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole sobre a espécie de *S. rhombifolia*. No entanto o herbicida amicarbazone apresentou maior eficácia do que o observado para o isoxaflutole. Em ambos os herbicidas, praticamente houve total redução de matéria seca para a espécie de *S. rhombifolia*.

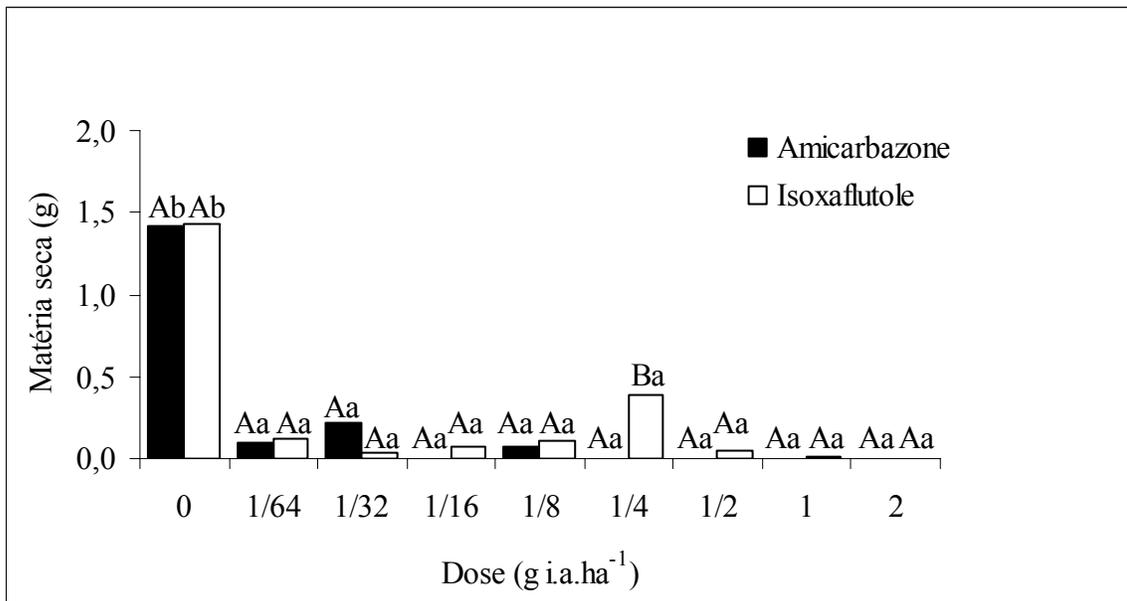


Figura 2.6 – Matéria seca de *Sida rhombifolia* aos 60 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para herbicidas, e minúscula para doses, não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p \leq 5\%$; $F_{(\text{herb})} = 1,54^{\text{ns}}$; $F_{(\text{dose})} = 27,01^*$; $F_{(\text{herb} \times \text{dose})} = 0,68^{\text{ns}}$; CV (%) = 64,96; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo. Piracicaba - SP, 2008

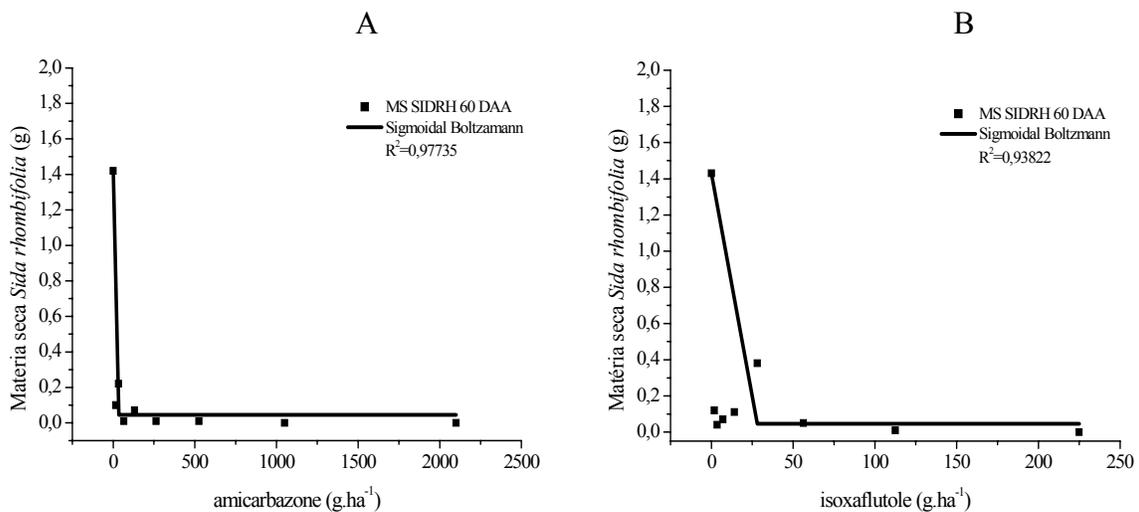


Figura 2.7 - Redução de matéria seca provocada pelos herbicidas amicarbazone (A) e isoxaflutole (B) sobre *S. rhombifolia* aos 60 dias após a aplicação (DAA). Piracicaba – SP, 2008

Para *B. decumbens* houve efeito significativo para a interação herbicida x dose em todas as épocas de avaliação, alcançando bons níveis apenas para o dobro da dose comercial para ambos os herbicidas aos 15 DAA. O controle total da gramínea foi atingido aos 30 DAA a partir de 50% da

dose comercial para o herbicida amicarbazone, porém, para o isoxaflutole, 82,5% de controle foi atingido quando aplicou-se metade da dose recomendada (Tabela 2.6). No entanto aos 45 e aos 60 DAA houve redução da porcentagem de controle, para ambos os herbicidas, evidenciando o início de germinação de algumas plântulas de *B. decumbens*, mesmo para as maiores doses de 1/2, 1 e 2D. (Tabela 2.6).

Em estudos conduzidos por Negrisoli et al., (2007), para avaliar a eficácia de amicarbazone (1.400 g i.a. ha⁻¹) em vaso quando aplicado em diferentes posicionamentos, em relação à camada de palha de cana-de-açúcar, observaram 100% de controle de *B. decumbens* a partir dos 14 DAA permanecendo até aos 56 DAA, quando o herbicida foi aplicado em pré-emergência.

Controle de 100% foi atingido aos 45 e aos 60 dias após a semeadura de *B. decumbens* em vaso, quando se aplicaram isoxaflutole (135 g i.a.ha⁻¹) em solo arenoso, e logo em seguida irrigados com uma lâmina de 20 mm (MARCHIORI JR. et al., 2005). Estes mesmos autores relatam que o isoxaflutole, apresentou maior período residual em solo de textura argilosa, independentemente da dose, devido às diferenças de carbono orgânico e argila entre solos arenosos e argilosos.

Tabela 2.6 – Média das porcentagens de controle atribuídas visualmente à *Brachiaria decumbens* em diferentes épocas após a aplicação dos herbicidas em pré-emergência. Piracicaba – SP, 2008

Dose (g i.a.ha ⁻¹)	<i>Brachiaria decumbens</i>							
	Épocas de avaliação de controle (DAA) ¹							
	15		30		45		60	
	AMC ²	IFT ³	AMC	IFT	AMC	IFT	AMC	IFT
0	0,0Af ⁴	0,0Af	0,0Ac	0,0Ae	0,0Ad	0,0Ad	0,0Ad	0,0Ae
1/64	0,0Af	0,0Af	0,0Ac	0,0Ae	5,0Ad	0,0Bd	0,0Ad	0,0Ae
1/32	5,0Ae	5,0Ae	0,0Ac	0,0Ae	5,8Ad	0,0Bd	0,0Ad	0,0Ae
1/16	5,0Be	16,3Ad	3,7Ac	6,3Ad	6,3Ad	6,3Ad	1,3Ad	2,5Ade
1/8	25,0Ad	25,0Ac	56,3Ab	13,7Bc	21,3Ac	16,3Bc	12,5Ac	7,5Bd
1/4	38,7Ac	41,3Ac	72,5Ab	57,5Bb	62,5Ab	55,0Ab	46,3Ab	25,0Bc
1/2	65,0Ab	67,5Ab	100,0Aa	82,5Ba	85,0Aa	81,3Aa	95,7Aa	68,7Bb
1	70,0Ab	70,0Ab	100,0Aa	96,3Aa	86,3Aa	91,3Aa	98,0Aa	94,5Aa
2	83,7Aa	80,0Aa	100,0Aa	99,0Aa	93,8Aa	95,8Aa	99,0Aa	97,7Aa
F	10,04*		11,36*		2,25*		2,78*	
CV(%)	6,96		10,10		10,65		12,65	

¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para herbicidas (comparação nas linhas), e minúscula para doses (comparação nas colunas), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. ² Amicarbazone. ³ Isoxaflutole.

⁴ Análise estatística feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{[(x + 1) / 100]}$. DAA – dias após a aplicação. * Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo.

Foi observado incremento sigmoidal no nível de controle com o aumento da dose dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole (Figura 2.8). Ambos os herbicidas foram semelhantes no controle de *B. decumbens*, com GR_{80} de 357,25 g i.a.ha⁻¹ e de 27,73 g i.a.ha⁻¹, respectivamente, para os herbicidas amicarbazone e isoxaflutole.

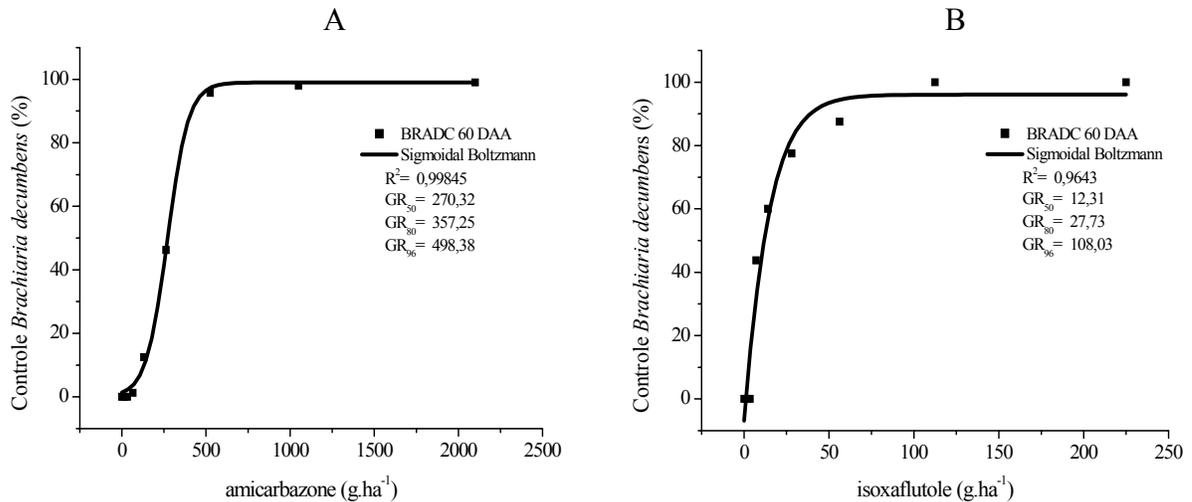


Figura 2.8 - Eficácia dos herbicidas amicarbazone (A) e isoxaflutole (B) aplicados em pré-emergência sobre *B. decumbens* aos 60 dias após a aplicação. Piracicaba – SP, 2008

A partir da dose de 1/8 para o herbicida amicarbazone houve diferença significativa na redução de matéria seca em relação às menores doses, porém não reduzindo satisfatoriamente a quantidade de matéria seca acumulada. Entretanto a metade da dose, a dose e o dobro da dose comercial, foram o suficiente para eliminar totalmente as plantas de *B. decumbens*. Para o herbicida isoxaflutole, a dose de 1/4 foi significativamente diferente em relação às sub-doses, sendo necessário a dose e o dobro da dose comercial para proporcionar a total eliminação da espécie gramínea (Figura 2.9).

Observa-se na Figura 2.10 que o herbicida isoxaflutole apresentou maior eficácia na redução de matéria seca de *B. decumbens*, provavelmente pela maior concentração de ingrediente ativo nas camadas superficiais do solo mesmo para as menores doses. Segundo Taylor-Lovell et al., (2002), o isoxaflutole não persiste em concentrações altas no solo, devido, principalmente, à sua hidrólise.

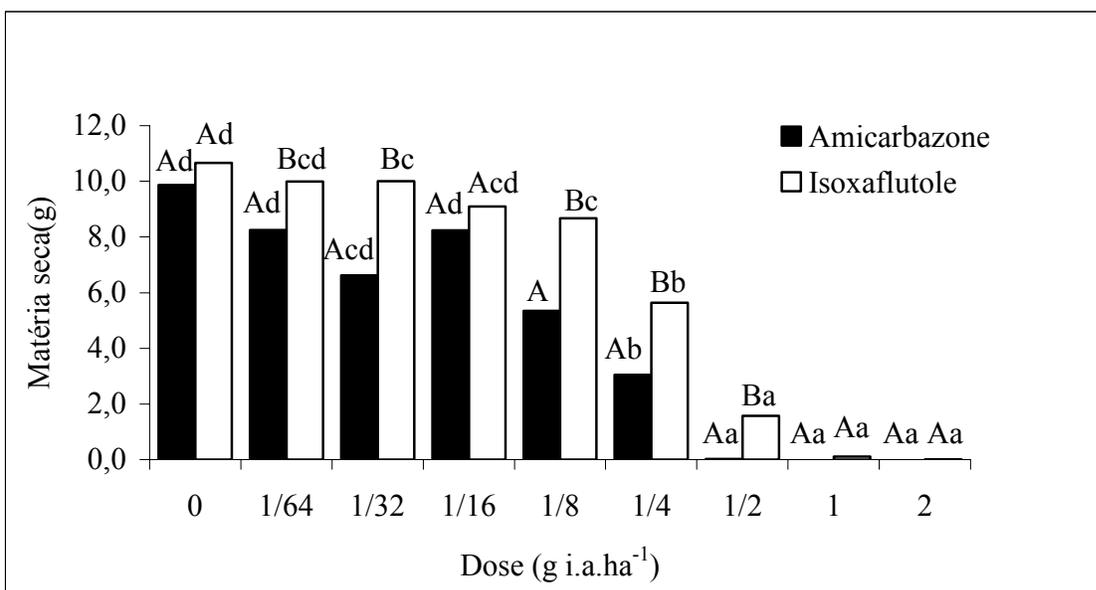


Figura 2.9 – Matéria seca de *Brachiaria decumbens* aos 60 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para herbicidas, e minúscula para doses, não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p \leq 5\%$; $F_{(\text{herb})} = 35,38^*$; $F_{(\text{dose})} = 143,52^*$; $F_{(\text{herb} \times \text{dose})} = 3,97^*$; $CV (\%) = 18,07$; * significativo a 5% de probabilidade. Piracicaba - SP, 2008

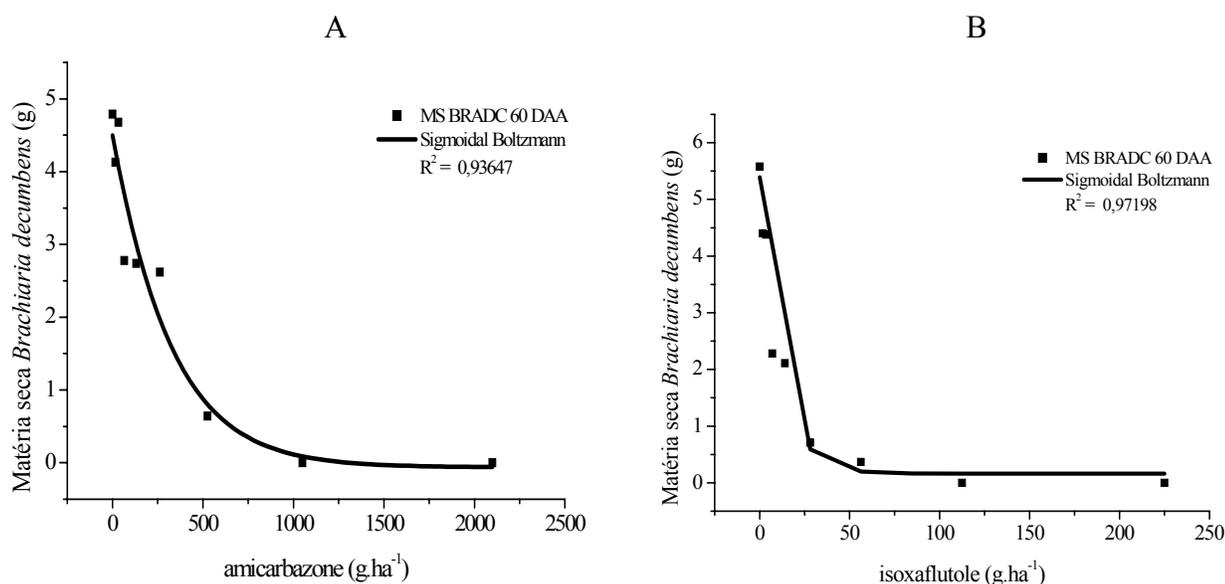


Figura 2.10 - Redução de matéria seca provocada pelos herbicidas amicarbazone (A) e isoxaflutole (B) sobre *B. decumbens* aos 60 dias após a aplicação (DAA). Piracicaba – SP, 2008

No que se refere a *D. horizontalis* houve significância apenas aos 15 DAA para os fatores herbicidas x dose, entretanto mesmo o dobro da dose recomendada atingiu 50% de controle para ambos os herbicidas (Tabela 2.7). As médias de controle foram consideradas suficientes com 1/4 da dose comercial do herbicida amicarbazone a partir dos 30 DAA com 86,3% de controle, porém reduzindo para níveis considerado bom com 60% de controle aos 60 DAA. Para o herbicida isoxaflutole a dose de 1/4 foi o suficiente para atingir 95% de controle aos 30 DAA, reduzindo para 88,7% e 83,7%, respectivamente, aos 45 e 60 DAA (Tabela 2.7).

Em experimento realizado em campo de produção de cana-de-açúcar, o herbicida isoxaflutole aplicado em pré-emergência de *D. horizontalis* na dose de 112,5 g i.a.ha⁻¹, apresentou 97,5% de controle aos 30 DAA reduzindo para 13,7% aos 90 dias após a aplicação (MARTINI; DURIGAN, 2004).

Tabela 2.7 – Média das porcentagens de controle atribuídas visualmente à *Digitaria horizontalis* em diferentes épocas após a aplicação dos herbicidas em pré-emergência. Piracicaba – SP, 2008

Dose (g i.a.ha ⁻¹)	<i>Digitaria horizontalis</i>							
	Épocas de avaliação de controle (DAA) ¹							
	15		30		45		60	
	AMC ²	IFT ³	AMC	IFT	AMC	IFT	AMC	IFT
0	0,0Ad ⁴	0,0Ae	0,0Ad	0,0Ac	0,0Ac	0,0Ad	0,0Ac	0,0Ac
1/64	0,0Ad	0,0Ae	0,0Ad	0,0Ac	0,0Ac	2,5Ad	0,0Ac	0,0Ac
1/32	3,3Ac	0,0Be	8,7Acd	2,5Ac	13,7Ac	5,0Ad	0,0Ac	0,0Ac
1/16	7,5Ab	3,7Bd	32,5Ab	15,0Bbc	37,5Ab	51,3Ac	12,5Bbc	45,0Ab
1/8	8,7Bb	12,5Ac	31,3Abc	20,0Ab	41,3Ab	53,7Abc	17,5Ab	30,0Ab
1/4	43,0Aa	15,0Bc	86,3Aa	95,0Aa	77,5Aab	88,7Aab	60,0Aa	83,7Aa
1/2	44,3Aa	35,0Bb	95,0Aa	100,0Aa	93,7Aa	96,3Aa	87,5Aa	95,0Aa
1	48,7Aa	40,0Bb	98,7Aa	100,0Aa	96,3Aa	98,7Aa	92,5Aa	95,7Aa
2	50,0Aa	50,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	98,7Aa	100,0Aa	98,7Aa	98,7Aa
F	21,30*		1,05 ^{ns}		0,71 ^{ns}		0,97 ^{ns}	
CV(%)	8,05 ¹		19,88		17,97		22,13	

¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para herbicidas (comparação nas linhas), e minúscula para doses (comparação nas colunas), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. ² Amicarbazone. ³ Isoxaflutole.

⁴ Análise estatística feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{[(x + 1) / 100]}$. DAA – dias após a aplicação. * Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo.

As curvas de dose-reposta apresentadas na Figura 2.11 revelam que os herbicidas amicarbazone e isoxaflutole foram semelhantes no controle da espécie de *D. horizontalis*, com GR_{80} semelhantes entre os herbicidas, ou seja, é necessário a mesma dose, proporcional para cada herbicida, para que ocorra 80% de controle. Segundo Carvalho et al., (2005), a dose recomendada do herbicida imazapic (98 g i.a.ha⁻¹), foi o suficiente para proporcionar controles acima de 80% aos 30 e aos 60 dias após a infestação de *D. horizontalis*, quando aplicado sobre o solo com 46,5% de argila.

Houve efeito significativo apenas para a variável dose para matéria seca de *D. horizontalis* (Figura 2.12). A partir de 1/4 da dose foi possível observar maiores reduções no acúmulo de matéria seca, com total redução a partir de metade da dose (1/2 D) para isoxaflutole, e a partir da dose (1D) para amicarbazone.

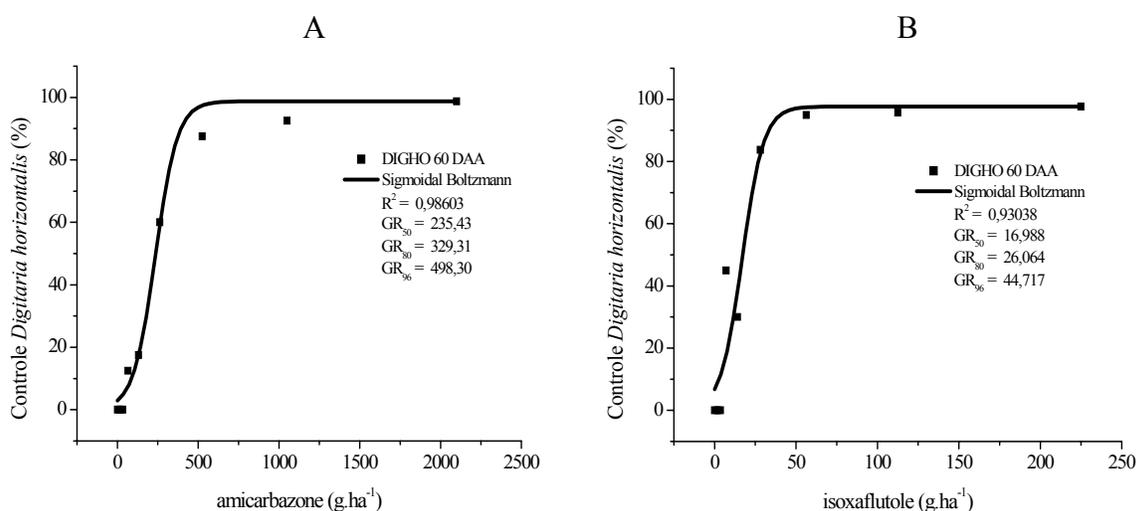


Figura 2.11 - Eficácia dos herbicidas amicarbazone (A) e isoxaflutole (B) aplicados em pré-emergência sobre *D. horizontalis* aos 60 dias após a aplicação. Piracicaba – SP, 2008

A representação gráfica das avaliações de matéria seca mostra a eficácia dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole sobre a espécie de *D. horizontalis*. Ambos os herbicidas reduziram para zero a matéria seca presente nas unidades experimentais expostas à aplicação da dose recomendada do produto (Figura 2.13).

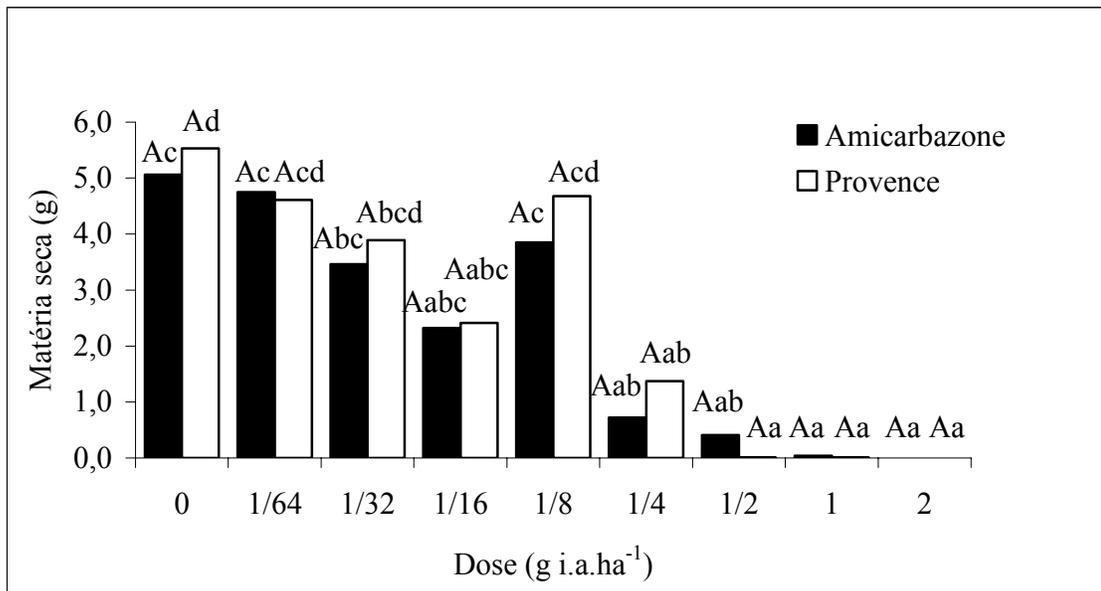


Figura 2.12 – Matéria seca de *Digitaria horizontalis* aos 60 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para herbicidas, e minúscula para doses, não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p \leq 5\%$; $F_{(\text{herb})} = 1,32^{\text{ns}}$; $F_{(\text{dose})} = 19,70^*$; $F_{(\text{herb} \times \text{dose})} = 0,35^{\text{ns}}$; $\text{CV} (\%) = 48,80$. * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo. Piracicaba - SP, 2008

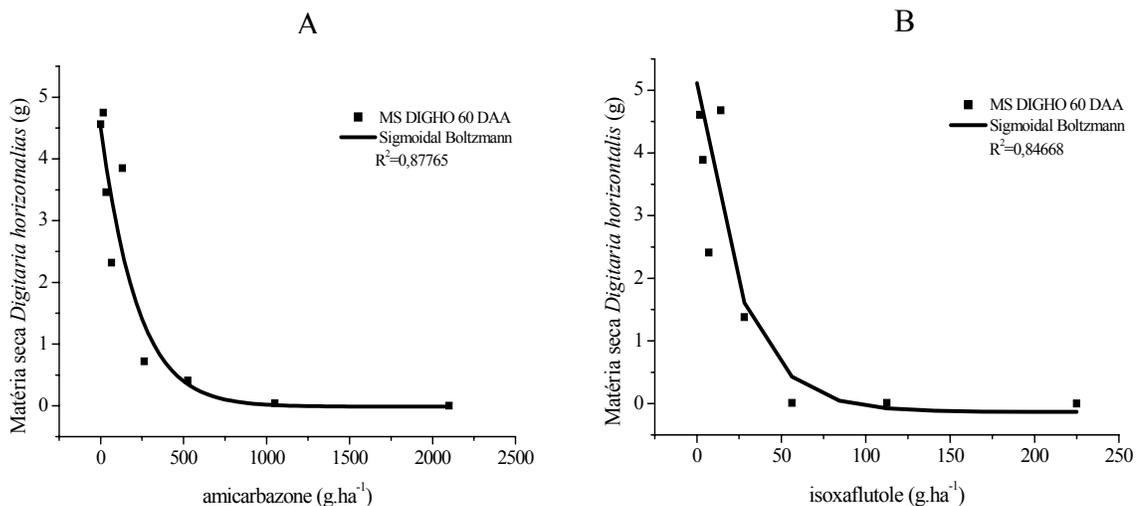


Figura 2.13 - Redução de matéria seca provocada pelos herbicidas amicarbazone (A) e isoxaflutole (B) sobre *D. horizontalis* aos 60 dias após a aplicação (DAA). Piracicaba – SP, 2008

Para *P. maximum* as avaliações realizadas aos 15, 30 e 60 DAA não apresentaram efeito significativo, no entanto apresentaram excelentes níveis de controle a partir de 1/2D para os herbicidas amicarbazone e isoxaflutole, exceto aos 15 DAA com o máximo de 65% para a dose 2D (Tabela 2.8). Aos 45 DAA o herbicida amicarbazone apresentou 87,5% de controle para metade da dose permanecendo até aos 60 DAA.

O herbicida isoxaflutole apresentou níveis de controle considerado muito bom a partir de 1/8D já aos 30 DAA e de 92,5% a partir de 1/4 da dose para o isoxaflutole aos 45 DAA (Tabela 2.8). Martini e Durigan (2004) verificaram baixos níveis de controle quando também se aplicaram isoxaflutole (112,5 g i.a.ha⁻¹) para o controle de *P. maximum* e obtiveram valores de controle não superiores a 50% aos 90 DAA.

A Figura 2.14 mostra que o herbicida isoxaflutole foi mais eficaz no controle de *P. maximum*, provavelmente pelo maior efeito residual no solo e menores doses para obter 80% de controle com GR₈₀ de 61,51 g i.a.ha⁻¹.

Tabela 2.8 – Média das porcentagens de controle atribuídas visualmente à *Panicum maximum* em diferentes épocas após a aplicação dos herbicidas em pré-emergência. Piracicaba – SP, 2008

Dose (g i.a.ha ⁻¹)	<i>Panicum maximum</i>							
	Épocas de avaliação de controle (DAA)							
	15		30		45		60	
	AMC ²	IFT ³	AMC	IFT	AMC	IFT	AMC	IFT
0	0,0Ae ⁴	0,0Ae	0,0Ad	0,0Ac	0,0Ae	0,0Ab	0,0Ad	0,0Ac
1/64	3,3Ae	0,0Ae	2,5Ad	0,0Ac	2,5Ae	1,3Ab	0,0Ad	0,0Ac
1/32	4,5Ae	7,5Ad	6,3Ad	0,0Ac	6,3Ade	2,5Ab	0,0Ad	0,0Ac
1/16	18,7Ad	13,7Ac	45,0Ac	35,0Ab	30,0Bcd	61,3Aa	33,7Ac	43,7Ab
1/8	27,5Acd	20,0Ac	43,7Bbc	81,3Aa	23,7Bcd	77,5Aa	43,7Aabc	60,0Aab
1/4	33,7Aabc	36,3Ab	48,7Babc	96,3Aa	51,3Aabc	92,5Ba	41,3Aabc	77,5Aab
1/2	48,7Aab	51,3Aab	90,0Aab	97,5Aa	87,5Aab	93,7Aa	87,5Aab	87,5Aa
1	60,0Aa	60,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa
2	65,0Aa	65,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa
F	1,66 ^{ns}		1,95 ^{ns}		3,93*		0,55 ^{ns}	
CV(%)	10,9		22,38		19,13		24,74	

¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para herbicidas (comparação nas linhas), e minúscula para doses (comparação nas colunas), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. ² Amicarbazone. ³ Isoxaflutole.

⁴ Análise estatística feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{[(x + 1) / 100]}$. DAA – dias após a aplicação. * Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo.

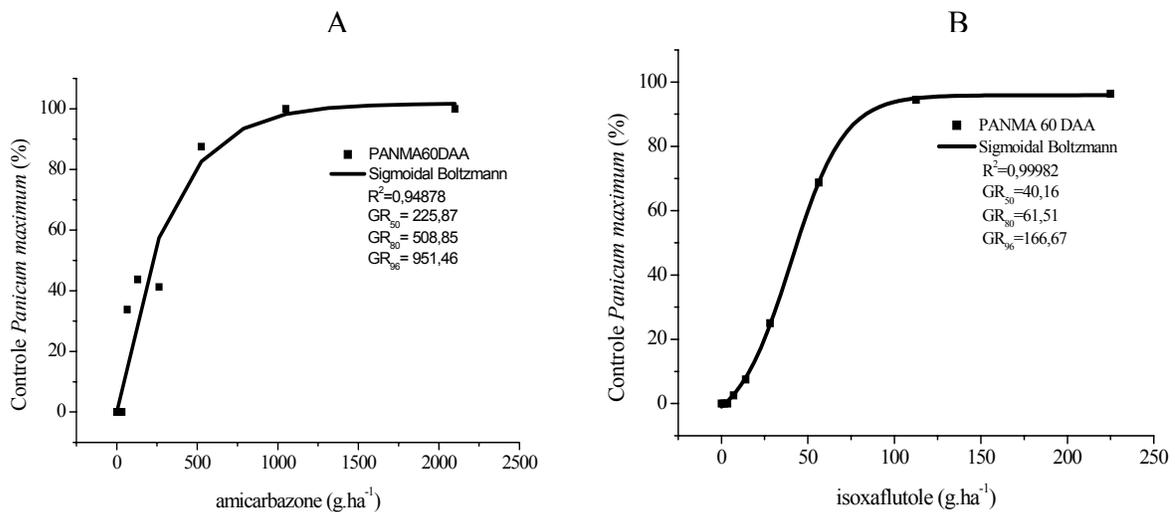


Figura 2.14 - Eficácia dos herbicidas amicarbazone (A) e isoxaflutole (B) aplicados em pré-emergência sobre *P. maximum* aos 60 dias após a aplicação. Piracicaba – SP, 2008

Para a gramínea *P. maximum* (Figura 2.15) houve efeito significativo apenas para o fator dose, em que os herbicidas mantiveram a mesma tendência de controle na medida em que se aumentava a quantidade de ingrediente ativo. Na aplicação da metade e da dose recomendada para o herbicida amicarbazone houve drástica redução na quantidade de matéria seca produzida, enquanto que para o herbicida isoxaflutole, foi necessária apenas a aplicação de 1/4 da dose comercial (18,75 g i.a.ha⁻¹) para se ter bons resultados na diminuição da matéria seca. Entretanto, o total de matéria seca reduzida ocorreu quando se aplicou a dose e o dobro da dose recomendada em rótulo (Figura 2.15).

Segundo Gravena et al., (2004), a aplicação da mistura pronta de trifloxysulfuron + ametryna (32,4 + 1.280 g i.a.ha⁻¹) em áreas de produção de cana-de-açúcar sem a presença da palha, infestadas com *P. maximum*, foi o suficiente para proporcionar reduções na matéria seca superior a 90%.

De acordo com a Figura 2.15, a redução da matéria seca foi mais acentuada para o herbicida isoxaflutole nas maiores doses (Figura 2.16), sendo a espécie de *P. maximum* mais suscetível ao herbicida.

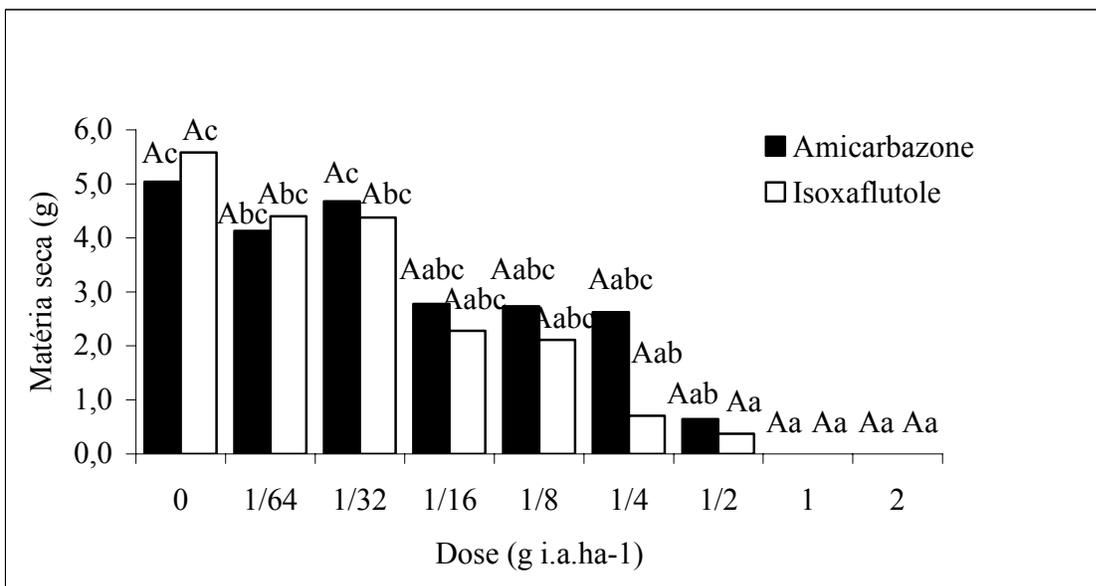


Figura 2.15 – Matéria seca de *Panicum maximum* aos 60 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para herbicidas, e minúscula para doses, não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p \leq 5\%$; $F_{(\text{herb})} = 0,27^{\text{ns}}$; $F_{(\text{dose})} = 10,81^*$; $F_{(\text{herb} \times \text{dose})} = 0,38^{\text{ns}}$; $\text{CV} (\%) = 98,22$; * significativo a 5%; ^{ns} – não significativo. Piracicaba - SP, 2008

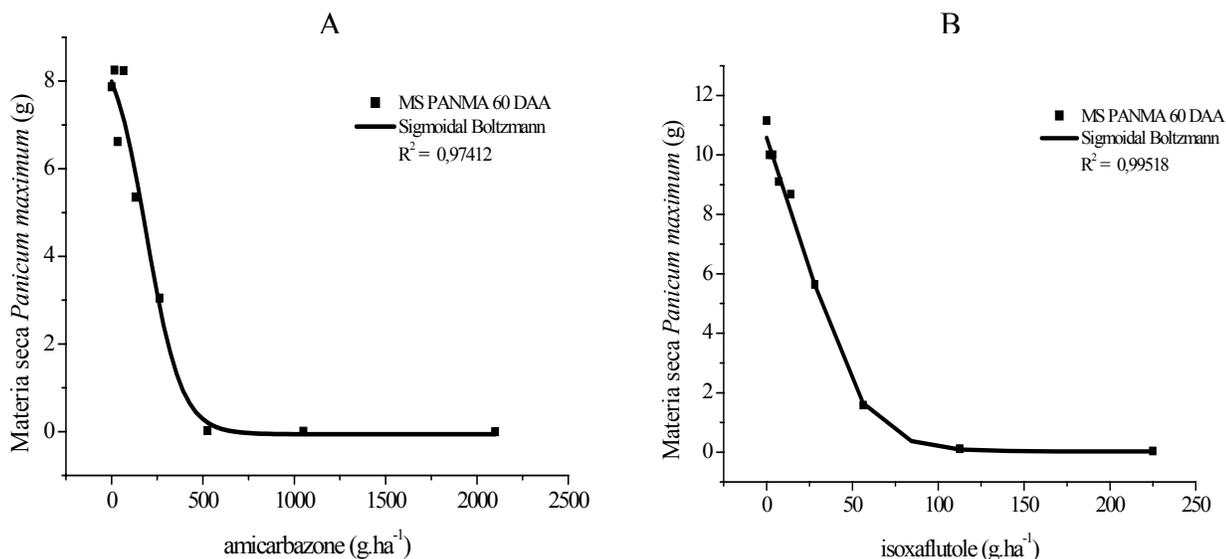


Figura 2.16 - Redução de matéria seca provocada pelos herbicidas amicarbazone (A) e isoxaflutole (B) sobre *P. maximum* aos 60 dias após a aplicação (DAA). Piracicaba – SP, 2008

2.4 Conclusões

Os resultados deste experimento demonstram que a espécie de *E. heterophylla* foi mais suscetível ao herbicida amicarbazone. A espécie de *S. rhombifolia* apresentou a maior suscetibilidade entre as espécies estudadas para ambos os herbicidas, mesmo para as menores doses. As espécies gramíneas apresentaram comportamentos semelhantes tanto de controle, quanto para acúmulo de matéria seca. Para a espécie de *P. maximum*, o isoxaflutole atingiu bons níveis de controle a partir de 1/4 da dose.

Referências

ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, v. 1, n. 1, p. 35-38, 1974.

CARBONARI, C.A.; MESCHEDÉ, D.K.; CORREA, M.R.; VELINI, E.D.; TOFOLI, G.R. Eficácia do herbicida diclosulam em associação com a palha de sorgo no controle de *Ipomoea grandifolia* e *Sida rhombifolia*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 657-664, 2008.

CARVALHO, S.J.P.; LOMBARDI, B.P.; NICOLAI, M.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; MEDEIROS, D. Curvas de dose-resposta para avaliação do controle de fluxos de emergência de plantas daninhas pelo herbicida imazapic. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 535-542, 2005.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”. Departamento de Física e Meteorologia. **Base de dados do posto agrometeorológico do departamento de física e meteorologia – DFM – ESALQ – USP**. Disponível em <<http://www.lce.esalq.usp.br/postocon.html>>. Acesso em: 30 nov. 2008.

FREITAS, S.P.; OLIVEIRA, A.R.; FREITAS, S.J.; SOARES, L.M.S. Controle químico de *Rottboelia exaltata* em cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 461-466, 2004.

GRAVENA, R.; RODRIGUES, J.P.R.G.; SPINDOLA, W.; PITELLI, R.A.; ALVES, P.L.C.A. Controle de plantas daninhas através da palha de cana-de-açúcar associada à mistura dos herbicidas trifloxysulfuron-sodium + ametryn. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 419-427, 2004.

KUVA, M.A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R.A.; CHRISTOFFOLETI P.J.; ALVES, P.L.C.A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. II – capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, n. 3, p.323-330, 2001.

_____. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. III - capim-brachiaria (*Brachiaria decumbens*) e capim colonião (*Panicum maximum*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 37-44, 2003.

MARCHIORI JR., O.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR, R.S.; INOUE, M.H.; PIVETTA, J.P.; CAVALIERI, S.D. Efeito residual de isoxaflutole após diferentes períodos de seca. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 491-499, 2005.

MASCARENHAS, M.H.T.; GALLI, A.J.B.; VIANA, M.C.M.; MACÊDO, G.A.R.; LARA, J.F.R. Eficácia do halosulfuron no controle de tiririca (*Cyperus rotundus*) na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 13, n. 2, p. 69-80, 1995.

MARTINI, G.; DURIGAN, J.C. Influência do teor de água na superfície do solo sobre a eficácia e seletividade do flazasulfuron, na cultura de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 259-267, 2004.

MITRA, S.; BHOWMILK, P. C.; XING, B. Sorption and desorption of the diketone nitrile metabolite of isoxaflutole in soils. **Environmental Pollution**, Amherst, v. 108, n. 2, p. 183-190, 2000.

MONQUERO, P.A.; AMARAL, L.R.; SILVA, A.C.; SILVA, P.V.; BINHA, D.P. Eficácia de herbicidas em diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar no controle de *Euphorbia heterophylla*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 613-619, 2007.

NEGRISOLI, E.; ROSSI, C.V.S.; VELINI, E.D.; CAVENAGHI, A.L.; COSTA, E.A.D.; TOLEDO, R.E.B. Controle de plantas daninhas pelo amicarbazone aplicado na presença de palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 603-611, 2007.

PROCÓPIO, S.O.; SILVA, A.A.; VARGAS, L. Manejo e controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. In.: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 397-452.

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

TAYLOR-LOVELL, S.; SIMS, G. K.; WAX, L.M. Effects of moisture, temperature, and biological activity on the degradation of isoxaflutole in soil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, p. 5626-5633, 2002.

TOLEDO, R.E.B.; KOBAYASHI, E. K.; HONDA, T.; MIYASAKI, J. M.; PERETTO, A. J. Dinamic (amicarbazone) – novo herbicida seletivo para o controle de plantas daninhas em pré e pós-emergência na cultura da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2004. p. 451.

3 EFICÁCIA E SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ-EMERGÊNCIA NA SOQUEIRA DA CANA-DE-AÇÚCAR EM ÉPOCA SECA

Resumo

Após a realização da colheita mecanizada iniciam-se as operações agrícolas para o bom desenvolvimento da cana-de-açúcar, dentre elas, a aplicação de herbicidas para época seca, os quais necessitam de boas condições climáticas para exercerem sua ação residual de controle no solo. Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficácia, bem como o período residual de herbicidas aplicados em condições de pré-emergência das plantas daninhas e cana-soca em área de produção comercial de cana-de-açúcar. As espécies de plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* L., *Sida rhombifolia* L., *Brachiaria decumbens* Stapf e *Digitaria horizontalis* Willd. foram semeadas em soqueira de cana-de-açúcar de segundo corte, na Fazenda Santa Rosa pertencente à Usina Costa Pinto, localizada em Piracicaba - SP. Os tratamentos herbicidas aplicados foram: amicarbazone (2D = 2.100; D = 1.050 e D/2 = 525 g i.a.ha⁻¹), isoxaflutole (2D = 225; D = 112,5 e D/2 = 56,25 g i.a.ha⁻¹), associação amicarbazone + isoxaflutole (525 + 112,5 g i.a.ha⁻¹) e testemunha sem capina. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições e foram feitas avaliações de controle das plantas daninhas e de fitointoxicação da cana-de-açúcar aos 15, 30, 60, 90 e 150 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA), sendo que os resultados obtidos foram transformados em arco-seco $\sqrt{[x + 1/100]}$. Ao término do experimento cada parcela foi colhida e estimada a produtividade (t.ha⁻¹) de cana-de-açúcar. Para a análise de variância, foi aplicado o teste F e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados mostraram que a eficácia de controle dos herbicidas foi influenciada pela distribuição pluviométrica ao longo do experimento. A planta daninha *E. heterophylla* foi suscetível a todos os herbicidas, exceto para as doses D/2 e D para o herbicida isoxaflutole. Houve controle satisfatório para a espécie de *S. rhombifolia*, porém a eficácia foi reduzida devido ao surgimento de novos fluxos de emergência da planta daninha. Os herbicidas foram eficazes apenas na dose 2D para cada herbicida, porém não conseguiram eliminar a parte aérea das plantas de *B. decumbens*. O herbicida amicarbazone não foi eficiente para *D. horizontalis*, sendo mais suscetível para o herbicida isoxaflutole. Os herbicidas foram seletivos às plantas de cana-de-açúcar com sintomas de fitotoxicidade nas avaliações iniciais, não interferindo na produtividade agrícola da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar; *Brachiaria decumbens*, *Digitaria horizontalis*; *Sida rhombifolia*; *Euphorbia heterophylla*; Pré-emergência

Abstract

After carrying out the mechanized harvesting, agricultural operations are began aiming the optimal development of sugar cane, among them, the application of herbicides for dry season, which require favorable weather conditions to play the residual role of control in the soil. Thus, this study aimed to evaluate the effectiveness and the residual period of herbicides applied in a pre-emergence of weeds and in-ratoon cane of commercial production area of cane sugar. The weed species *Euphorbia heterophylla* L., *Sida rhombifolia* L., *Brachiaria decumbens* Stapf e *Digitaria*

horizontalis Willd were sown in ratoon sugar cane of the second cut, at Santa Rosa farm which belongs to Costa Pinto Mill located in Piracicaba/SP. The herbicide treatments applied were: amicarbazone (525; 1.050 and 2.100 g i.a.ha⁻¹), isoxaflutole (56.25; 112.5 and 225 g i.a.ha⁻¹), association amicarbazone + isoxaflutole (525 + 112.5 g i.a.ha⁻¹) and control with no weeding. The experimental design was randomized blocks with four replicates and evaluation on weed control and phytotoxicity of sugar cane was carried out at 15, 30, 60, 90 and 150 days after the application of herbicides (DAA), results were converted into arc-sen $\sqrt{[x + 1 / 100]}$. At the end of the experiment, each plot was harvested and sugar cane productivity was estimated (t.ha⁻¹). For the analysis of variance, the F test was applied and the averages were compared by Tukey test at 5% of probability. Results showed that the effectiveness of control by herbicides is influenced by the rainfall distribution during the experiment. All the herbicides were effective in the control of *E. heterophylla*, except for D/2 and D doses of isoxaflutole herbicides. There was satisfactory control of *S. rhombifolia* species; however effectiveness of the herbicides was reduced due to the appearance of new emergence flows of weed. The herbicides were effective only at the 2D dose for each herbicide; however it failed to eliminate shoots of *B. decumbens*. The herbicide amicarbazone was not effective for *D. horizontalis*, being more susceptible to isoxaflutole herbicide. The herbicides were selective to plants of sugar cane with symptoms of phytotoxicity in the initial assessments, not interfering with the agricultural productivity of sugar cane.

Keywords: Sugarcane; *Brachiaria decumbens*; *Digitaria horizontalis*; *Sida rhombifolia*; *Euphorbia heterophylla*; Control

3.1 Introdução

A flora infestante das lavouras canavieiras é bastante específica se comparada com a de outras culturas. O número de espécies é menor e constituído, geralmente, de plantas muito diferentes, ainda que separadas no espaço apenas por um carreador. Os efeitos microclimáticos, as interações de natureza química (alelopáticas) entre as plantas daninhas e a cultura e o uso contínuo de determinados insumos – como adubos, corretivos e herbicidas – são os principais responsáveis pela composição da flora infestante (LORENZI, 1988).

O controle químico de plantas daninhas é influenciado por fatores ligados à cultura, às plantas infestantes, às condições climáticas e ao solo. Considerando a época de plantio da cana (cana planta de ano e cana planta de ano e meio), ou corte, pode-se determinar as características do clima, da umidade do solo e da infestação de plantas daninhas. Com isso consegue-se programar o uso de herbicidas em condições de pré-plantio, pré-emergência e pós-emergência (CHRISTOFFOLETI, 1997).

Na cultura da cana-de-açúcar, o controle químico é o método mais utilizado no manejo de plantas daninhas, em razão de haver inúmeros herbicidas registrados para esta cultura no Brasil. Além disso, trata-se de um método econômico e de alto rendimento em comparação com os métodos mecânicos ou físicos. Em consequência disso, a cultura da cana-de-açúcar assimilou rapidamente essa tecnologia, sendo hoje a segunda em consumo de herbicidas no Brasil, depois da cultura da soja (PROCÓPIO et al., 2003).

A utilização de herbicidas aplicados em pré-emergência com efeito residual prolongado é um dos fatores que determinam grande eficácia no controle de plantas daninhas durante o período crítico de competição. Com essa alternativa, torna-se possível a execução de planos para controle efetivo de plantas infestantes na lavoura (MILLER et al., 1995).

As características que contribuem para manutenção da eficácia dos herbicidas no solo por períodos de seca são: baixa volatilidade, não-fotodegradáveis, alta solubilidade, baixa adsorção aos colóides do solo e degradação principalmente via microbiana, já que nesta condição de solos secos muitos microrganismos passam ao estágio de repouso e tornam-se inativos (GUIMARÃES, 1987). Assim, herbicidas com propriedades químicas diferentes devem apresentar comportamentos distintos quando aplicados em condições de seca.

Na cultura da cana-de-açúcar a seletividade dos herbicidas utilizados depende de fatores relacionados ao posicionamento do herbicida no solo, à absorção foliar e à degradação do herbicida pela cultura. Em relação a herbicidas aplicados na superfície foliar ou ao solo, as variedades comerciais de cana-de-açúcar podem comportar-se de maneira diferente (VICTORIA FILHO e CHRISTOFFOLETI, 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia dos herbicidas amicarbazone, isoxaflutole e da associação de amicarbazone e isoxaflutole quando aplicados em pré-emergência em soqueira de cana-de-açúcar na época seca no controle de plantas daninhas e seus reflexos na cultura.

3.2 Material e Métodos

No mês de junho de 2008 foi instalado um experimento na Fazenda Santa Rosa (22°67'14,5''S; 47°60'88,3''W), pertencente ao GrupoCosan/Usina Costa Pinto, unidade produtora de açúcar e álcool, localizada no município de Piracicaba - SP, em um Latossolo Vermelho Amarelo

(Tabela 3.1), em soqueira de cana-de-açúcar cultivada com a variedade SP-891115, após o segundo corte realizado de forma mecanizada em época seca, sem a queima prévia do canavial.

Tabela 3.1 – Análise química e física do solo da área experimental. Faz. Santa Rosa, Piracicaba – SP, 2008

Química*												
Prof. amostra	pH CaCl ₂	M.O. g.dm ⁻³	P resina mg.dm ⁻³	S-SO ₄	K	Ca	Mg	H+Al	Al	S.B.	T	V %
0-25 cm	5,4	33	12	5	9,9	30	14	22	0	53,9	75,9	71
Física*												
Areia (%)			Silte (%)			Argila (%)			Textura			
63			7			30			média-argilosa			

SB = soma de bases; T = capacidade de troca de cátions; V = saturação de bases e M.O. = matéria orgânica.

Classe de diâmetro (mm):

Areia = 2,0-0,05; Silte = 0,05-0,002; Argila < 0,002

Classes de textura: 25% ≤ argila ≤ 34% - média-argilosa

* Análise feita pelo Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ/USP.

O experimento foi instalado segundo o delineamento experimental de blocos casualizados com oito tratamentos e quatro repetições. As parcelas experimentais constaram de três linhas espaçadas de 1,40 m, com seis metros de comprimento cada, perfazendo uma área de 25,2 m². O sistema de enleiramento do palhiço, da Usina Costa Pinto é de 3:1, ou seja, uma entrelinha recebe a biomassa de outras duas entrelinhas laterais. Sendo assim, cada parcela do experimento possuía duas entrelinhas sem cobertura e uma entrelinha com o triplo do palhiço, onde a quantidade média de palha da variedade SP-891115 foi de 17,55 t.ha⁻¹.

As plantas daninhas, *Euphorbia heterophylla* L., *Sida rhombifolia* L., *Brachiaria decumbens* Stapf e *Digitaria horizontalis* Willd. foram semeadas, no dia três de junho logo após a aplicação da vinhaça, linearmente em sulcos de 5 cm de profundidade feitos nas duas entrelinhas descobertas de cada parcela, sendo que uma das entrelinhas recebeu as sementes das gramíneas e a outra as sementes das folhas largas. A área útil considerada foram as duas linhas sem o palhiço com quatro metros de comprimento.

A densidade média das plantas de *E. heterophylla*, *S. rhombifolia*, *B. decumbens* e *D. horizontalis* foi, respectivamente, de 35, 9, 12 e 10 pl.m⁻², determinada na parcela testemunha aos 30 dias após a semeadura das plantas daninhas.

Os herbicidas foram aplicados em solo úmido, devido a adição de 225 m³.ha⁻¹ de vinhaça, no dia quatro de junho às 15h, em pré-emergência total das plantas daninhas na fase de “esporão” da soqueira da cana-de-açúcar. Os tratamentos utilizados foram: amicarbazone nas doses de 2D = 2.100; D = 1.050 e D/2 = 525 g i.a. ha⁻¹; isoxaflutole a 2D = 225; D = 112,5 e D/2 = 56,25 g i.a. ha⁻¹; associação de amicarbazone + isoxaflutole na dose de D/2 = 525 + D = 112,5 g i.a. ha⁻¹ e testemunha sem capina. Na aplicação utilizou-se pulverizador costal pressurizado por CO₂ à pressão constante de 2,5 kgf.cm⁻², barra de aplicação provida de quatro bicos com pontas de pulverização do tipo leque 110.03, espaçados de 0,50 m e consumo de calda relativo de 200 L.ha⁻¹.

A umidade relativa do ar medida no início da aplicação era de 81,4 %; temperatura de 23,3 °C e velocidade do vento de 2,2 km.h⁻¹. Aplicou-se o herbicida no sentido da linha de cana e nos cinco metros centrais de cada parcela, deixando-se 1 metro de cada extremidade sem aplicação, para evitar deriva de herbicida entre parcelas e auxiliar nas avaliações de controle (%).

As porcentagens de controle obtidas nas avaliações foram correlacionadas com a escala de notas da Asociación Latino Americana de Malezas (ALAM, 1974), que atribui nota de controle de 0 a 100%, bem como o seu conceito de controle, que varia de 1 (nenhum a pobre) a 6 (excelente). As avaliações foram feitas aos 15, 30, 60, 90 e 150 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas. Possíveis alterações morfológicas e de coloração das plantas de cana-de-açúcar, que pudessem ser caracterizadas como efeitos de fitointoxicação dos herbicidas, foram avaliados aos 15, 30, 60, 90 e 150 DAA. Essa avaliação foi baseada na escala de notas recomendada pelo European Weed Research Council (EWRC, 1964), em que a nota um (1,0) representa a ausência de sintomas e nove (9,0) a morte total das plantas.

Foi realizada a contagem e coleta das diferentes plantas daninhas aos 150 DAA, por meio de quadros de 0,25 m², jogados duas vezes em cada entrelinha sem a palha da cana-de-açúcar, e posterior determinação da matéria seca. A colheita manual da cana-de-açúcar, sem a realização da queima prévia, foi realizada aos 161 dias após a aplicação para estimar a produção (t.ha⁻¹).

As porcentagens de controle, bem como os dados de matéria seca e notas de fitointoxicação foram transformados em arco-seno $\sqrt{[(x+1)/100]}$ e submetidas à análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

3.3 Resultados e Discussão

Na Usina Costa Pinto, após a colheita da cana-de-açúcar, é feito o trato da soqueira realizando a tríplice operação e, logo em seguida, a aplicação da vinhaça. Neste sentido, foi realizada uma aplicação de $225 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ de vinhaça um dia antes da aplicação dos herbicidas na área experimental, deixando o solo bastante úmido para uma condição normal para aplicação de herbicidas. Além disso, as chuvas ocorridas durante o experimento foram bem distribuídas, praticamente ocorrendo precipitações em todos os meses (Figura 3.1).

O teor de umidade na superfície de um solo, bem como as características físico-químicas são fatores decisivos na escolha do herbicida e da dose a ser aplicada. A aplicação em pré-emergência e as condições na qual se encontrava o solo sugerem que os herbicidas amicarbazone e isoxaflutole tiveram rápida ação no controle inicial das plantas daninhas, porém reduzindo sua eficácia nas avaliações finais de controle. Outro fato observado foram os sintomas de fitointoxicação, mais acentuados nos primeiros meses de avaliação, em consequência da lixiviação dos herbicidas para a zona de absorção radicular.

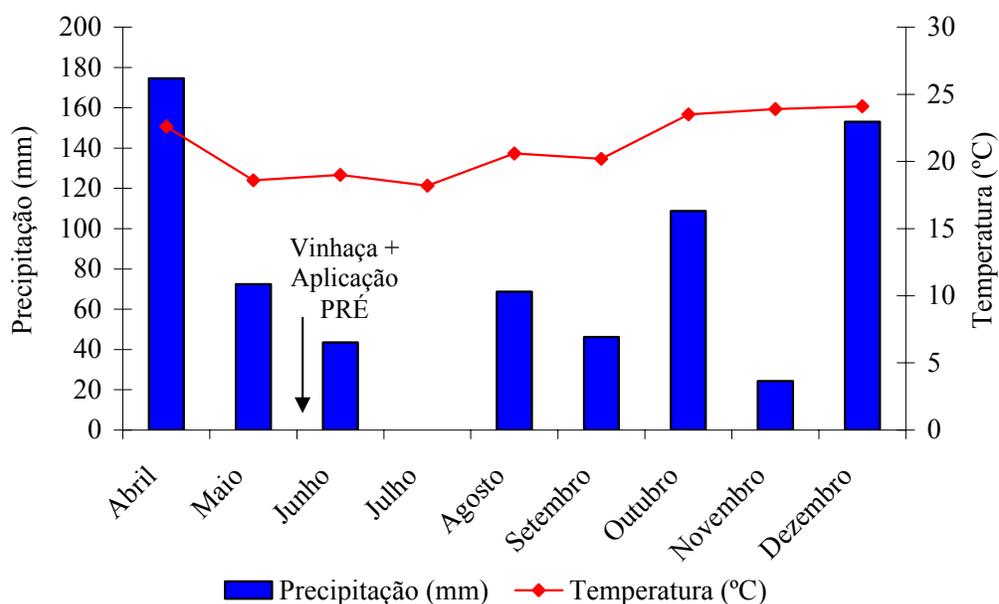


Figura 3.1 – Precipitações (mm) e temperaturas (°C) médias mensais no período referente a abril e dezembro de 2008. Piracicaba – SP, 2008

Fonte: Base de dados do posto meteorológico da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Para todas as épocas de avaliação, houve efeito significativo nos tratamentos herbicidas (Tabela 3.2). Nenhum dos herbicidas e doses foi satisfatório no controle da *E. heterophylla* aos 15 dias após a aplicação, porém ótimas porcentagens de controle foram observadas a partir dos 30 DAA, exceto para o herbicida isoxaflutole nas doses de 56,25 e 112,5 g i.a.ha⁻¹, o que pode ser justificado pelo mecanismo de ação, visto que o amicarbazone atua na inibição do fotossistema II. A dose de 525 e 1.050 g i.a.ha⁻¹ do amicarbazone foi o suficiente para proporcionar ótimas porcentagens de controle até aos 90 DAA, com redução mais acentuada, principalmente para a dose D, caindo para 87% aos 150 DAA (Tabela 3.2).

Os herbicidas trifloxysulfuron-sodium + ametryn (1.463 + 37 g i.a ha⁻¹), diuron + hexazinone (1.170 + 330 g i.a ha⁻¹) e diuron + hexazinone (1.330 + 160 g i.a ha⁻¹) foram aplicados em pré-emergência da *E. heterophylla* e tiveram efeito mais rápido sobre as plantas daninhas, aproximando-se de 100% de controle aos 21 dias após o tratamento, enquanto que os herbicidas imazapic (84 g i.a.ha⁻¹) e imazapyr (200 g i.a.ha⁻¹) apresentaram controle dessa espécie, nessa mesma avaliação, em torno de 60% (MONQUERO et al., 2007).

Tabela 3.2 – Média das porcentagens de controle atribuídas visualmente à *Euphorbia heterophylla* na cultura da cana-de-açúcar, em diferentes épocas após a aplicação dos herbicidas, em pré-emergência. Faz. Santa Rosa, Piracicaba – SP, 2008

Tratamento	Dose (g i.a.ha ⁻¹)	<i>E. heterophylla</i>				
		Épocas de avaliação de controle (DAA) ¹				
		15	30	60	90	150
1. Testemunha infestada	-	0,0c ²	0,0b	0,0b	0,0c	0,0c
2. Amicarbazone	525	30,0b	93,0a	91,3a	85,0a	83,3a
3. Amicarbazone	1050	47,5ab	99,0a	99,5a	96,3a	87,0a
4. Amicarbazone	2100	62,5a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a
5. Isoxaflutole	56,25	26,3b	58,7a	73,7a	38,7b	15,0bc
6. Isoxaflutole	112,5	53,7ab	78,7a	86,3a	71,3ab	42,3ab
7. Isoxaflutole	225	68,7a	87,5a	93,7a	87,5a	86,3a
8. Amicarbazone + Isoxaflutole	525 + 112,5	52,5ab	80,0a	77,5a	78,7ab	82,0a
F		26,91*	33,16*	23,44*	24,38*	12,80*
CV(%)		14,69	12,75	15,05	15,65	27,26

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ²Análise estatística feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{[(x + 1) / 100]}$. DAA – dias após a aplicação. * Significativo a 5% de probabilidade.

Por ser uma planta anual com mais de um ciclo por ano, a planta daninha *E. heterophylla* apresentou vários fluxos de emergência durante a condução do experimento. Muitas plantas de *E. heterophylla* foram efetivamente controladas pelo amicarbazone, porém o herbicida isoxaflutole não foi eficaz no controle desta espécie, exceto para o dobro da dose ($225 \text{ g i.a.ha}^{-1}$) (Figura 3.2). Reforçando os resultados de porcentagem de controle apresentados na Tabela 3.2, apenas a dose de $225 \text{ g i.a.ha}^{-1}$ foi o suficiente para reduzir o acúmulo de matéria seca da planta daninha. Apesar da aplicação da dose ter sido estatisticamente igual ao dobro da dose para o herbicida isoxaflutole, a dose de $112,5 \text{ g i.a.ha}^{-1}$ provocou leve redução no acúmulo de massa seca (Figura 3.2). Segundo Rodrigues e Almeida (2005), o herbicida isoxaflutole é recomendado para ser aplicado em pré-emergência de gramíneas e algumas dicotiledôneas, não sendo recomendado para o controle de *E. heterophylla*.

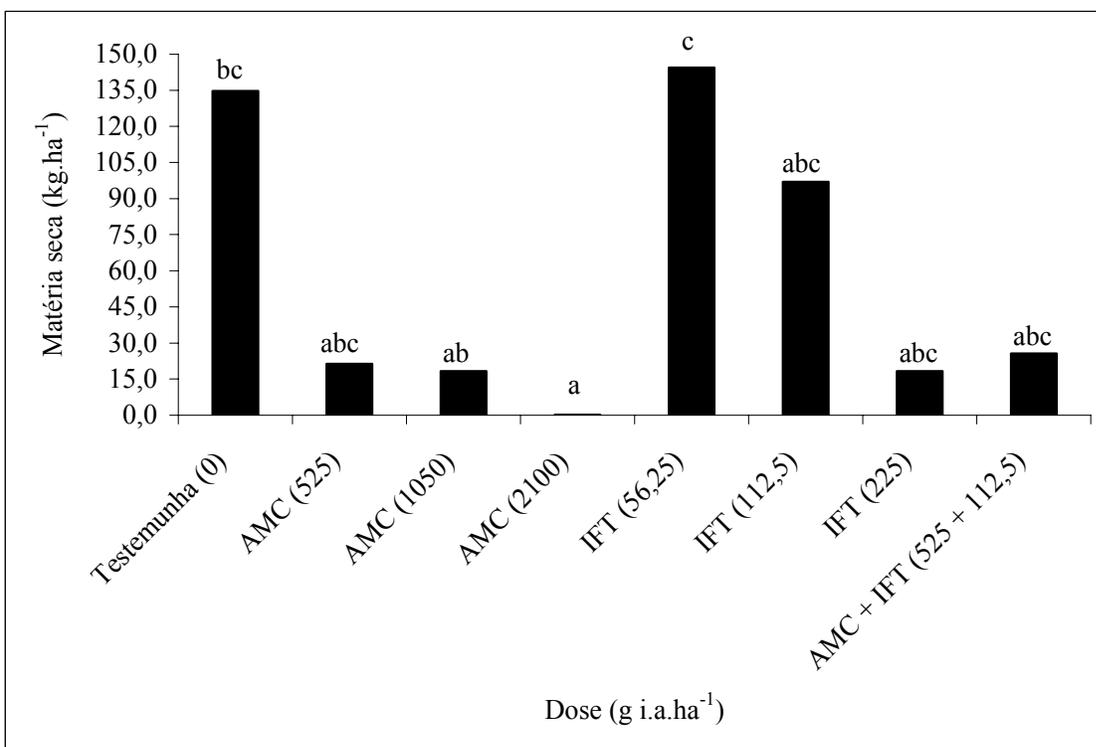


Figura 3.2 – Matéria seca de *E. heterophylla* aos 150 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas amicarbazone (AMC), isoxaflutole (IFT) e da associação de amicarbazone e isoxaflutole. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p \leq 5\%$; $F_{(rep)} = 3,66^*$; $F_{(herb)} = 4,87^*$; $CV (\%) = 91,18$; * significativo a 5% de probabilidade. Faz. Santa Rosa, Piracicaba - SP, 2008

Em função da regularidade na distribuição pluvial no período em que foi realizado o experimento, acredita-se que os herbicidas tiveram rápida ação na emergência das plantas daninhas. Nota-se que o controle de *S. rhombifolia* (Tabela 3.3) foi satisfatório a partir dos 30 dias após a aplicação com excelentes níveis de porcentagens de controle até aos 90 DAA, porém os altos índices de controle reduziram aos 150 DAA, comprovando a exigência de maiores concentrações do produto para o bom controle da espécie daninha. As doses D/2 para ambos os herbicidas não conseguiram evitar a germinação de novas plântulas de *S. rhombifolia* com porcentagens de controle abaixo de 50% (Tabela 3.3). Este mesmo padrão de controle foi observado para a associação entre os herbicidas, os quais proporcionaram 86,3% de controle aos 30 DAA, com redução para 71,3% aos 150 DAA.

O baixo controle observado na avaliação final está relacionado a novos fluxos de emergência da planta daninha, cuja emergência pode ter sido influenciados pela condição extrema a que os herbicidas foram levados, ou seja, longo período de avaliação passando por períodos de seca e o início da época de maiores precipitações. A contagem do número de plantas emergidas confirma o aumento do número de plantas de *S. rhombifolia* ao término do experimento (dados não apresentados).

Tabela 3.3 – Média das porcentagens de controle atribuídas visualmente à *Sida rhombifolia* na cultura da cana-de-açúcar, em diferentes épocas após a aplicação dos herbicidas, em pré-emergência. Faz. Santa Rosa, Piracicaba – SP, 2008

Tratamento	Dose (g i.a.ha ⁻¹)	<i>S. rhombifolia</i>				
		Épocas de avaliação de controle (DAA) ¹				
		15	30	60	90	150
1. Testemunha infestada	-	0,0c ²	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b
2. Amicarbazone	525	22,5b	94,7a	97,5a	96,3a	43,3ab
3. Amicarbazone	1050	35,0ab	98,3a	100,0a	100,0a	68,7ab
4. Amicarbazone	2100	60,0a	100,0a	100,0a	100,0a	99,5a
5. Isoxaflutole	56,25	57,5a	95,5a	100,0a	98,7a	45,0ab
6. Isoxaflutole	112,5	56,3ab	97,3a	100,0a	100,0a	75,0ab
7. Isoxaflutole	225	70,0a	97,0a	100,0a	100,0a	94,0a
8. Amicarbazone + Isoxaflutole	525 + 112,5	58,7a	86,3a	77,5a	78,7a	71,3ab
F		24,91*	141,57*	25,98*	35,29*	2,66*
CV(%)		15,22	6,04	14,30	12,21	52,85

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ²Análise estatística feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{[(x + 1) / 100]}$. DAA – dias após a aplicação. * Significativo a 5% de probabilidade.

Os dados de matéria seca estão de acordo com os resultados de porcentagem de controle para *S. rhombifolia* aos 150 DAA (Figura 3.3). Mesmo para a aplicação das doses comerciais não houve total controle das plantas daninhas. No entanto muitas das plantas de *S. rhombifolia* tiveram rápido crescimento com o aumento das médias mensais de temperatura e dos índices pluviométricos. Nota-se que os tratamentos herbicidas foram semelhantes em relação ao acúmulo de matéria seca, mesmo para o tratamento em que ocorreu a associação das doses de amicarbazone e isoxaflutole, os quais não diferiram estatisticamente da dose 2D para os herbicidas aplicados isoladamente.

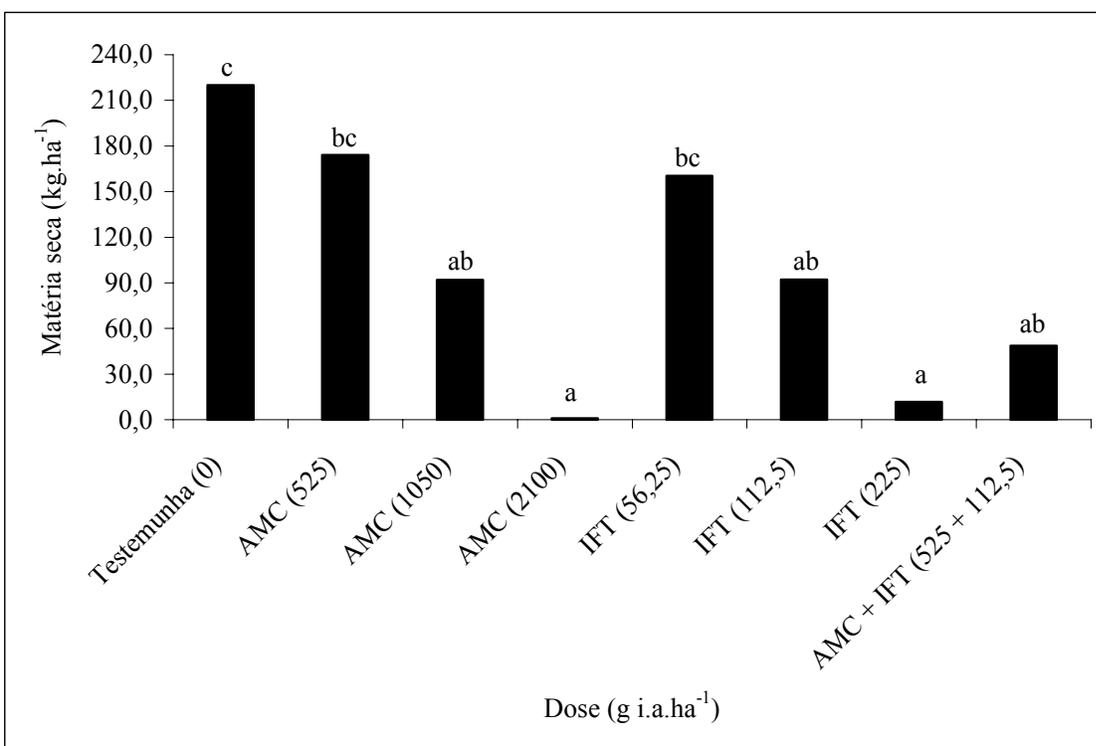


Figura 3.3 – Matéria seca de *S. rhombifolia* aos 150 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas amicarbazone (AMC), isoxaflutole (IFT) e da associação de amicarbazone e isoxaflutole. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p \leq 5\%$; $F_{(rep)} = 1,85^*$; $F_{(herb)} = 1,09^*$; $CV (\%) = 150,81$; * significativo a 5% de probabilidade. Faz. Santa Rosa, Piracicaba - SP, 2008

Na Tabela 3.4 são apresentadas as médias das porcentagens de controle atribuídas visualmente a *B. decumbens* em cinco épocas de avaliação. De modo geral, os herbicidas isolados e em associação, proporcionaram excelente controle a partir dos 30 DAA, praticamente com total eliminação da gramínea aos 60 dias após a aplicação. Mesmo para o mês de agosto, quando foi registrada média mensal de precipitação de praticamente 70 mm (Figura 3.1), houve a germinação de várias plântulas

de *B. decumbens*, as quais não foram devidamente controladas até o período de avaliação que se estendeu por 150 dias após a aplicação. Na avaliação realizada aos 90 DAA observa-se redução nos níveis de controle, entretanto as doses de 1.050 e 112,5 g i.a.ha⁻¹ foram o suficiente para atingir, respectivamente, notas de controle de 86,7 e 85% (Tabela 3.4). Apenas para as maiores doses de 2.100 e 225 g i.a.ha⁻¹, respectivamente para os herbicidas amicarbazone e isoxaflutole, constataram níveis de controle acima de 80% aos 150 DAA.

Em experimento realizado em casa-de-vegetação, onde as condições climáticas são mais controladas, Marchiori Jr., et al (2005), observaram que a aplicação de isoxaflutole (135 g i.a.ha⁻¹) em solo arenoso, seguida da irrigação equivalente a uma lâmina de 20 mm, foi o suficiente para obter total controle, aos 60 dias após a semeadura de *B. decumbens*. No entanto, quando se aplicou a mesma dose do herbicida isoxaflutole, porém seguido de 120 dias de seca, o controle caiu para aproximadamente 22% aos 60 dias após a semeadura da *B. decumbens*. Segundo Beltran et al. (2003), a hidrólise do isoxaflutole é rápida e depende de pH e umidade do solo e essa redução pode estar ligada à degradação do produto no solo, fazendo com que seu efeito residual seja reduzido à medida que se prolonga a exposição do produto aos processos de transporte e degradação.

Tabela 3.4 – Médias das porcentagens de controle atribuídas visualmente à *Brachiaria decumbens* na cultura da cana-de-açúcar, em diferentes épocas após a aplicação dos herbicidas, em pré-emergência. Faz. Santa Rosa, Piracicaba – SP, 2008

Tratamento	Dose (g i.a.ha ⁻¹)	<i>B. decumbens</i>				
		Épocas de avaliação de controle (DAA) ¹				
		15	30	60	90	150
1. Testemunha infestada	-	0,0e ²	0,0b	0,0b	0,0c	0,0b
2. Amicarbazone	525	17,5d	77,5a	85,0a	58,7b	38,0ab
3. Amicarbazone	1050	42,5bc	91,7a	97,5a	86,7ab	73,3a
4. Amicarbazone	2100	68,7a	99,5a	98,7a	96,3ab	82,0a
5. Isoxaflutole	56,25	22,5cd	91,3a	93,7a	78,7ab	70,0a
6. Isoxaflutole	112,5	41,3bc	92,5a	93,7a	85,0ab	68,7a
7. Isoxaflutole	225	75,0a	100,0a	99,5a	97,5a	80,3a
8. Amicarbazone + Isoxaflutole	525 + 112,5	63,7ab	92,5a	96,3a	78,7ab	36,3ab
F		51,86*	116,02*	592,47*	36,23*	5,95*
CV(%)		11,81	6,68	2,95	12,18	32,92

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ² Análise estatística feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{[(x + 1)/100]}$. DAA – dias após a aplicação. * Significativo a 5% de probabilidade.

A matéria seca acumulada nas plantas de *B. decumbens* (Figura 3.4), reforça o comportamento observado nos percentuais de controle, com a associação dos herbicidas apresentando os menores valores.

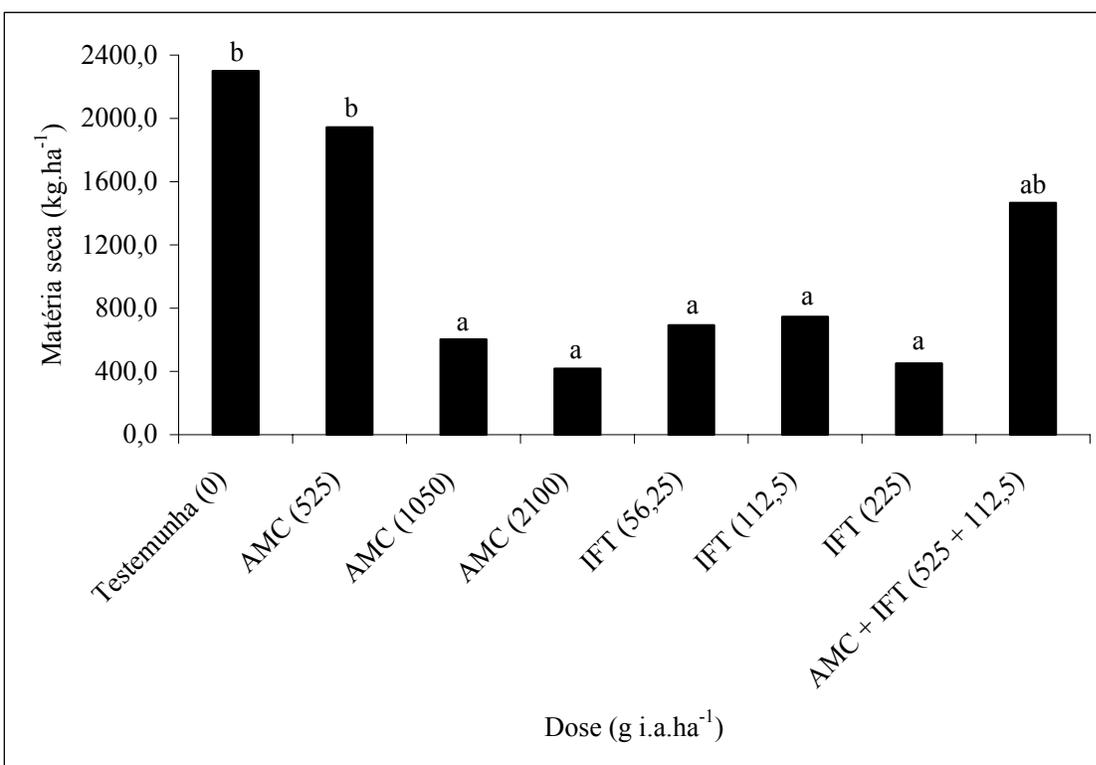


Figura 3.4 – Matéria seca de *B. decumbens* aos 150 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas amicarbazone (AMC), isoxaflutole (IFT) e da associação de amicarbazone e isoxaflutole. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p \leq 5\%$; $F_{(rep)} = 0,93^{ns}$; $F_{(herb)} = 2,27^*$; $CV (\%) = 89,63$; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo. Faz. Santa Rosa, Piracicaba - SP, 2008

Cada espécie pode reagir diferentemente à mistura de herbicidas, podendo haver interações negativas entre a espécie e a absorção, translocação e metabolismo dos componentes da mistura (KRUSE et al., 2001). Ainda este mesmo autor, seguiu a hipótese de que a mistura de herbicidas do grupo dos inibidores do FSII com inibidores da síntese de carotenóides pudessem apresentar sinergismo. As espécies, *Abutilon theophrasti*, *Ipomoea hederace* e *Amaranthus retroflexus* foram avaliadas na cultura do milho com os herbicidas isoxaflutole e atrazine isolados e em mistura, e a espécie de *Bidens pilosa* avaliada na cultura da soja com os herbicidas metribuzin e clomazone isolados e em mistura. Os resultados mostraram que a única comprovação de sinergismo foi com a

espécie de *B. pilosa*, no entanto, a comprovação a campo de interação sinérgica depende dos herbicidas envolvidos, doses, persistência, espécies de plantas daninhas alvo até a própria metodologia de avaliação.

A porcentagem de controle foi considerada satisfatória com médias acima de 85% até aos 90 DAA, exceto na primeira avaliação para *D. horizontalis* (Tabela 3.5). As avaliações de controle para as doses D/2, D e 2D do herbicida amicarbazone foram altamente eficazes, porém ao término do experimento houve drástica queda nas porcentagens de controle, fato que pode ser explicado pela menor suscetibilidade da espécie de *D. horizontalis* ao herbicida amicarbazone. Apenas as doses de 112,5 e 225 g i.a.ha⁻¹ de isoxaflutole foram consideradas suficientes na avaliação final com 95 e 96,3% de controle, respectivamente (Tabela 3.5). Resultado contrário foi encontrado por Martini e Durigan (2004), na aplicação de isoxaflutole (112,5 g i.a.ha⁻¹) quando ocorreu queda drástica no controle de *D. horizontalis* com porcentagens de controle abaixo de 15% aos 90 dias após a aplicação. Houve queda acentuada no controle para o herbicida amicarbazone e a associação deste com o isoxaflutole, provavelmente pelo fato de ter maior tolerância desta espécie de planta daninha ao herbicida amicarbazone (Tabela 3.5).

Tabela 3.5 – Médias das porcentagens de controle atribuídas visualmente à *Digitaria horizontalis* na cultura da cana-de-açúcar, em diferentes épocas após a aplicação dos herbicidas, em pré-emergência. Faz. Santa Rosa, Piracicaba – SP, 2008

Tratamento	Dose (g i.a.ha ⁻¹)	<i>D. horizontalis</i>				
		Épocas de avaliação de controle (DAA) ¹				
		15	30	60	90	150
1. Testemunha infestada	-	0,0d ²	0,0c	0,0b	0,0b	0,0b
2. Amicarbazone	525	26,3c	85,0b	95,0a	86,3a	35,5ab
3. Amicarbazone	1050	45,0bc	95,7a	97,5a	90,7a	13,7ab
4. Amicarbazone	2100	66,3ab	98,3a	97,5a	93,3a	32,5ab
5. Isoxaflutole	56,25	41,3bc	95,3a	98,7a	88,7a	65,0ab
6. Isoxaflutole	112,5	51,3ab	98,0a	100,0a	98,7a	95,0a
7. Isoxaflutole	225	68,7a	100,0a	100,0a	100,0a	96,3a
8. Amicarbazone + Isoxaflutole	525 + 112,5	68,7a	100,0a	85,0a	92,5a	48,7ab
F		58,26*	1274,14*	79,43*	160,80*	4,01*
CV(%)		9,72	2,01	8,08	5,66	56,30

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ²Análise estatística feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{[(x + 1)/100]}$. DAA – dias após a aplicação. * Significativo a 5% de probabilidade.

A produção de matéria seca apresentada na Figura 3.5 mostra a baixa eficácia do herbicida amicarbazone bem como sua mistura em tanque com o herbicida isoxaflutole, frente ao rápido crescimento das plantas de *D. horizontalis*. Observa-se que, após a aplicação dos herbicidas no mês de junho até final do mês de novembro, quando se realizou a coleta das plantas daninhas, houve uma precipitação acumulada de praticamente 290 mm (Figura 3.1). Esta precipitação pode ter ocasionado a lixiviação do amicarbazone no perfil do solo com perda de sua atividade residual, visto ser um solo de textura arenosa bem como ter passado por processos de biodegradação.

Carbonari et al. (2006), verificaram que para *Brachiaria decumbens* quando se realizou a aplicação do amicarbazone em solo úmido seguido de período seco, sem ocorrência de chuvas, um controle inicial de 93, 91, 86, 80 e 79%, respectivamente para as profundidades de 0-1, 1-2, 2-3, 3-4 e 4-5 cm. No entanto, após a ocorrência de chuvas, excelentes níveis de controle foram observados, independente da profundidade de germinação.

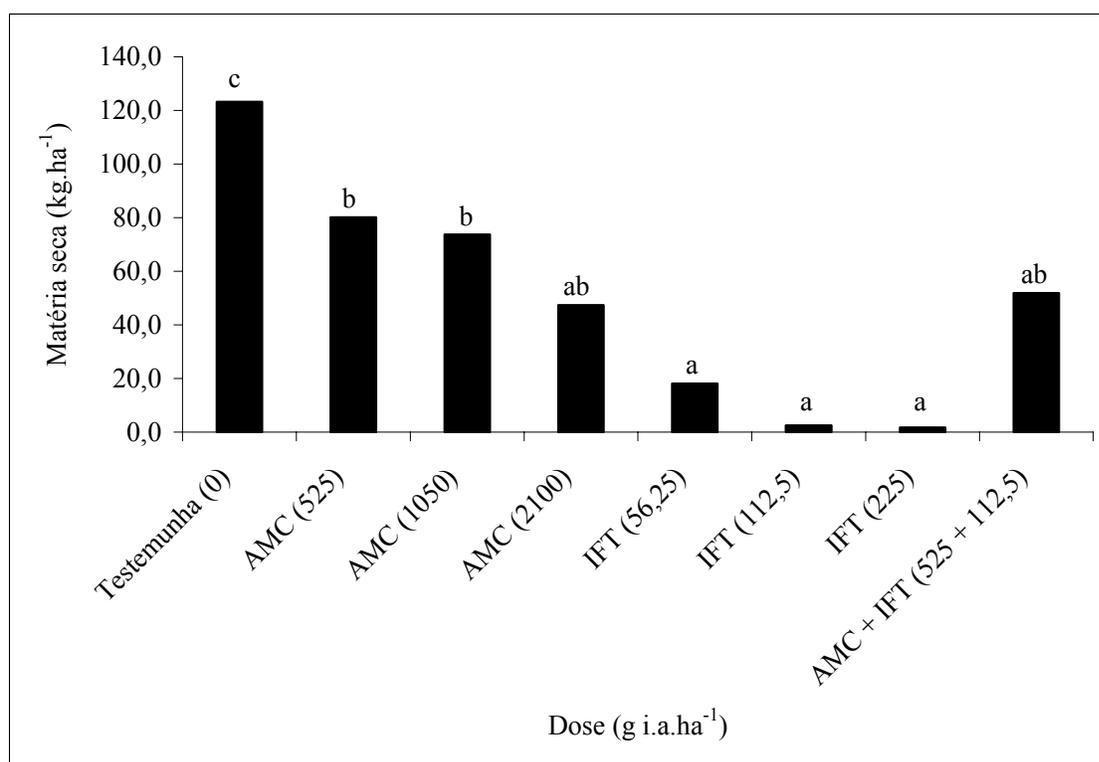


Figura 3.5 – Redução da matéria seca provocada pelos herbicidas amicarbazone (AMC), isoxaflutole (IFT) e associação de amicarbazone e isoxaflutole sobre *Digitaria horizontalis* aos 150 DAA. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p \leq 5\%$; $F_{(rep)} = 0,59^{ns}$; $F_{(herb)} = 1,27^*$; $CV (\%) = 149,48$; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo. Faz. Santa Rosa, Piracicaba - SP, 2008

Pelas avaliações de fitointoxicação (Tabela 3.6), tanto os herbicidas aplicados isolados, quanto a associação foram seletivas para as plantas de cana-de-açúcar, mesmo nas altas condições de umidade em que se encontrava o solo. Os maiores sintomas encontrados foram para o herbicida isoxaflutole, principalmente para a dose de 225 g i.a.ha⁻¹, com fortes manchas cloróticas nos bordos e acompanhando as estrias dos limbos foliares. Forte palidez também foi observada para ambos os herbicidas, por volta dos 60 dias após a aplicação e início de manchas arroxeadas nas extremidades das folhas, provocadas pelo herbicida amicarbazone na dose de 2.100 g i.a.ha⁻¹, cuja solubilidade em água é de 4.600 mg.l⁻¹. Por ser um herbicida bastante solúvel e ter sido aplicado em solo de textura média-arenosa (Tabela 3.1) e com alta umidade inicial, o amicarbazone mostrou ser altamente seletivo às plantas de cana-de-açúcar, praticamente, com ausência de sintomas de fitointoxicação a partir dos 90 DAA (Tabela 3.6).

Tabela 3.6 – Média das notas de fitointoxicação, atribuídas visualmente, nas plantas de cana-de-açúcar em diferentes épocas após a aplicação dos herbicidas, em pré-emergência da cultura. Faz. Santa Rosa, Piracicaba - SP, 2008

Tratamento	Dose (g i.a.ha ⁻¹)	Cana-soca cv. SP-891115				
		Épocas de avaliação de fitointoxicação (DAA) ¹				
		15	30	60	90	150
1. Testemunha infestada	-	1,0a ²	1,0a	1,0a	1,0a	1,0a
2. Amicarbazone	525	2,3b	1,7ab	2,0b	1,3ab	1,0a
3. Amicarbazone	1050	3,0bc	2,3bc	2,5bc	1,7bc	1,0a
4. Amicarbazone	2100	3,0bc	2,7bc	2,7bc	2,0c	1,0a
5. Isoxaflutole	56,25	2,3b	2,0bc	3,0cd	1,0a	1,0a
6. Isoxaflutole	112,5	2,7b	2,3bc	3,0cd	1,0a	1,0a
7. Isoxaflutole	225	4,0c	3,3c	4,0d	2,0c	1,0a
8. Amicarbazone + Isoxaflutole	525 + 112,5	3,3bc	2,5bc	3,0cd	1,0a	1,0a
F		16,25*	8,78*	24,30*	14,40*	1x10 ⁹ *
CV(%)		9,13	11,21	7,46	8,67	0,00

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ²Análise estatística feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{[(x + 1) / 100]}$. DAA – dias após a aplicação. * Significativo a 5% de probabilidade.

A colheita da cana-de-açúcar foi realizada nas duas linhas de cada parcela, ou seja, na linha em que se encontravam os restos culturais provenientes da colheita mecanizada e na linha com ausência total da palhada. No entanto, a análise estatística foi realizada a partir dos dados da cana-de-açúcar colhida apenas na linha sem a presença dos restos culturais, para que os dados estimados de

produtividade fossem garantidos somente pelo controle dos herbicidas sobre as espécies daninhas e para que houvesse a livre brotação das soqueiras da cana-de-açúcar.

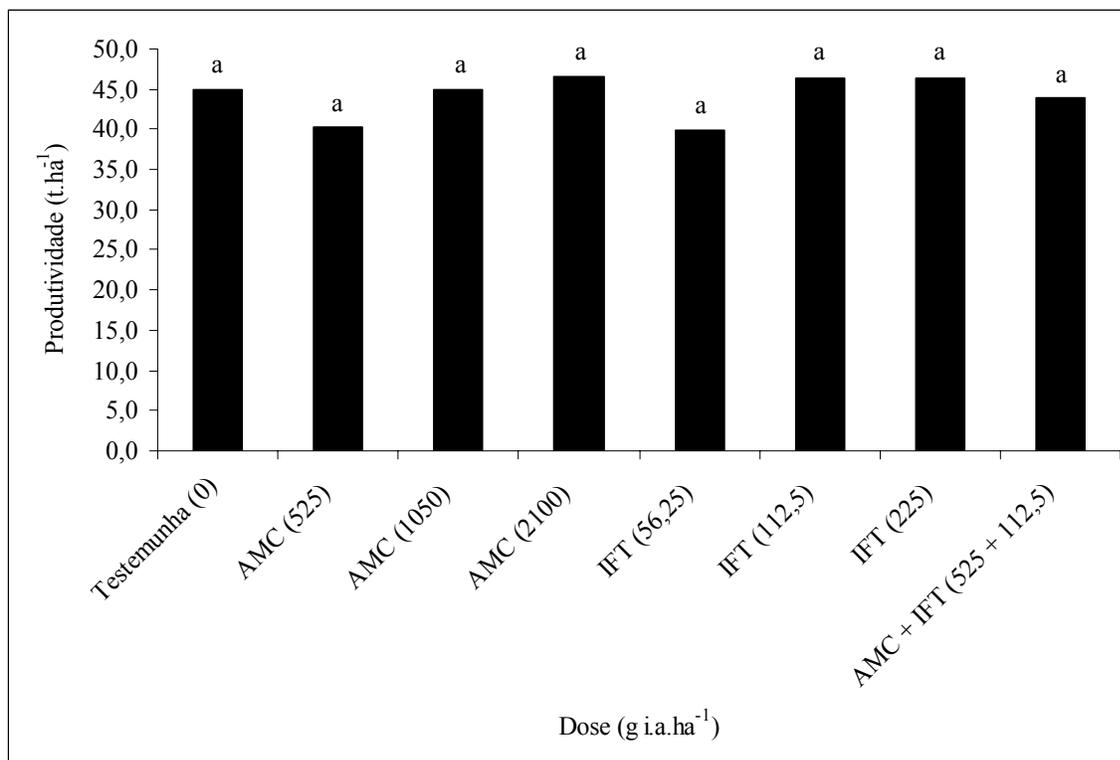


Figura 3.6 – Produtividade da cana-de-açúcar cv. SP-891115, em t.ha⁻¹, estimada aos 161 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas amicarbazone (AMC), isoxaflutole (IFT) e da associação de amicarbazone e isoxaflutole. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p \leq 5\%$; $F_{(rep)} = 1,57^{ns}$; $F_{(herb)} = 0,12^{ns}$; CV (%) = 35,52; ^{ns} – não significativo. Faz. Santa Rosa, Piracicaba - SP, 2008

É importante ressaltar que, apesar de não diferirem estatisticamente (Figura 3.6), os resultados obtidos com as doses do herbicida amicarbazone, do isoxaflutole e da associação de ambos, nestas condições, não permitem garantir que os potenciais de produtividade da cana-de-açúcar cv. SP-891115 será pleno, em função dos controles que proporcionam. Os dados de produtividade estão de acordo com os trabalhos realizados por Dinardo-Miranda et al., (2006) e Negrisoli et al., (2004), os quais aplicaram herbicidas no sulco de plantio sem a presença de nematicidas. Os autores observaram que não houve diferença na produtividade agrícola, quando os herbicidas foram comparados com a testemunha.

3.4 Conclusões

Conforme os resultados obtidos, o teor de umidade inicial do solo e as características físico-químicas foram fundamentais para os resultados de controle, os quais foram significativos para todas as épocas e plantas daninhas avaliadas. Para a espécie de *E. heterophylla* o herbicida amicarbazone mostrou-se bastante eficaz, sendo pouco suscetível para o herbicida isoxaflutole. Em função das condições favoráveis de umidade no solo, houve vários fluxos de emergência da espécie *S. rhombifolia*, possivelmente pelo baixo residual dos herbicidas aos 150 DAA. Apenas a maior dose da aplicação isolada para ambos herbicidas foi satisfatória no controle da *B. decumbens*, com o menor controle atribuído para a associação, provavelmente pelo efeito antagônico dos herbicidas para a espécie gramínea. O herbicida isoxaflutole apresentou maior eficácia no controle de *D. horizontalis*, a qual apresentou ser mais tolerante para o herbicida amicarbazone.

Houve sintomas de fitotoxicidade para a cana-de-açúcar no início das avaliações, porém os sintomas desapareceram, praticamente, a partir dos 90 DAA. A produtividade agrícola estimada não foi afetada pelos tratamentos até o fim da condução do experimento.

Referências

ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, v. 1, n. 1, p. 35-38, 1974.

BELTRAN, E.; FENET, H.; COOPER, J.F.; COSTE, C.M. Fate of isoxaflutole in soil under controlled conditions. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Perpignan, v. 51, p. 146-151, 2003.

CARBONARI, C.A.; VELINI, E.D.; CORRÊA, M.R.; NEGRISOLI, E.; ROSSI, C.V.S.; TOLEDO, R.E.B. Avaliação da profundidade de germinação de *Brachiaria decumbens* em áreas de cana-de-açúcar com aplicação do herbicida Dinamic (amicarbazone). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006, Brasília. **Resumos...** Brasília: SBCPD, 2006. p. 330.

CHRISTOFFOLETI, P.J. Manejo de plantas daninhas em cana-de-açúcar. **Sinal Verde**. São Paulo, v. 10, n. 9, p. 12-14, 1997.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; GIL, M.A.; GONÇALVES, R.F. Interação entre nematicidas e herbicidas aplicados no plantio da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 557-562, 2006.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”. Departamento de Física e Meteorologia. **Base de dados do posto agrometeorológico do departamento de física e meteorologia – DFM – ESALQ – USP**. Disponível em:

<<http://www.lce.esalq.usp.br/postocon.html>>. Acesso em: 28 mar. 2008.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL. Report of the 3rd and 4th meetings of EWRC - Committee of Methods in Weed Research. **Weed Research**, Oxford, v. 4, n. 1, p. 88, 1964.

GUIMARÃES, G.L. Impactos ecológicos do uso de herbicidas ao meio ambiente. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 4, n. 12, p. 159-180, set.1987.

KRUSE, N.D.; VIDAL, R.A.; BAUMAN, T.T.; TREZZI, M.M. Sinergismo potencial entre herbicidas inibidores do fotossistema II e da síntese de carotenóides. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.4, p.569-575, 2001.

LORENZI, H. Plantas daninhas e seu controle na cultura da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4., 1988. Piracicaba, **Anais...** São Paulo: COPERSUCAR, 1988. p. 281-301.

MARCHIORI Jr., O.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA Jr., R.S.; INOUE, M.H.; PIVETTA, J.P.; CAVALIERI, S.D. Efeito residual de isoxaflutole após diferentes períodos de seca. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 491-499, 2005.

MARTINI, G.; DURIGAN, J.C. Influência do teor de água na superfície do solo sobre a eficácia e seletividade do flazasulfuron, na cultura de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.2, p.259-267, 2004.

MILLER, L.C.; RESENDE, L.C.L.; MEDEIROS, A.M.L. Manejo de herbicidas na lavoura de cana-de-açúcar. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 13, p. 9-13, 1995.

MONQUERO, P.A.; AMARAL, L.R.; SILVA, A.C.; SILVA, P.V.; BINHA, D.P. Eficácia de herbicidas em diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar no controle de *Euphorbia heterophylla*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 613-619, 2007.

NEGRISOLI, E.; VELINI, E.D.; TOFOLI, G.R.; CAVENAGHI, A.L.; MARTINS, D.; MORELLI, J.L.; COSTA, A.G.F. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da cana-de-açúcar tratada com nematicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 567-575, 2004.

PROCÓPIO, S.O.; SILVA, A.A.da; VARGAS, L.; FERREIRA, F.A. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar**. Viçosa: UFV, 2003. 150 p.

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

VICTORIA FILHO, R.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Manejo de plantas daninhas e produtividade da cana. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 1, p. 32-37. jan./jun. 2004.

4 CURVAS DE DOSE-RESPOSTA DOS HERBICIDAS AMICARBAZONE E ISOXAFLUTOLE APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA INICIAL NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS IMPORTANTES NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia de controle de herbicidas aplicados em condições de pós-emergência inicial de algumas espécies de plantas daninhas importantes na cultura da cana-de-açúcar. O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação do departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP, Piracicaba – SP. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído por dois herbicidas (amicarbazone e isoxaflutole) alocados na parcela; o segundo fator constituído por nove doses (0D, 1/64D, 1/32D, 1/16D, 1/8D, 1/4D, 1/2D, 1D e 2D), que constituíram as sub-parcelas, em que D é a dose comercial para cada herbicida. As espécies de plantas daninhas estudadas foram: *Euphorbia heterophylla* L., *Sida rhombifolia* L., *Brachiaria decumbens* Stapf e *Digitaria horizontalis* Willd. A dose utilizada para o herbicida amicarbazone foi de 1.050 g i.a.ha⁻¹ e de 75 g i.a.ha⁻¹ para o isoxaflutole, aplicados quando as plantas daninhas encontravam-se com duas folhas desenvolvidas. Foram realizadas avaliações de controle aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos herbicidas (DAA) e matéria seca aos 28 DAA. Os dados foram submetidos à análise de variância, com aplicação do teste F, seguido do teste de Tukey a 5% de probabilidade. O ajuste das curvas de dose-resposta e a estimativa dos valores de GR₅₀, GR₈₀ e GR₉₆ foram obtidos utilizando-se o modelo sigmoidal de Boltzmann sendo as análises realizadas no software Origin 6.1. Em geral as espécies dicotiledôneas foram mais suscetíveis quando comparadas com as gramíneas. A espécie de *E. heterophylla* foi mais suscetível ao herbicida amicarbazone sendo controlada com 1/16 da dose comercial, enquanto que o isoxaflutole atingiu níveis de controle satisfatório a partir de 1/4 da dose recomendada, porém não eliminando por total a matéria seca com o dobro da dose comercial. *S. rhombifolia* foi suscetível aos herbicidas mesmo nas menores doses. *B. decumbens* e *D. horizontalis* foram semelhantes em seus níveis de controle, sendo pouco suscetíveis aos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole, necessitando de maiores doses dos produtos comerciais, para atingirem resultados satisfatórios de controle.

Palavras-chave: Herbicidas; Plantas Daninhas; Cana-de-Açúcar; Doses

Abstract

The objective of this work was to evaluate the effectiveness of herbicides control applied in conditions of post-emergence on some weed species important to sugar-cane culture. The experiment was carried out in the greenhouse of the Crop Science Department of ESALQ/USP, Piracicaba - SP. The delineation used was entirely randomized blocks in the project of subdivided parcels, with four repetitions. The first factor was comprised of two herbicides (amicarbazone and isoxaflutole) placed in the parcel; the second factor consisted of nine doses (0D, 1/64D, 1/32D, 1/16D, 1/8D, 1/4D, 1/2D, 1D and 2D), constituting the subparcel, where D is the commercial dose

for each herbicide. The weed species studied were: *Euphorbia heterophylla* L., *Sida rhombifolia* L., *Brachiaria decumbens* Stapf e *Digitaria horizontalis* Willd. The dose used for herbicide amicarbazone was 1.050 g i.a.ha⁻¹ and 75 g i.a.ha⁻¹ for isoxaflutole, applied when weeds had two developed leaves. Control evaluations were accomplished on 7, 14, 21 and 28 days after herbicide application (DAA) and dry matter on the 28 DAA. Results were submitted to variance analysis, with application of test F, followed by Tukey test at 5% of probability. The adjustment of the dose-response curves and estimate the values of GR₅₀, GR₈₀ and GR₉₆ were obtained using the sigmoidal model of the Boltzmann and the analyzes were realized in software Origin 6.1. In general the dicotyledonous species were more susceptible when compared with the grasses. The species of *E. heterophylla* was more susceptible with herbicide amicarbazone being controlled with 1/16 of the commercial dose, while for isoxaflutole excellent control levels were reached with 1/4 of the recommended dose, however total the dry matter with the double of the commercial dose was not totally eliminated. *S. rhombifolia* was easily controlled with less accumulation of dry matter, even with lesser doses also micarbazone, as well as for isoxaflutole. *B. decumbens* and *D. horizontalis* were similar in their control levels, requiring highere oses of the commercial products to reach satisfactory results of control.

Keywords: Herbicides; Weed; Sugarcane; Doses

4.1 Introdução

A colheita da cana-de-açúcar inicia-se, geralmente, nos meses de abril-maio e termina nos meses de novembro-dezembro, sendo aproximadamente 80% da colheita realizada durante o período com baixas condições de umidade no solo. Os herbicidas aplicados nas épocas secas do ano possuem algumas propriedades adequadas à utilização nestas condições. Além de serem aplicados em grandes extensões de área, os herbicidas de seca possuem algumas vantagens como: ajuste de herbicida e dose em função do solo e plantas daninhas presentes na área; aplicações planejadas de herbicidas baseadas no corte da cana e menor dependência das condições climáticas.

Atualmente existe um grande número de produtos recomendados para a cultura da cana-de-açúcar para aplicação em pré-emergência. Muitos destes podem ser aplicados também em pós-emergência inicial, dependendo das espécies a controlar e de seu estágio de desenvolvimento (DEUBER, 1997). Guo e Al-Khatib (2003) comentam que a aplicação de herbicidas em pós-emergência inicial apresenta vantagens, visto que as plantas já emergiram e podem ser identificadas. Contudo para Mayo et al. (1995), essa condição de controle está sujeita à influência de fatores relacionados com o estágio de desenvolvimento das plantas no instante da aplicação e, principalmente, com a variabilidade na resposta de controle das diferentes espécies, que, por vezes, podem comprometer a eficácia dos produtos.

Segundo Victoria Filho e Christoffoleti (2004), as aplicações em pós-emergência são utilizadas na cultura da cana-de-açúcar quando as aplicações em pré-emergência não foram feitas ou quando o controle das plantas daninhas não foi satisfatório.

Entre as diversas opções de herbicidas registrados para a cultura da cana-de-açúcar encontram-se os herbicidas inibidores da fotossíntese (fotossistema II), como o amicarbazone e inibidores da biossíntese de caroteno, como o isoxaflutole (Rodrigues e Almeida, 2005). Estes herbicidas apresentam ação em pré-emergência e pós-emergência inicial, sendo recomendados para controle de gramíneas e folhas largas e perenes de difícil controle (PROCÓPIO et al., 2004).

O amicarbazone é um herbicida pertencente ao grupo químico das triazolinonas, que apresenta formulação em grânulos dispersíveis em água (WG), facilitando o seu manuseio e conferindo maior segurança ao aplicador. Esse herbicida é recomendado nas aplicações em pré e pós-emergência inicial para controle de amplo espectro de plantas daninhas que competem com as plantas de cana-de-açúcar. Quando aplicado em pós-emergência, predomina a absorção foliar, sendo sua ação de contato (TOLEDO et al., 2004).

Indicado para aplicações em pré-emergência das plantas daninhas à pós-emergência inicial da cultura da cana-de-açúcar, o isoxaflutole é um herbicida que depende não só de condições climáticas favoráveis para ser aplicado, mas principalmente de umidade no solo, como também das características físico-químicas para exercer sua atividade herbicida. Devido às grandes extensões dos canaviais, algumas áreas encontram-se em condições de pós-emergência da cultura e das plantas daninhas, quando no momento da aplicação do herbicida, sendo necessário a utilização do herbicida em estádios mais avançados das plantas daninhas.

Em estudos realizados com diuron + hexazinone, azafenidin + hexazinone, metribuzin e isoxaflutole Azania et al.(2006), mostraram que o isoxaflutole e metribuzin foram os mais fitotóxicos para a cana-de-açúcar aos 15 DAA, quando aplicados na pós-emergência inicial da cultura, porém aos 30 e 45 DAA apresentaram-se como os menos tóxicos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole quando aplicados em diferentes doses no controle de *Euphorbia heterophylla* L., *Sida rhombifolia* L., *Brachiaria decumbens* Stapf e *Digitaria horizontalis* Willd em ambiente semicontrolado, e em condição de pós-emergência inicial, por meio de curvas de dose-resposta.

4.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação do Departamento de Produção Vegetal, na Universidade de São Paulo, Campus da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ-USP, no município de Piracicaba-SP (22°42’30’’S, 47°38’00’’O), entre os meses de março e maio de 2008. As espécies de plantas daninhas estudadas foram: *Euphorbia heterophylla*, *Sida rhombifolia*, *Brachiaria decumbens* e *Digitaria horizontalis*.

Com exceção da *E. heterophylla* as sementes das plantas daninhas, adquiridas de empresas especializadas, foram semeadas em bandejas de isopor preenchidas com substrato comercial (casca de Pinus + turfa + vermiculita) no dia 28 de março e, após sete dias, foram transplantadas para os vasos plásticos. As sementes de *E. heterophylla* foram semeadas diretamente nos vasos plásticos no mesmo dia da semeadura das outras espécies. No dia 11 de abril de 2008, quando as plantas daninhas já se encontravam enraizadas e com duas folhas verdadeiras, ou seja, estágio 12 (HESS et al., 1997), foram aplicados os herbicidas. O estande final deixado em cada vaso foi de quatro plantas por vaso.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado no esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições. As unidades experimentais constaram de vasos plásticos com capacidade de 2,8 L, preenchidos com solo de textura média-arenosa (20,3% de argila, 1,8% de silte e 77,9% de areia) e adubado de acordo com a análise de solo (Tabela 4.1) e necessidade de adubação recomendado para cana-soca.

Tabela 4.1 – Análise química do solo utilizado nos vasos em casa-de-vegetação. Piracicaba – SP, 2008

Química *												
pH	M.O.	P resina	S-SO ₄	K	Ca	Mg	H+Al	Al	S.B.	T	V	m
CaCl ₂	g.dm ⁻³	mg.dm ⁻³					mmol _c .dm ⁻³				%	
4,4	9	3	19	0,5	12	5	22	2	18	40	44	10

SB = soma de bases; T = capacidade de troca de cátions; V = saturação de bases; m = saturação por alumínio e M.O. = matéria orgânica

Classe de diâmetro (mm):

Areia = 2,0-0,05; Silte = 0,05-0,002; Argila < 0,002

Classes de textura: 15% ≤ argila ≤ 24% - média-arenosa

* Análise feita pelo Laboratório Agrotécnico Piracicaba Ltda

Os herbicidas amicarbazone e isoxaflutole foram aplicados nas seguintes doses: 0D, 1/64D, 1/32D, 1/16D, 1/8D, 1/4D, 1/2D, D e 2D; em que D é a dose comercial recomendada de cada herbicida. As doses utilizadas (D) foram de 1.050 g i.a.ha⁻¹ para o herbicida amicarbazone e 75 g i.a.ha⁻¹ para o isoxaflutole, sendo as doses escolhidas em função do tipo de solo.

As pulverizações foram realizadas em câmara de pulverização fechada, utilizando-se de ponta do tipo leque (Teejet 80.02), com jato calibrado na altura de 0,50 m da superfície do alvo e um volume de calda de aproximadamente 200 L.ha⁻¹. Após a aplicação dos herbicidas, os vasos foram colocados em casa-de-vegetação e irrigados no dia seguinte para garantir adequada absorção foliar.

Foram realizadas avaliações visuais de controle aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) e massa seca das parcelas aos 28 DAA. As porcentagens de controle obtidas nas avaliações foram correlacionadas com a escala de notas da “Asociación LatinoAmericana de Malezas” (ALAM, 1974), apresentada na Tabela 4.2, que atribui nota de controle, bem como o seu conceito, para cada classe de porcentagem estabelecida. A massa seca foi obtida por meio da secagem de todo o material remanescente nas parcelas em estufa mantida a 70°C, por 72h.

Tabela 4.2 - Escala da ALAM utilizada para avaliação da eficácia de controle de plantas daninhas

Índice	Classe de porcentagem (%)	Descrição do nível de controle
1	0 - 40	Nenhum ou pobre
2	41 - 60	Regular
3	61 - 70	Suficiente
4	71 - 80	Bom
5	81 - 90	Muito bom
6	91 - 100	Excelente

Os resultados foram transformados em arco seno $\sqrt{[(x + 1) / 100]}$ para obter a normalidade e homogeneidade dos dados. As médias de porcentagem de controle foram submetidas à análise de variância por meio de teste F. Constatadas diferenças significativas para tratamentos e suas interações (herbicidas x doses), as médias foram comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a estimativa dos valores de GR₅₀, GR₈₀ e GR₉₆, bem como o ajuste para os dados de controle e matéria seca das plantas daninhas, utilizou-se a representação gráfica (Figura 4.1) e matemática do modelo sigmoidal de Boltzmann, eq. (1), sendo as análises realizadas no software

Origin 6.1, em que GR_{50} : é a dose dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole em $g\ i.a.ha^{-1}$ que proporciona 50% de controle; GR_{80} : é a dose dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole em $g\ i.a.ha^{-1}$ que proporciona 80% de controle da planta daninha (nível exigido para registro); GR_{96} : é a dose dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole em $g\ i.a.ha^{-1}$ que proporciona 96% de controle da planta daninha (nível excelente em condições de campo).

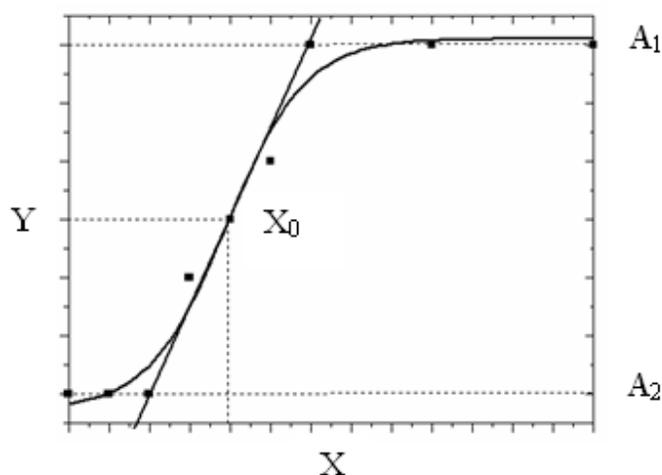


Figura 4.1 – Representação gráfica do modelo sigmoidal de Boltzmann utilizado no ajuste dos dados de porcentagem de controle e redução de matéria seca em função da aplicação dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole. Piracicaba – SP, 2008

(1)

$$Y = \frac{(A_1 - A_2)}{1 + e^{(X - X_0)/dX}} + A_2$$

Onde: Y é o controle ou redução de matéria seca da planta daninha em função da aplicação do herbicida; X é o limite superior das doses do herbicida; A_1 controle ou redução da matéria seca máxima sem a aplicação do herbicida; A_2 controle ou redução da matéria seca mínima sem a aplicação do herbicida; $(A_1 - A_2)$ é a perda no controle ou na redução da matéria seca; X_0 é o limite superior das doses do herbicida que corresponde ao valor intermediário do controle ou da matéria seca máxima e mínima; dX indica a perda ou ganho no controle ou acúmulo de matéria seca (tg a no ponto X_0).

4.3 Resultados e Discussão

Aos 7 DAA o herbicida amicarbazone já havia controlado 92,5% da planta daninha *E. heterophylla* com 1/8 da dose comercial (Tabela 4.3). Mesmo com a sub-dose de 1/16 controlou-se 86,3% da planta daninha aos 14 DAA, permanecendo com excelentes níveis de controle até aos 28 DAA, demonstrando ser uma planta daninha bastante sensível ao amicarbazone. Para o herbicida isoxaflutole a porcentagem de controle observada aos 7 DAA foi de apenas 23,7% com a dose 2D. Aos 21 DAA a porcentagem de controle foi de 93,7% com o dobro da dose comercial, porém ao término do experimento encontrava-se com 83,7% de controle (Tabela 4.3)

A planta daninha *E. heterophylla* foi mais sensível ao herbicida amicarbazone, quando comparadas com as médias de controle para o isoxaflutole. O herbicida amicarbazone atingiu notas de controle superior a 50% na primeira avaliação a partir da dose 1/16, o que ocorreu para isoxaflutole apenas aos 21 DAA para 1/4 da dose comercial (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 – Média das porcentagens de controle atribuídas visualmente à *Euphorbia heterophylla* em diferentes épocas após a aplicação dos herbicidas em pós-emergência. Piracicaba – SP, 2008

Dose (g i.a.ha ⁻¹)	<i>Euphorbia heterophylla</i>							
	Épocas de avaliação de controle (DAA) ¹							
	7		14		21		28	
	AMB ²	IFT ³	AMC	IFT	AMC	IFT	AMC	IFT
0	0,0Ad ⁴	0,0Ad	0,0Ac	0,0Af	0,0Ac	0,0Ae	0,0Ac	0,0Ad
1/64	15,0Ac	5,0Bcd	7,5Ab	5,0Aef	10,0Ab	2,3Bde	15,0Ab	0,0Bd
1/32	15,0Ac	6,7Bbcd	12,5Ab	7,3Ae	16,3Ab	3,0Bde	16,3Ab	0,0Bd
1/16	55,0Ab	11,0Babc	86,3Aa	9,0Bde	93,7Aa	5,7Bd	96,3Aa	6,3Bcd
1/8	92,5Aa	11,7Babc	100,0Aa	15,0Bcd	100,0Aa	22,5Bc	100,0Aa	11,3Bc
1/4	93,7Aa	13,0Bab	100,0Aa	22,5Bbc	100,0Aa	58,7Bb	100,0Aa	68,7Bb
1/2	100,0Aa	17,5Ba	100,0Aa	32,5Bab	100,0Aa	58,7Bb	100,0Aa	63,7Bb
1	100,0Aa	22,5Ba	100,0Aa	40,0Ba	100,0Aa	70,0Bb	100,0Aa	85,0Aa
2	97,5Aa	23,7Ba	100,0Aa	48,7Ba	100,0Aa	93,7Aa	100,0Aa	83,7Aab
F	20,34*		38,75*		59,81*		43,87*	
CV(%)	13,13		9,38		6,99		9,13	

¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para herbicidas (comparação nas linhas), e minúscula para doses (comparação nas colunas), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. ² Amicarbazone. ³ Isoxaflutole. ⁴ Análise estatística feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{[(x + 1) / 100]}$. DAA – dias após a aplicação. * Significativo a 5% de probabilidade.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 4.3, notam-se diferentes graus de suscetibilidade para a planta de *E. heterophylla* entre os herbicidas aplicados (Figura 4.2), sendo considerada uma planta altamente suscetível para o amicarbazone e suscetível para o isoxaflutole.

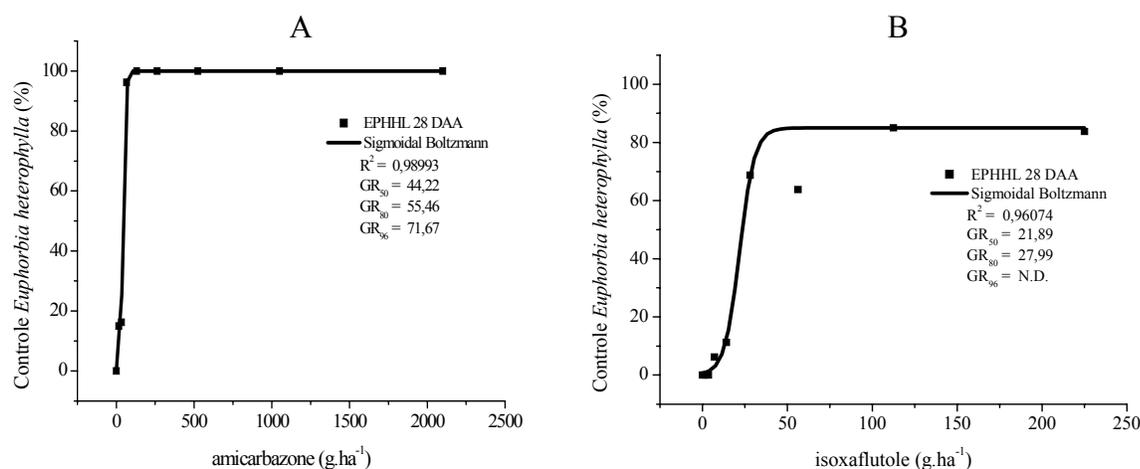


Figura 4.2 – Eficácia dos herbicidas amicarbazone (A) e isoxaflutole (B) aplicados em pós-emergência sobre *E. heterophylla* aos 28 dias após a aplicação. Piracicaba – SP, 2008

Para a planta daninha *E. heterophylla* houve maior redução de matéria seca provocada pelo herbicida amicarbazone, em todas as doses, quando comparadas com o herbicida isoxaflutole (Figura 4.3). As maiores diferenças foram encontradas para as sub-doses aplicadas, sendo necessárias maiores doses para que os herbicidas equiparassem na redução de matéria seca. As doses 1/16 até a maior dose não diferiram estatisticamente, para o herbicida amicarbazone, sendo uma alternativa na redução da quantidade do herbicida utilizado. Já para o isoxaflutole, apenas na dose de 1/4 foi o suficiente para igualar com o dobro da dose, entretanto, não foram suficientes para o total controle da planta daninha.

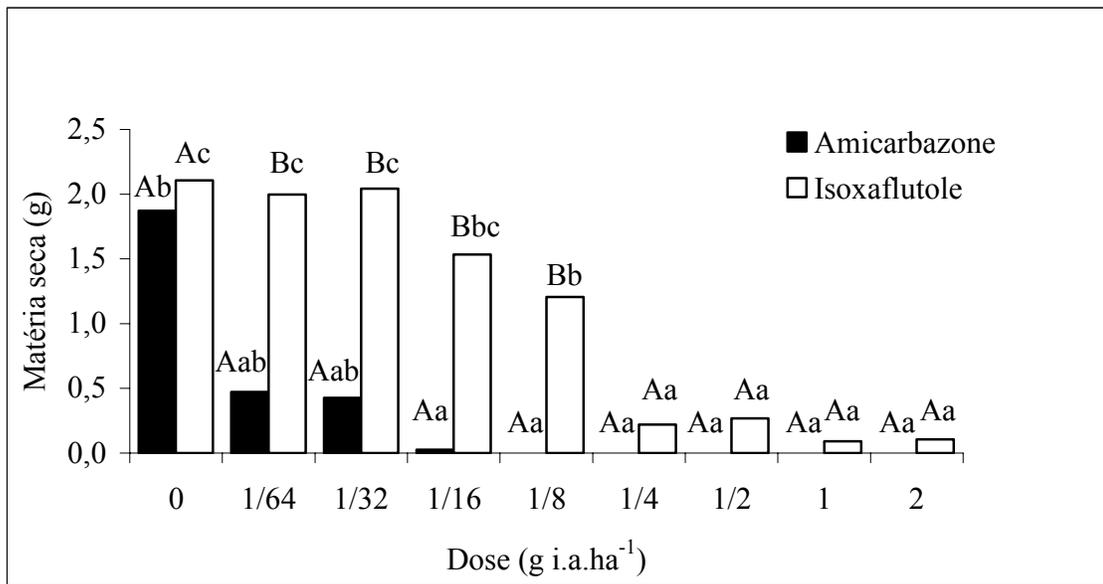


Figura 4.3 – Matéria seca de *E. heterophylla* aos 28 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para herbicidas, e minúscula para doses, não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p \leq 5\%$; $F_{(\text{herb})} = 90,57^*$; $F_{(\text{dose})} = 31,36^*$; $F_{(\text{herb} \times \text{dose})} = 10,52^*$; CV (%) = 46,29; * significativo a 5% de probabilidade. Piracicaba - SP, 2008

Constatou-se que a espécie de *E. heterophylla* possui suscetibilidade diferenciada para os herbicidas amicarbazone e isoxaflutole, sendo que o herbicida mais eficaz foi o amicarbazone (Figura 4.4).

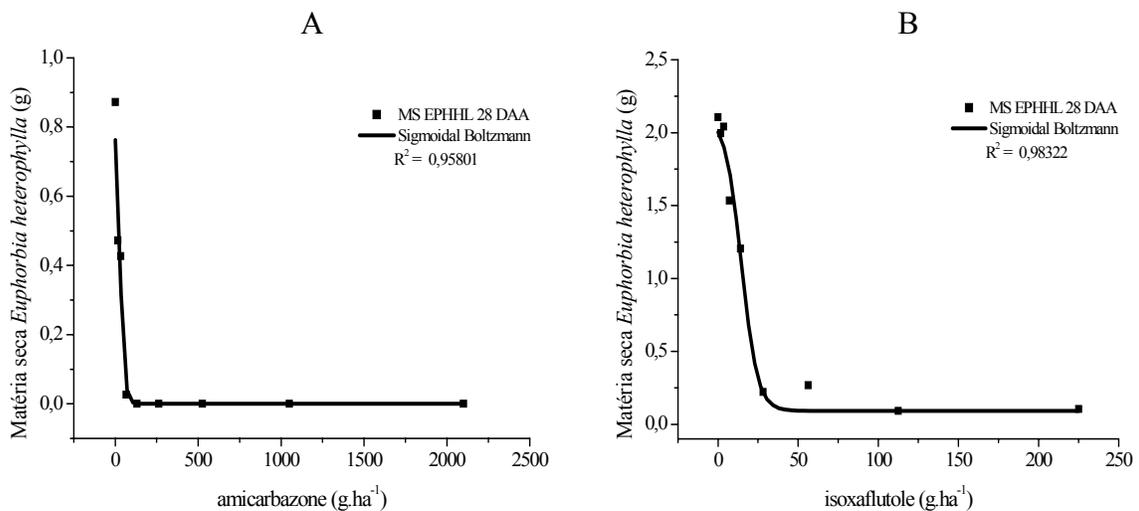


Figura 4.4- Redução de matéria seca provocada pelos herbicidas amicarbazone (A) e isoxaflutole (B) sobre *E. heterophylla* aos 28 dias após a aplicação (DAA). Piracicaba – SP, 2008

Com relação a *S. rhombifolia*, o máximo de controle obtido foi de 78,7% aos 7 dias após aplicação com o dobro da dose comercial de amicarbazone (Tabela 4.4), porém a partir dos 14 DAA houve controle superior a 80% mesmo para as doses de 1/64 da comercial, permanecendo com controle muito bom a excelente até aos 28 DAA. Valores insuficientes foram obtidos pelo isoxaflutole na primeira avaliação, contudo aos 14 DAA metade da dose comercial foi o suficiente para se obter notas de controle acima de 80%. Controles estes que foram atingidos com 1/4 da dose comercial aos 21 DAA. A metade da dose do herbicida isoxaflutole atingiu 96,3% de controle, não diferindo estatisticamente das doses D e 2D (Tabela 4.4).

Através da Figura 4.5, nota-se que *S. rhombifolia* foi altamente suscetível aos herbicidas, sendo que o amicarbazone apresentou GR₈₀ de 25,13 g i.a.ha⁻¹, enquanto que o isoxaflutole o GR₈₀ foi de 40,06 g i.a.ha⁻¹.

Tabela 4.4 – Média das porcentagens de controle atribuídas visualmente à *Sida rhombifolia* em diferentes épocas após a aplicação dos herbicidas em pós-emergência. Piracicaba – SP, 2008

Dose (g i.a.ha ⁻¹)	<i>Sida rhombifolia</i>							
	Épocas de avaliação de controle (DAA) ¹							
	7		14		21		28	
	AMB ²	IFT ³	AMC	IFT	AMC	IFT	AMC	IFT
0	0,0Ag ⁴	0,0Ae	0,0Ab	0,0Ae	0,0Ab	0,0Ae	0,0Ab	0,0Ad
1/64	13,7Ae	5,0Bd	85,0Aa	11,3Bd	93,7Aa	17,5Bd	87,5Aa	12,5Bc
1/32	8,7Af	5,0Bd	80,0Aa	38,7Bc	85,0Aa	53,7Bc	83,7Aa	18,7Bbc
1/16	22,5Ad	5,0Bd	93,7Aa	38,7Bc	93,7Aa	65,0Bbc	93,7Aa	17,5Bbc
1/8	31,3Ac	11,3Bc	100,0Aa	51,3Bc	100,0Aa	60,0Bc	100,0Aa	21,3Bb
1/4	40,0Ac	22,5Bb	100,0Aa	72,5Bb	100,0Aa	81,3Bb	100,0Aa	78,7Ba
1/2	55,0Ab	22,5Bb	100,0Aa	82,5Aab	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	96,3Aa
1	58,7Ab	32,5Ba	100,0Aa	93,7Aab	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa
2	78,7Aa	36,3Ba	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa
F	21,43*		22,95*		33,05*		52,17*	
CV(%)	7,01		7,41		5,21		7,03	

¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para herbicidas (comparação nas linhas), e minúscula para doses (comparação nas colunas), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. ² Amicarbazone. ³ Isoxaflutole.

⁴ Análise estatística feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{[(x + 1) / 100]}$. DAA – dias após a aplicação. * Significativo a 5% de probabilidade.

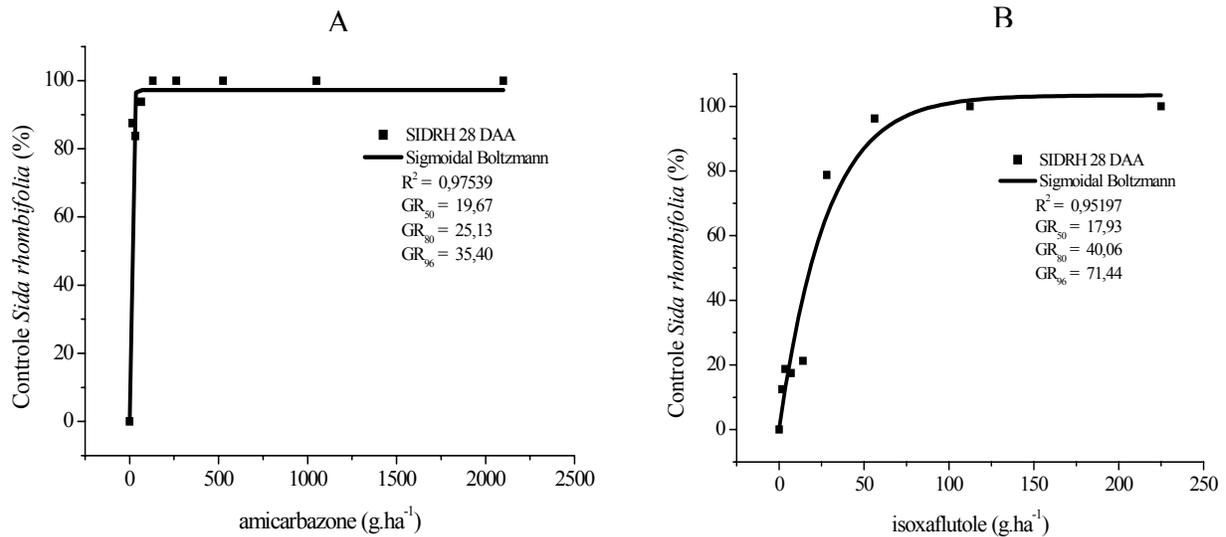


Figura 4.5 – Eficácia dos herbicidas amicarbazone (A) e isoxaflutole (B) aplicados em pós-emergência sobre *S. rhombifolia* aos 28 dias após a aplicação. Piracicaba – SP, 2008

Comparando os valores de doses para cada herbicida no controle de *S. rhombifolia* (Figura 4.6), houve significativa redução entre a dose zero e as demais doses. O dobro da dose comercial de amicarbazone não diferiu da dose de 1/64, a qual não eliminou completamente a parte aérea. Para o herbicida isoxaflutole as maiores doses comerciais de 1/2, 1 e 2 destruiu toda a parte aérea da espécie *S. rhombifolia*, sendo a dose de 1/4 o suficiente para obter boa redução da matéria verde.

Na Figura 4.6 pode-se observar que para o herbicida isoxaflutole reduzir em zero a matéria seca de *S. rhombifolia* foi necessária uma dose quatro vezes maior do que a dose de amicarbazone. Em experimento realizado em casa-de-vegetação com *S. rhombifolia*, observaram-se elevados níveis de eficácia, utilizando o herbicida diclosulam nas doses de 21,8 e 25,2 g i.a.ha⁻¹, com total controle da parte aérea aos 35 DAA (CARBONARI et al., 2008).

A alta suscetibilidade de *S. rhombifolia* é confirmada na Figura 4.7, com drástica redução da matéria seca já a partir da dose de 1/64.

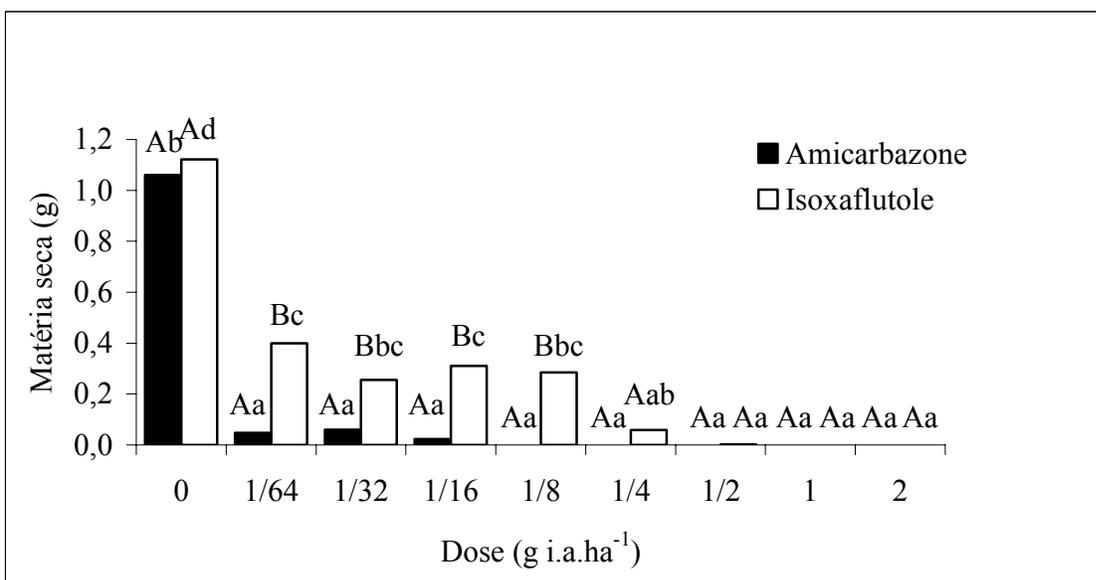


Figura 4.6 – Matéria seca de *S. rhombifolia* aos 28 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para herbicidas, e minúscula para doses, não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p \leq 5\%$; $F_{(\text{herb})} = 61,91^*$; $F_{(\text{dose})} = 79,32^*$; $F_{(\text{herb} \times \text{dose})} = 3,84^*$; CV (%) = 52,74; * significativo a 5% de probabilidade. Piracicaba - SP, 2008

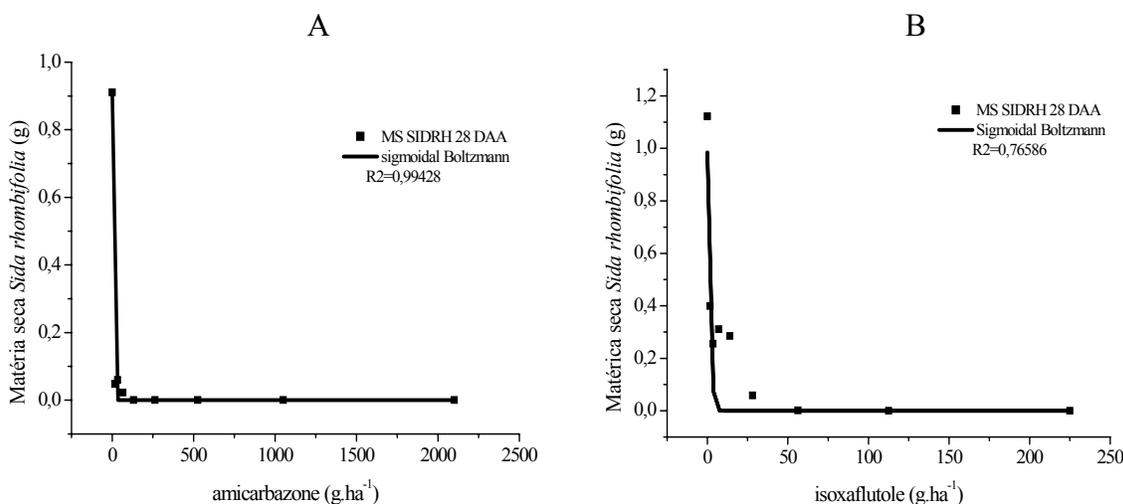


Figura 4.7 - Redução de matéria seca provocada pelos herbicidas amicarbazone (A) e isoxaflutole (B) sobre *S. rhombifolia* aos 28 dias após a aplicação (DAA). Piracicaba – SP, 2008

No que se refere a *B. decumbens* praticamente nenhum controle foi obtido aos 7 DAA com até 1/4 da dose comercial (Tabela 4.5). Apenas a partir dos 14 DAA para o amicarbazone, pode-se observar excelentes níveis de controle, com notas acima de 97%, para 1/2 da dose comercial.

Negrisola et al., (2007) observaram que o amicarbazone, na dose de 1.400 g i.a. ha⁻¹ aplicado na condição de pós-emergência (2-4 folhas), proporcionou controle de 78% aos 10 DAA e notas acima de 95% dos 17 até aos 38 DAA, quando ao término do experimento.

Para o herbicida isoxaflutole o controle de *B. decumbens* foi considerado insuficiente para todas as doses aos 7 DAA (Tabela 4.5). Aos 14 e aos 21 dias após a aplicação a dose e o dobro da dose comercial foram suficientes para atingirem controle acima de 90%, porém a metade da dose proporcionou um controle considerado bom. As doses inferiores a 1/4 da dose do isoxaflutole atingiram níveis de controle considerados insuficientes. Observa-se que aos 28 DAA, 1/2 da dose de amicarbazone atingiu 98,7%, no entanto, a mesma dose para o isoxaflutole atingiu apenas 73,7% com nível de controle considerado bom.

Na Figura 4.8 observa-se maior controle da espécie de *B. decumbens* para o herbicida amicarbazone, provavelmente pela condição de pós-emergência inicial a que o herbicida foi aplicado, enquanto que o isoxaflutole necessitou de maiores doses para obter porcentagens de controle semelhantes ao amicarbazone.

Tabela 4.5 – Média das porcentagens de controle atribuídas visualmente à *Brachiaria decumbens* em diferentes épocas após a aplicação dos herbicidas em pós-emergência. Piracicaba – SP, 2008

Dose (g i.a.ha ⁻¹)	<i>Brachiaria decumbens</i>							
	Épocas de avaliação de controle (DAA) ¹							
	7		14		21		28	
	AMB ²	IFT ³	AMC	IFT	AMC	IFT	AMC	IFT
0	0,0Ad ⁴	0,0Ad	0,0Ad	0,0Ae	0,0Ad ⁴	0,0Ae	0,0Ac	0,0Ae
1/64	0,0Ad	0,0Ad	0,0Ad	0,0Ae	0,0Ad	0,0Ae	0,0Ac	0,0Ae
1/32	0,0Ad	0,0Ad	0,0Ad	0,0Ae	0,0Ad	0,0Ae	0,0Ac	0,0Ae
1/16	1,0Acd	0,0Ad	0,0Bd	3,7Ae	0,0Bd	7,5Ad	0,0Ac	2,5Ae
1/8	2,0Acd	2,5Ad	11,3Bc	21,3Ad	15,0Ac	18,7Ac	20,0Ab	15,0Ad
1/4	4,3Ac	7,7Ac	57,5Ab	37,5Bc	68,7Ab	38,7Bb	78,7Aa	35,0Bc
1/2	54,3Ab	15,0Bb	97,5Aa	73,7Bb	98,7Aa	77,5Ba	98,7Aa	73,7Bb
1	59,3Ab	27,5Ba	97,7Aa	92,5Aa	100,0Aa	93,7Aa	100,0Aa	91,3Aa
2	86,3Aa	38,7Ba	100,0Aa	98,3Aa	100,0Aa	96,3Aa	100,0Aa	95,0Aa
F	14,78*		6,11*		7,34*		7,62*	
CV(%)	17,16		9,93		11,02		11,16	

¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para herbicidas (comparação nas linhas), e minúscula para doses (comparação nas colunas), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. ² Amicarbazone. ³ Isoxaflutole. ⁴ Análise estatística feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{[(x + 1) / 100]}$. DAA – dias após a aplicação. * Significativo a 5% de probabilidade.

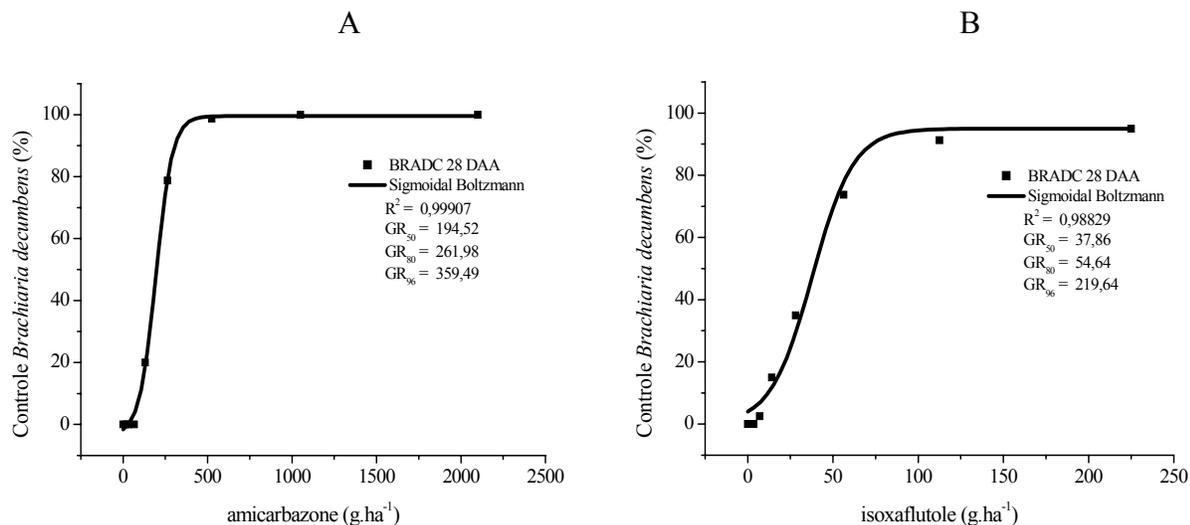


Figura 4.8 – Eficácia dos herbicidas amicarbazone (A) e isoxaflutole (B) aplicados em pós-emergência sobre *B. decumbens* aos 28 dias após a aplicação. Piracicaba – SP, 2008

Na Figura 4.9, somente as doses a partir de 1/4 da comercial foram suficientes para reduzirem a matéria seca produzida pela gramínea. O amicarbazone é um inibidor da fotossíntese e uma de suas características é a baixa translocação via floema, sendo necessárias doses maiores para maior eficácia do herbicida quando aplicado em pós-emergência inicial. O mesmo acontece com o isoxaflutole, que é absorvido preferencialmente pelas raízes, com translocação apoplástica, porém pode ser utilizado em pós-emergência precoce na cultura da cana-de-açúcar (VIDAL E MEROTTO JR., 2001).

Ambos os herbicidas, amicarbazone e o isoxaflutole, foram semelhantes na redução da matéria seca de *B. decumbens*, no entanto, o herbicida amicarbazone proporcionou maior velocidade na diminuição de matéria seca da espécie daninha (Figura 4.10).

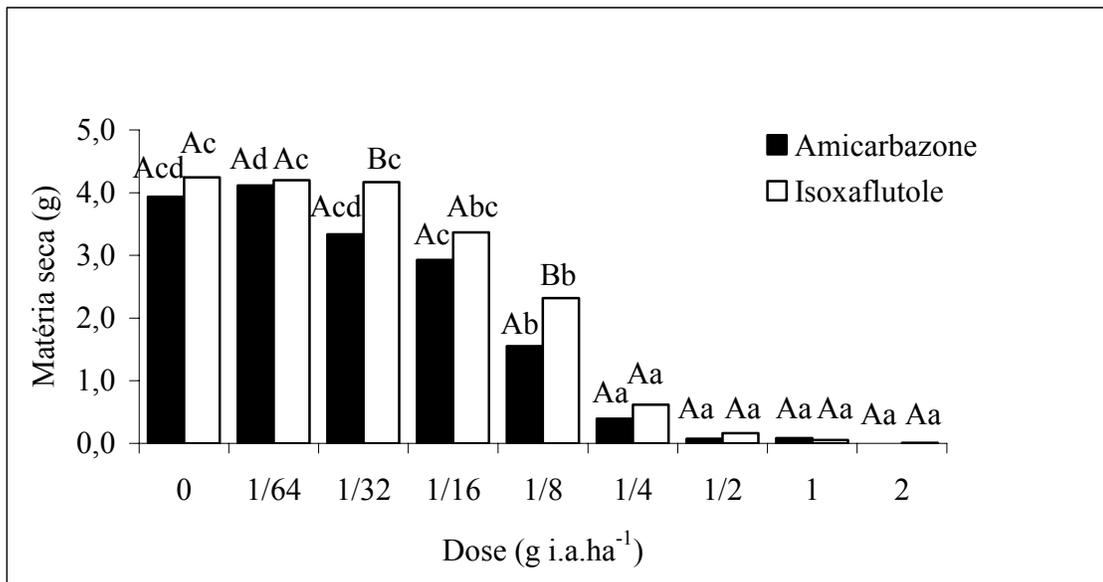


Figura 4.9 - Matéria seca de *B. decumbens* aos 28 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para herbicidas, e minúscula para doses, não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p \leq 5\%$; $F_{(\text{herb})} = 4,69^{\text{ns}}$; $F_{(\text{dose})} = 110,54^*$; $F_{(\text{herb} \times \text{dose})} = 1,23^{\text{ns}}$; CV (%) = 37,30; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo. Piracicaba - SP, 2008

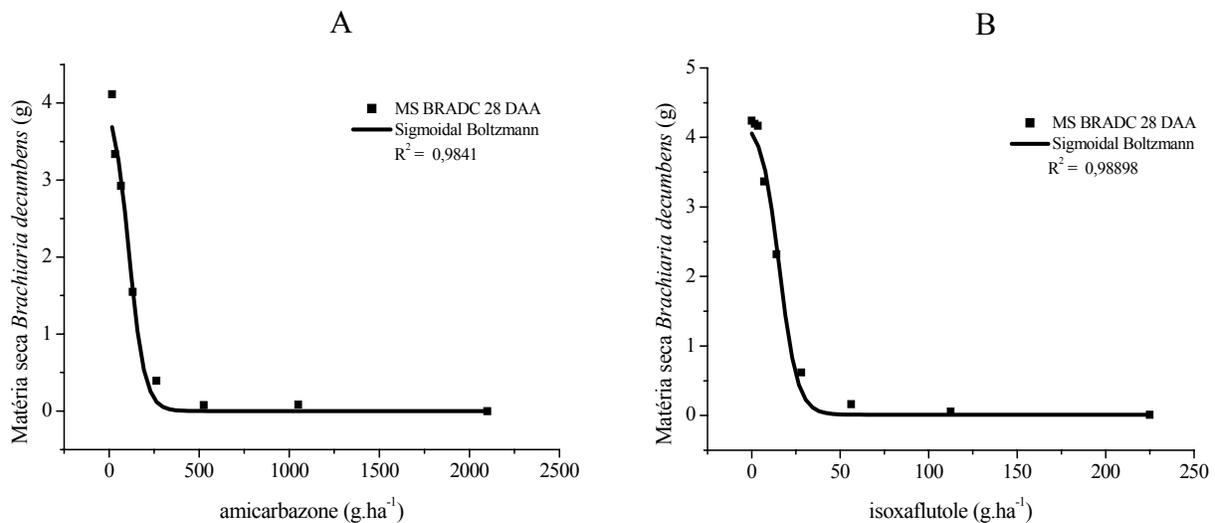


Figura 4.10 - Redução de matéria seca provocada pelos herbicidas amicarbazone (A) e isoxaflutole (B) sobre *B. decumbens* aos 28 dias após a aplicação (DAA). Piracicaba – SP, 2008

Para a espécie de *D. horizontalis* a eficácia dos herbicidas foram semelhantes aos obtidos para *B. decumbens*, ou seja, controle considerado ineficientes aos 7 DAA evoluindo para excelentes níveis de controle a partir dos 14 DAA (Tabela 4.6). Resultados obtidos por Maciel et al. (2008), quando

apenas 69,5% e 61,2% de controle foram encontrados aos 7 DAA, respectivamente, para os herbicidas trifloxysulfuron-sodium + ametryne (37 + 1.463 g i.a. ha⁻¹ e 0,2% de v/v de Aterbane®) e hexazinone + diuron (330 + 1.170 g i.a. ha⁻¹ e 0,2% de v/v de Aterbane®) aplicados em condição de pós-emergência em *D. horizontalis* com 6 folhas até 1 a 2 perfilhos. No entanto, níveis excelentes e superiores a 93% foram atingidos aos 28 DAA.

Nota-se que para a planta daninha *D. horizontalis* não houve interação entre herbicida x dose na última avaliação (Tabela 4.6). Neste caso as melhores doses foram a partir de 1/2 da dose comercial para o herbicida amicarbazono com 91,3% e de 93,7% a partir da dose D do herbicida isoxaflutole.

Tabela 4.6 – Média das porcentagens de controle atribuídas visualmente à *Digitaria horizontalis* em diferentes épocas após a aplicação dos herbicidas em pós-emergência. Piracicaba – SP, 2008

Dose (g i.a.ha ⁻¹)	<i>Digitaria horizontalis</i>							
	Épocas de avaliação de controle (DAA) ¹							
	7		14		21		28	
	AMB ²	IFT ³	AMC	IFT	AMC	IFT	AMC	IFT
0	0,0Ad ⁴	0,0Ad	0,0Ac	0,0Af	0,0Ac	0,0Ae	0,0Ac	0,0Ae
1/64	0,0Ad	0,0Ad	0,0Ac	0,0Af	0,0Ac	0,0Ae	0,0Ac	0,0Ae
1/32	0,0Ad	0,0Ad	0,0Ac	0,0Af	0,0Ac	0,0Ae	0,0Ac	0,0Ae
1/16	0,0Ad	2,0Acd	0,0Bc	7,0Ae	0,0Bc	4,0Ae	0,0Ac	0,0Ae
1/8	2,0Acd	3,0Acd	5,0Bc	15,0Ad	5,0Bc	11,3Ad	10,0Ab	3,7Ad
1/4	3,0Ac	5,3Ac	51,3Ab	35,0Bc	50,0Ab	33,7Bc	50,0Aa	30,0Bc
1/2	7,3Bc	13,7Ab	87,5Aa	75,0Bb	90,0Aa	73,7Bb	91,3Aa	72,5Bb
1	37,5Ab	30,0Ba	98,7Aa	92,5Aa	100,0Aa	92,5Aa	100,0Aa	93,7Aa
2	82,5Aa	32,5Ba	100,0Aa	98,3Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa
F	14,61*		8,59*		5,61*		1,20 ^{ns}	
CV(%)	16,92		10,88		10,20		16,10	

¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para herbicidas (comparação nas linhas), e minúscula para doses (comparação nas colunas), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. ² Amicarbazono. ³ Isoxaflutole.

⁴ Análise estatística feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{[(x + 1) / 100]}$. DAA – dias após a aplicação. * Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo.

Na Figura 4.11 pode-se comprovar a maior suscetibilidade da espécie de *D. horizontalis* ao herbicida amicarbazone, com GR_{80} de 343,32 g i.a.ha⁻¹. Para o isoxaflutole a quantidade de herbicida para atingir o GR_{80} foi de 59,49 g i.a.ha⁻¹.

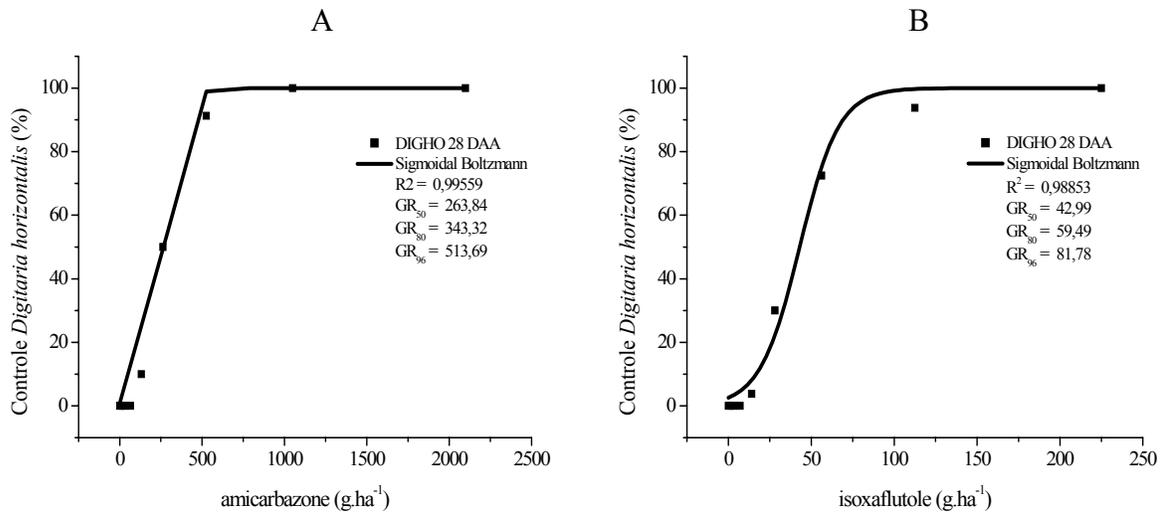


Figura 4.11 – Eficácia dos herbicidas amicarbazone (A) e isoxaflutole (B) aplicados em pós-emergência sobre *D. horizontalis* aos 28 dias após a aplicação. Piracicaba – SP, 2008

O herbicida amicarbazone reduziu significativamente a matéria seca de *D. horizontalis* a partir da dose de 1/8, contudo a eliminação da massa seca ocorreu na dose 1, ou seja, quando se aplicou a dose comercial (Figura 4.12). A partir de 1/2 da dose comercial de isoxaflutole foi possível obter valores aceitáveis de matéria seca de *D. horizontalis* (Figura 4.12). Em estudos realizados com o herbicida imazapic sobre *D. horizontalis* (CARVALHO et al., 2005), observaram que a aplicação da dose recomendada (98 g i.a.ha⁻¹) provocou redução de matéria seca superior a 80% aos 30 dias após infestação. Observa-se que para o herbicida isoxaflutole não houve diferença entre as doses abaixo de 12,5% da dose comercial, ou seja, quando se aplicou 1/8 da dose, sendo necessário 75 g i.a.ha⁻¹ para total eliminação da matéria seca (Figura 4.12).

O nível de controle aumentou com comportamento sigmoidal em função do incremento da dose do herbicida. Confirmando os dados de controle da Figura 4.11, a redução de matéria seca da espécie de *D. horizontalis* (Figura 4.13), foi mais acentuada para o herbicida amicarbazone, mesmo quando aplicado em condições de pós-emergência inicial.

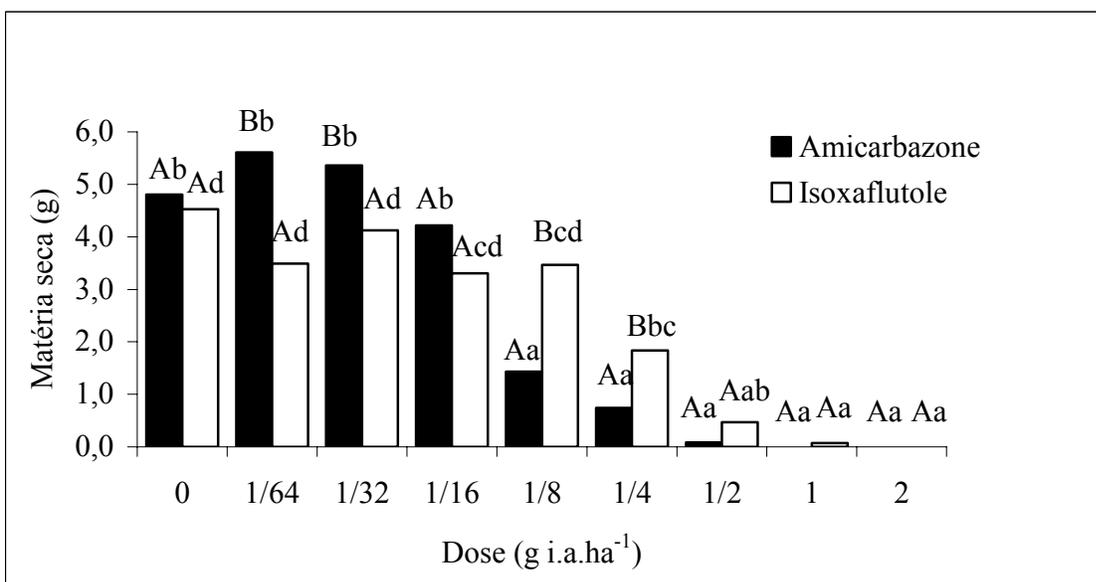


Figura 4.12 - Matéria seca de *D. horizontalis* aos 28 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas amicarbazono e isoxaflutole. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para herbicidas, e minúscula para doses, não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p \leq 5\%$; $F_{(\text{herb})} = 5,20^{\text{ns}}$; $F_{(\text{dose})} = 62,11^*$; $F_{(\text{herb} \times \text{dose})} = 6,54^*$; CV (%) = 30,45; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo. Piracicaba - SP, 2008

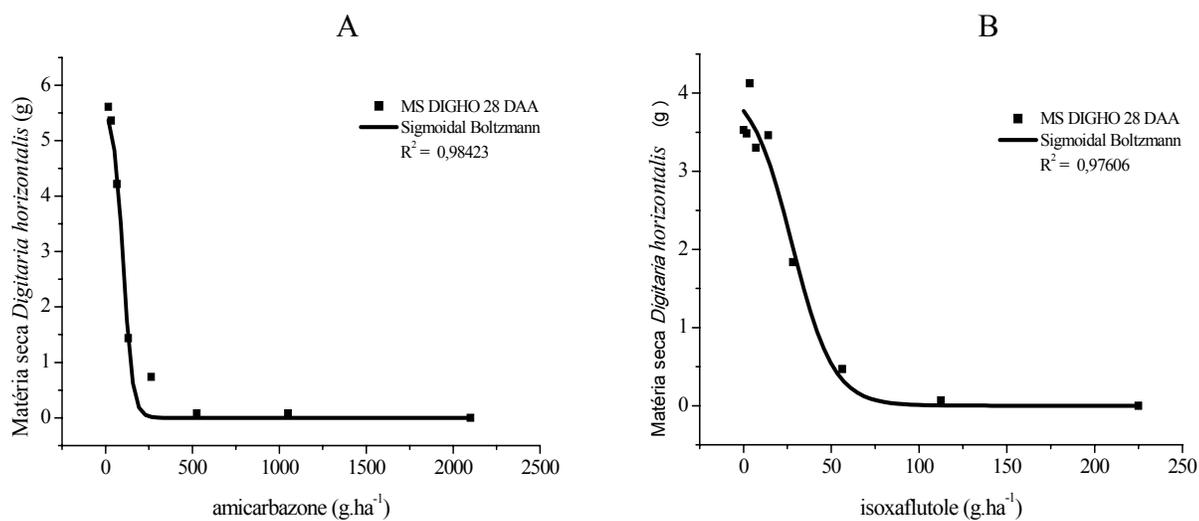


Figura 4.13 - Redução de matéria seca provocada pelos herbicidas amicarbazono (A) e isoxaflutole (B) sobre *D. horizontalis* aos 28 dias após a aplicação (DAA). Piracicaba – SP, 2008

4.4 Conclusões

Pelos dados obtidos nas condições do experimento pode-se concluir que: *E. heterophylla* foi mais suscetível ao herbicida amicarbazone. A planta daninha *S. rhombifolia* foi altamente suscetível aos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole, até mesmo para as menores doses. As espécies gramíneas, *B. decumbens* e *D. horizontalis*, foram suscetíveis aos herbicidas utilizados, necessitando de maiores doses dos produtos comerciais, para atingirem resultados satisfatórios de controle.

Referências

ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, v. 1, n. 1, p. 35-38, 1974.

AZANIA, C.A.M.; ROLIM, J.C.; CASAGRANDE, A.A.; LAVORENTI, N.A.; AZANIA, A.A.P.M. Seletividade de herbicidas. III – Aplicação de herbicidas em pós-emergência inicial e tardia da cana-de-açúcar na época da estiagem. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 489-495, 2006.

CARBONARI, C.A.; MESCHEDÉ, D.K.; CORREA, M.R.; VELINI, E.D.; TOFOLI, G.R. Eficácia do herbicida diclosulam em associação com a palha de sorgo no controle de *Ipomoea grandifolia* e *Sida rhombifolia*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 657-664, 2008.

CARVALHO, S.J.P.; LOMBARDI, B.P.; NICOLAI, M.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; MEDEIROS, D. Curvas de dose-resposta para avaliação do controle de fluxos de emergência de plantas daninhas pelo herbicida imazapic. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 535-542, 2005.

DEUBER, R. **Ciência das plantas infestantes**: manejo. Campinas: Gráfica e Editora Degaspari, 1997. v. 2, 285 p.

GUO, P.; AL-KHATIB, K. Temperature effects on germination and growth of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*), Palmer amaranth (*A. palmeri*), and common waterhemp (*A. rudis*). **Weed Science**, Lawrence, v. 51, n. 6, p. 869-875, 2003.

HESS, M.; BARRALIS, G.; BLEIHOLDER, H.; BUHRS, L.; EGGERS, T.H.; HACK, H.; STAUSS, R. Use of the extended BBCH escale – general for descriptions of the growth stages of mono- and dicotyledonous weed species. **Weed Research**, Oxford, v. 37, n. 6, p. 433-411, 1997.

MACIEL, C.D.G.; VELINI, E.D.; CONSTANTIN, J.; JARDIM, C.E.; BERNARDO, R.S.; FONSECA, P.P.M.; BARELA, J.D.; OLIVEIRA, J.S. Eficiência e seletividade dos herbicidas trifloxysulfuron-sodium + ametryne e hexazinone + diuron em função da tecnologia de aplicação e

do manejo mecânico da palha de cana-de-açúcar na linha de plantio. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 665-676, 2008.

MAYO, C.M.; HORAK, M.J.; PETERSON, D.E.; BOYER, J.E. Differential control of four *Amaranthus* species by six postmergence herbicides in soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, Champaign, v. 9, n. 1, p. 141-147, 1995.

NEGRISOLI, E.; ROSSI, C.V.S.; VELINI, E.D.; CAVENAGHI, A.L.; COSTA, E.A.D.; TOLEDO, R.E.B. Controle de plantas daninhas pelo amicarbazone aplicado na presença de palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 603-611, 2007.

PROCÓPIO, S.O.; SILVA, A.A.; VARGAS, L. Manejo e controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Ed.) **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 397-452.

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

TOLEDO, R.E.B.; KOBAYASHI, E. K.; HONDA, T.; MIYASAKI, J. M.; PERETTO, A. J. Dinamic (amicarbazone) – novo herbicida seletivo para o controle de plantas daninhas em pré e pós-emergência na cultura da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2004. p. 451.

VICTORIA FILHO, R.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Manejo de plantas daninhas e produtividade da cana. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v.1, n.1, p. 32-37, 2004.

VIDAL, R.A.; MEROTTO JR., A. **Herbicidologia**. Porto Alegre: Edição dos Autores, 2001. 75 p.

5 EFICÁCIA DOS HERBICIDAS AMICARBAZONE E ISOXAFLUTOLE APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA INICIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR E DAS PLANTAS DANINHAS EM ÉPOCA SECA

Resumo

A aplicação de herbicidas em pós-emergência inicial das plantas daninhas muitas vezes é necessária em função da extensão da área de cana-de-açúcar, o que impossibilita a aplicação em pré-emergência na área total. O objetivo da condução deste experimento foi avaliar a eficácia agrônômica dos herbicidas amicarbazone e isoxaflutole aplicados em condição de pós-emergência inicial das plantas daninhas e da cana-de-açúcar, bem como avaliar sintomas de fitointoxicação causado na cultura. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, com oito tratamentos, sendo um tratamento sem herbicida e sem capina, e quatro repetições. O herbicida amicarbazone foi utilizado nas doses ($D/2 = 525$; $D = 1.050$ e $2D = 2.100$ g i.a.ha⁻¹), isoxaflutole ($D/2 = 56,25$; $D = 112,5$ e $2D = 225$ g i.a.ha⁻¹) e a associação amicarbazone + isoxaflutole ($525 + 112,5$ g i.a.ha⁻¹), foram aplicados em pós-emergência inicial, ou seja, quando as plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* L., *Sida rhombifolia* L., *Brachiaria decumbens* Stapf e *Digitaria horizontalis* Willd. se encontravam com 2 a 3 folhas. O controle das plantas daninhas e a fitointoxicação da cana-de-açúcar foram realizados aos 7, 15, 30, 60, 90 e 150 dias após a aplicação e a estimativa de produtividade realizada na avaliação final de controle. Para a análise de variância, foi aplicado o teste F e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. A espécie de *E. heterophylla* foi suscetível ao herbicida amicarbazone. Excelentes níveis de controle foram obtidos para as plantas de *S. rhombifolia* quando se aplicou amicarbazone, no entanto o herbicida isoxaflutole não conseguiu impedir novos fluxos de emergência. A espécie de *B. decumbens* não foi suscetível aos herbicidas, enquanto que para *D. horizontalis* apenas a maior dose do herbicida amicarbazone controlou a espécie. Todos os herbicidas foram seletivos às plantas de cana-de-açúcar, com ausência de sintomas a partir dos 90 DAA. A maior dose do herbicida amicarbazone provocou perdas na produtividade da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar; Pós-emergência; *Euphorbia heterophylla*, *Sida rhombifolia*, *Digitaria horizontalis* e *Brachiaria decumbens*

Abstract

Applying initial post emergence herbicides on weeds is many times required due to the cane sugar field extension, which hampers the application of pre-emergence in the total area. The objective of this experiment was to evaluate the agronomic effectiveness of some herbicides applied in initial condition of post-emergence on weeds and sugar cane and to evaluate symptoms of phytotoxicity caused in the culture. The design was randomized blocks with eight treatments, one treatment with no herbicide and no weeding, and four repetitions. The herbicide amicarbazone at doses (525 ; 1.050 and 2.100 g i.a.ha⁻¹), isoxaflutole ($56,25$; $112,5$ and 225 g i.a.ha⁻¹) and the association of amicarbazone + isoxaflutole ($525 + 112.5$ g i.a.ha⁻¹) were applied in the initial post-emergence, when the weed *Euphorbia heterophylla* L., *Sida rhombifolia* L., *Brachiaria decumbens*

Stapf and *Digitaria horizontalis* Willd were with 2 to 3 leaves. The control of weeds and phytotoxicity of sugar cane were performed at 7, 15, 30, 60, 90 and 150 days after the application and estimating carried out in the final evaluation of control. For the analysis of variance, the F test was applied and the averages were compared by Tukey test at 5% of probability. The species of *E. heterophylla* was susceptible to the herbicide amicarbazone. Excellent levels of control were obtained for plants of *S. rhombifolia* when amicarbazone was applied, however the herbicide isoxaflutole failed to prevent new flows of weed emergence. The species of *B. decumbens* was not susceptible to herbicides, while for *D. horizontalis* only the highest dose of herbicide amicarbazone controls the species. All herbicides were selective to plants of sugar cane with no symptoms from 90 DAA. The highest dose of the herbicide amicarbazone caused losses in productivity of sugar cane.

Keywords: Sugarcane; Post-emergence; *Euphorbia heterophylla*, *Sida rhombifolia*, *Digitaria horizontalis* e *Brachiaria decumbens*

5.1 Introdução

No Estado de São Paulo, a cana-de-açúcar colhida durante o inverno (junho a agosto) apresenta lenta brotação e perfilhamento; entretanto, mesmo em menores densidades populacionais, as plantas daninhas podem prejudicar o desenvolvimento da cultura. Essas condições devem-se à pouca ocorrência de chuvas durante o inverno, característica dos climas Aw e Cwa de Köppen (Brasil, 1960), onde foi realizado o experimento e onde se encontra a maioria dos canaviais paulistas.

No contexto do manejo de plantas daninhas, a aplicação de herbicidas em pós-emergência é uma prática bastante comum nos diferentes sistemas produtivos de cana-de-açúcar. Mais recentemente, em sistemas de cana crua, em que a quantidade de palha depositada sobre a superfície do solo pode superar 20 t.ha⁻¹, essa modalidade de aplicação tem sido predominante em razão da dificuldade de utilização de herbicidas em pré-emergência e da necessidade de adaptação de diversas tecnologias (VELINI; NEGRISOLI, 2000).

Sendo assim, muitos produtores de cana-de-açúcar, devido às questões de planejamentos e operações agrícolas, optam por utilizar o controle químico durante o período seco. Nesse caso, a seletividade dos herbicidas escolhidos deverá ser adequada, para não prejudicar ainda mais o desenvolvimento das soqueiras.

Dentre os herbicidas escolhidos pelos produtores o isoxaflutole torna-se interessante, pois pode ser aplicado em períodos secos. Segundo Taylor-Lovell et al. (2000), ele se torna reativo somente na presença de chuva ou irrigação, controlando as plantas daninhas que emergirem. Esse

herbicida, geralmente, causa fitointoxicação na cana-de-açúcar nos primeiros meses após a aplicação, porém sem comprometer a produção, conforme foi observado por Costa e Rozanski (2003).

Vários estudos relacionados com o posicionamento do amicarbazone na presença da palha da cana-de-açúcar mostraram efeitos satisfatórios no controle de plantas daninhas em pré-emergência, porém poucas pesquisas em campo foram feitas avaliando o efeito do herbicida aplicado em pós-emergência da cultura. O amicarbazone apresenta elevada solubilidade em água ($4,6 \text{ g.l}^{-1}$ a pH 4,9) e baixa pressão de vapor ($1,3 \times 10^{-6} \text{ Pa}$), sendo um herbicida pertencente ao grupo químico das triazolinonas e, sendo formulado em grânulos dispersíveis em água (WG), com fácil manuseio e maior segurança ao aplicador (TOLEDO et al., 2004).

Os herbicidas amicarbazone e isoxaflutole podem ser aplicados em pré ou pós-emergência da cana-de-açúcar, porém é importante estudar seu comportamento no que se refere ao desenvolvimento da cana-de-açúcar quando aplicados no período de estiagem. Nesse caso, a seletividade do herbicida torna-se ainda mais importante, porque os sintomas de intoxicação podem ser mais severos.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia agrônômica dos herbicidas amicarbazone, isoxaflutole em diferentes doses e a associação de ambos os herbicidas aplicados no período seco e em pós-emergência inicial da cana-de-açúcar e das plantas daninhas, bem como os seus possíveis reflexos no desenvolvimento inicial e na produtividade da cultura da cana-de-açúcar.

5.2 Material e Métodos

O experimento foi realizado em Piracicaba-SP entre junho e novembro de 2008, na fazenda Santa Rosa pertencente ao Grupo Cosan/Usina Costa Pinto, em área de topografia plana e solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo de textura arenosa (Tabela 5.1). As informações sobre as condições climáticas durante a condução do experimento encontram-se na Figura 5.1.

Tabela 5.1 – Análise química e física do solo da área experimental. Faz. Santa Rosa, Piracicaba, SP – 2008

Química*												
Prof. amostra	pH CaCl ₂	M.O. g.dm ⁻³	P resina mg.dm ⁻³	S-SO ₄	K	Ca	Mg	H+Al mmol _c .dm ⁻³	Al	S.B.	T	V %
0-25 cm	5,5	24	9	7	8,4	26	13	25	2	47,4	72,4	65
Física*												
Areia (%)			Silte (%)			Argila (%)			Textura			
63			7			30			média-argilosa			

SB = soma de bases; T = capacidade de troca de cátions; V = saturação de bases e M.O. = matéria orgânica.

Classe de diâmetro (mm):

Areia = 2,0-0,05; Silte = 0,05-0,002; Argila < 0,002

Classes de textura: 25% ≤ argila ≤ 34% - média-argilosa

* Análise feita pelo Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ/USP.

A colheita mecanizada, sem a queima prévia da cana-de-açúcar, foi realizada no dia 24 de maio de 2008 e, posteriormente, feito o enleiramento do palhico no sistema de 3:1, ou seja, uma entrelinha recebe a biomassa de outras duas entrelinhas laterais, ficando com o triplo da cobertura vegetal inicial. Este sistema de enleiramento é o que normalmente a Usina Costa Pinto emprega em suas áreas de cultivo. Em seguida ao enleiramento, o palhico foi coletado em três pontos e pesado, sendo retirada uma amostra de 1 m² para estimativa por hectare. A quantidade média de palha, distribuída uniformemente sem o enleiramento, da variedade SP-891115 foi de 17,55 t.ha⁻¹.

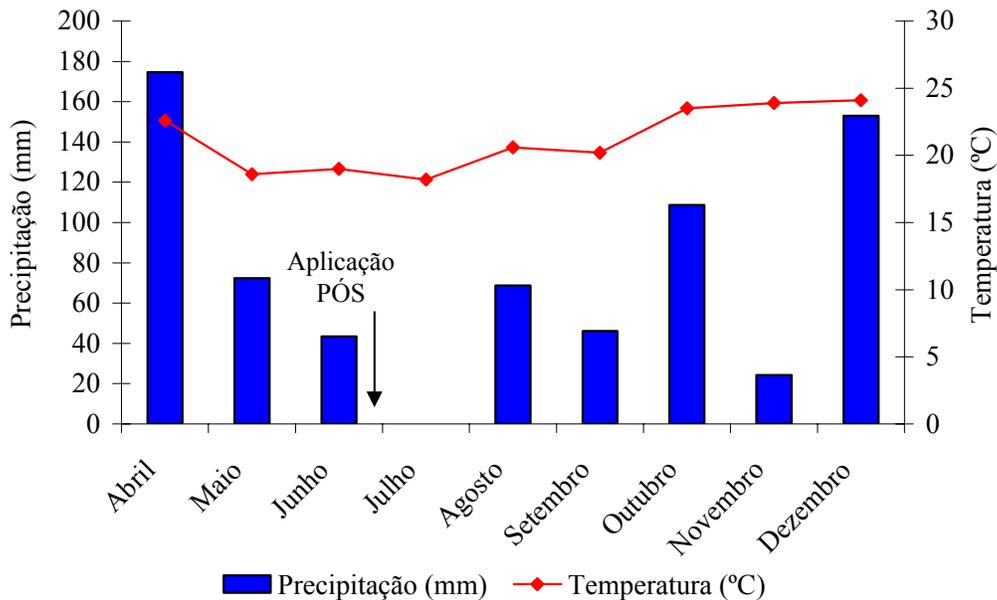


Figura 5.1 – Precipitações (mm) e temperaturas (°C) médias mensais no período referente a abril e dezembro de 2008. Piracicaba – SP, 2008,

Fonte: Base de dados do posto meteorológico da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

O experimento foi instalado no dia três de junho, após ter sido realizado o segundo corte da cana e aplicação de $225 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ de vinhaça por aspersão. As espécies de plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* L., *Sida rhombifolia* L., *Brachiaria decumbens* Stapf e *Digitaria horizontalis* Willd. foram semeadas linearmente em cada parcela.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições e oito tratamentos. Cada parcela correspondeu a 3 linhas de 6 metros de comprimento, espaçadas de 1,40 m, sendo a área útil considerada as 2 linhas descobertas com 4 metros de comprimento. Dois sulcos lineares com 5 cm de profundidade foram feitos em cada entrelinha da parcela sem o palhico, sendo que uma das entrelinhas recebeu as sementes de folhas largas e a outra as sementes de gramíneas.

A aplicação dos herbicidas foi feita entre 14h30 e 16h em pós-emergência inicial da cana-de-açúcar no dia 27 de junho de 2008, aos 34 dias após o corte da primeira soca, quando as plantas apresentavam em média 15,21 cm de altura (do solo até a primeira folha completamente expandida), e as plantas daninhas com 2 a 3 folhas, ou seja, estágio 13 (HESS et al., 1997). A média das densidades foi de 28, 25, 12 e 6 $\text{pl} \cdot \text{m}^{-2}$, respectivamente, para as espécies de *E. heterophylla*, *S. rhombifolia*, *B. decumbens* e *D. horizontalis*.

Utilizou-se pulverizador costal à pressão constante (mantida por ar comprimido) de 2,5 kgf.cm⁻², munido de barra com quatro bicos de jato plano Teejet 110.03, espaçados de 0,5 m, proporcionando consumo de calda equivalente a 200 l.ha⁻¹. As condições climáticas no momento da aplicação foram: umidade relativa de 61,4%, temperatura do ar de 24,6 °C e velocidade do vento de 5 km.h⁻¹.

Os tratamentos utilizados foram: amicarbazone a D/2 = 525; D = 1.050 e 2D = 2.100 g i.a.ha⁻¹; isoxaflutole a D/2 = 56,25; D = 112,5 e 2D = 225 g i.a.ha⁻¹; associação de amicarbazone + isoxaflutole nas doses de 525 + 112,5 g i.a. ha⁻¹ e testemunha sem capina. Os herbicidas foram aplicados no sentido das linhas da cana-de-açúcar, deixando-se 1 metro em cada extremidade na parcela sem aplicação, para evitar deriva de herbicida entre parcelas e auxiliar nas avaliações de controle (%).

O efeito dos tratamentos sobre o crescimento das plantas daninhas foi avaliado através da porcentagem de controle visual aos 7, 15, 30, 60, 90 e 150 dias após aplicação dos herbicidas (DAA), segundo a escala de notas da ALAM (1974). As avaliações visuais dos sintomas de fitointoxicação constatados nas plantas de cana-de-açúcar, realizados no mesmo período das plantas daninhas, foram baseadas na escala da EWRC (EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL, 1964) (Tabela 5.2).

Tabela 5.2 – Escala de avaliação visual de fitointoxicação de herbicidas sobre plantas proposta pela EWRC. Piracicaba – SP, 2008

Índice	Descrição dos sintomas visuais observados
1	Ausência de sintomas
2	Sintoma muito leve
3	Sintoma leve
4	Sintoma moderado
5	Duvidoso
6	Prejuízo leve na colheita
7	Prejuízo forte na colheita
8	Prejuízo muito forte na colheita
9	Prejuízo total na colheita

Foram realizados levantamentos e coletas das plantas daninhas em cada parcela aos 150 DAA, determinando-se o número de indivíduos por espécie, através de quatro pontos de amostragem de 0,25 m² cada, totalizando 1,00 m². As amostras retiradas foram levadas para secagem em estufa a 70°C, até atingirem o peso de equilíbrio, para avaliação do peso de matéria seca das plantas daninhas.

Após a coleta das plantas daninhas foi realizada a colheita manual da linha central da parcela, sem a queima prévia da cana-de-açúcar, a fim de se estimar a produtividade agrícola ($t \cdot ha^{-1}$).

Para a análise estatística dos dados, foi utilizado o teste F e comparadas suas médias através do teste de Tukey a 5% de probabilidade. As porcentagens de controle, fitointoxicação e matéria seca das plantas daninhas foram transformadas em arco-seno $\sqrt{[(x+1)/100]}$, com a finalidade de atingirem a normalidade e homogeneidade dos dados. Apenas os dados de colheita da cana-de-açúcar foram analisados sem a transformação.

5.3 Resultados e Discussão

No dia da aplicação dos herbicidas tanto a cultura quanto as plantas daninhas apresentavam-se vigorosas e bastante túrgidas, devido às boas condições de chuva após a semeadura das espécies daninhas. Os herbicidas foram aplicados no final do mês de junho (27/06/08) e a partir desta data nenhuma chuva foi registrada durante o mês de julho (Figura 5.1), proporcionando excelentes condições para que os produtos exercessem suas ações herbicidas, quando aplicados em pós-emergência.

De modo geral apenas as doses do herbicida amicarbazone foram suficientes no controle da espécie de planta daninha (Tabela 5.3). Aos 15 dias após aplicação dos herbicidas, a dose de $2.100 \text{ g i.a.} \cdot ha^{-1}$ já havia alcançado bons níveis de controle. Em aplicação de $2 \text{ l e.a.} \cdot ha^{-1}$ de sulfosate, houve controle em torno de 100% aos 21 dias após a aplicação do tratamento e com intervalo de 48h sem chuva após a aplicação, em plantas de *E. heterophylla* (MONQUERO; SILVA, 2007).

A dose D/2 do herbicida amicarbazone não foi eficaz até os 90 DAA, no entanto, aos 150 DAA a dose foi o suficiente para proporcionar um controle de 80,7%. Para a dose de $1.050 \text{ g i.a.} \cdot ha^{-1}$, houve bons resultados de controle aos 30 e 60 dias após aplicação, reduzindo para 77,5% aos 90 DAA, no entanto, ao término do experimento a porcentagem de controle foi igual a 90,0% (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 – Média das porcentagens de controle atribuídas visualmente à *Euphorbia heterophylla* na cultura da cana-de-açúcar, em diferentes épocas após a aplicação dos herbicidas, em pós-emergência. Faz. Santa Rosa, Piracicaba – SP, 2008

Tratamento	Dose (g i.a.ha ⁻¹)	<i>E. heterophylla</i>					
		Épocas de avaliação de controle (DAA) ¹					
		7	15	30	60	90	150
1. Testemunha infestada	-	0,0b ²	0,0b	0,0c	0,0c	0,0c	0,0b
2. Amicarbazone	525	5,0ab	72,5a	66,3ab	60,0ab	46,3ab	80,7a
3. Amicarbazone	1050	6,3ab	75,0a	83,7a	86,3a	77,5ab	90,0a
4. Amicarbazone	2100	10,0ab	83,7a	85,0a	99,5a	97,5a	91,3a
5. Isoxaflutole	56,25	8,0ab	60,0a	62,5ab	60,7ab	48,7ab	46,3ab
6. Isoxaflutole	112,5	11,7ab	50,0a	40,0b	48,7b	27,5bc	66,3a
7. Isoxaflutole	225	11,3ab	60,0a	65,0ab	68,7ab	40,0ab	66,3a
8. Amicarbazone + Isoxaflutole	525 + 112,5	13,7a	85,0a	77,5ab	80,0ab	76,3ab	70,3a
F		3,16*	30,97*	32,68*	20,35*	9,46*	5,51*
CV(%)		37,11	13,15	12,92	16,97	27,89	32,90

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ²Análise estatística feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{[(x+1)/100]}$. DAA – dias após a aplicação. * Significativo a 5% de probabilidade.

Para o herbicida isoxaflutole não se observou controle satisfatório para a espécie de *E. heterophylla*, com baixas porcentagens de controle (Tabela 5.3). A maior porcentagem de controle proporcionada pelo isoxaflutole foi de 68,7% com 225 g i.a.ha⁻¹ (2D) aos 60 DAA. A dose D (112,5 g i.a.ha⁻¹) para o herbicida isoxaflutole não foi considerada satisfatória por ter atingido apenas 66,3% de controle ao término do experimento. Em razão de suas propriedades químicas, o isoxaflutole apresenta importante particularidade no que diz respeito à sua utilização no campo, sendo absorvido preferencialmente pelas raízes, embora também o seja pelas sementes, uma vez que a atividade herbicida depende da conversão do isoxaflutole ao metabólito diquetonitrila e da disponibilidade de água no solo (MARCHIORI JR. et al., 2005).

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 5.3 e Figura 5.2, o herbicida isoxaflutole não se mostrou eficaz no controle da espécie de *E. heterophylla*. Vale ressaltar que a associação dos herbicidas também não conseguiu atingir controle satisfatório da espécie daninha com o máximo controle de 85,0% aos 15 DAA, porém ao término do experimento com apenas 70,3% de controle.

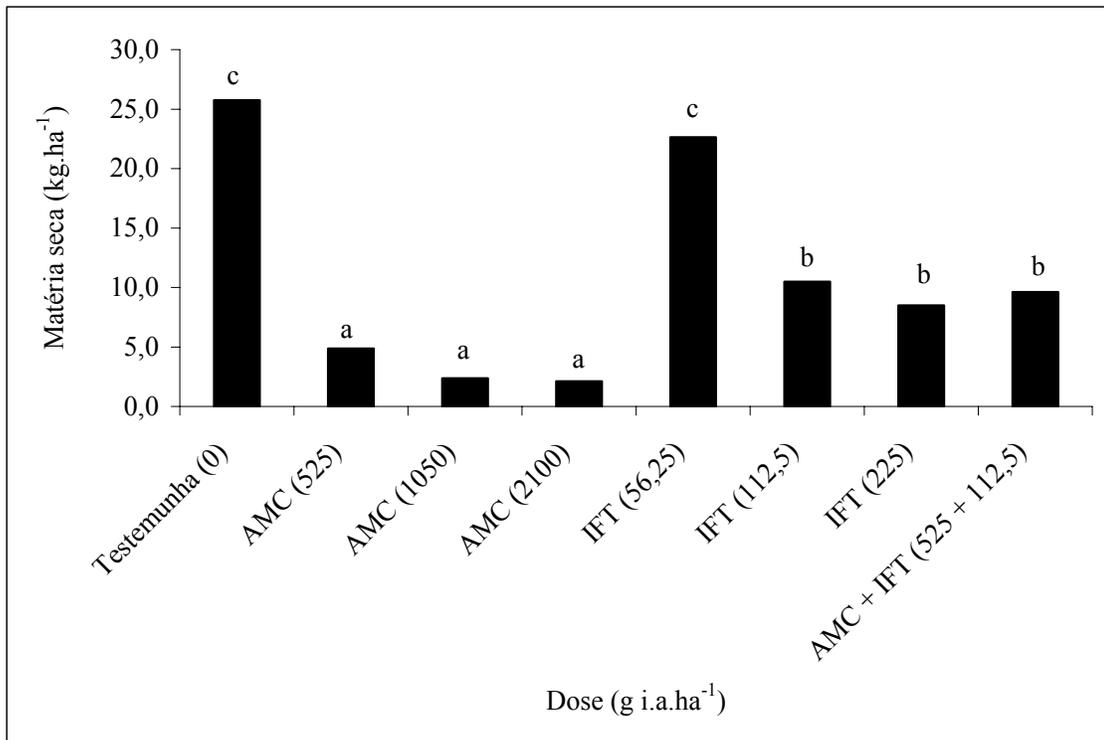


Figura 5.2 – Matéria seca de *E. heterophylla* aos 150 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas amicarbazone (AMC), isoxaflutole (IFT) e da associação de amicarbazone e isoxaflutole. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p \leq 5\%$; $F_{(rep)} = 3,58^*$; $F_{(herb)} = 1,72^{ns}$; CV (%) = 123,87; *significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo. Faz. Santa Rosa, Piracicaba - SP, 2008

Segundo Pallett et al., (1998), o isoxaflutole também bloqueia o transporte de elétrons da fotossíntese, em nível do FSII, pela menor produção da plastoquinona necessária ao transporte de elétrons, aumentando o estresse oxidativo já provocado pela ausência da proteção dos carotenóides. De acordo com Kruse et al., (2001), a escolha das doses apropriadas, o número de plantas daninhas presentes na área e sua variabilidade, além das espécies envolvidas na análise, podem afetar a demonstração de sinergismo.

O controle de *S. rhombifolia* foi considerado muito bom já a partir dos 15 dias após a aplicação para a associação dos herbicidas (Tabela 5.4). A dose de 1.050 g i.a.ha⁻¹ de amicarbazone, apresentou resultados excelentes a partir dos 30 DAA com níveis de controle acima de 91,3%, enquanto que a dose de D/2 atingiu 90,7% de controle ao término do experimento.

Tabela 5.4 – Média das porcentagens de controle atribuídas visualmente à *Sida rhombifolia* na cultura da cana-de-açúcar, em diferentes épocas após a aplicação dos herbicidas, em pós-emergência. Faz. Santa Rosa, Piracicaba – SP, 2008

Tratamento	Dose (g i.a.ha ⁻¹)	<i>S. rhombifolia</i>					
		Épocas de avaliação de controle (DAA) ¹					
		7	15	30	60	90	150
1. Testemunha infestada	-	0,0b ²	0,0b	0,0c	0,0c	0,0b	0,0c
2. Amicarbazone	525	5,0ab	63,7a	78,7ab	85,0a	82,5a	90,7a
3. Amicarbazone	1050	10,0ab	73,7a	91,3ab	93,7a	92,5a	99,5a
4. Amicarbazone	2100	11,3a	80,0a	91,3ab	92,5a	100,0a	100,0a
5. Isoxaflutole	56,25	7,5ab	61,3a	66,3ab	83,7a	77,5a	61,3b
6. Isoxaflutole	112,5	11,7a	47,5a	56,3b	47,5b	78,7a	74,3ab
7. Isoxaflutole	225	15,0a	52,5a	72,5ab	85,0a	90,0a	74,7ab
8. Amicarbazone + Isoxaflutole	525 + 112,5	11,3a	85,0a	92,5a	100,0a	98,7a	92,5a
F		4,95*	25,18*	30,51*	53,72*	73,29*	5810*
CV(%)		30,42	14,83	13,50	10,23	8,44	9,69

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ²Análise estatística feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{[(x+1)/100]}$. DAA – dias após a aplicação. * Significativo a 5% de probabilidade.

Aos 60 DAA, as doses de 56,25 (1/2D) e 225 g i.a.ha⁻¹ (2D) do isoxaflutole, apresentaram níveis de controle muito bom, respectivamente de 83,7 e 85,0%, no entanto houve queda na porcentagem de controle desta espécie aos 150 DAA (Tabela 5.4). Este fato pode ser explicado pelas boas condições de precipitação durante os meses de avaliação do experimento, favorecendo a germinação de novas plântulas. A dose de 112,5 g i.a.ha⁻¹ apresentou controle regular dos 15 aos 60 DAA, elevando ao término do experimento para 74,3% de controle, que é considerado insatisfatório para registro em condições de campo (Tabela 5.4). Em estudos realizados por Rizzardi e Fleck (2004), o nível de controle, proporcionado pelas doses da mistura de acifluorfen + bentazon aplicado em *S. rhombifolia* com duas folhas, diminuiu nas avaliações feitas aos 21 DAA e na colheita da soja, em consequência do surgimento de novos fluxos de emergência da planta daninha após aplicação dos herbicidas.

A quantidade de matéria seca acumulada pelas plantas de *S. rhombifolia* é resultado da ação dos herbicidas (Figura 5.3), no entanto fica evidente o ótimo controle proporcionado pelo herbicida amicarbazone. A dose de 56,25 g i.a.ha⁻¹ de isoxaflutole foi a que menos exerceu efeito sob a planta daninha, porém mesmo nas maiores doses o herbicida não foi suficiente para eliminar a espécie de *S. rhombifolia*.

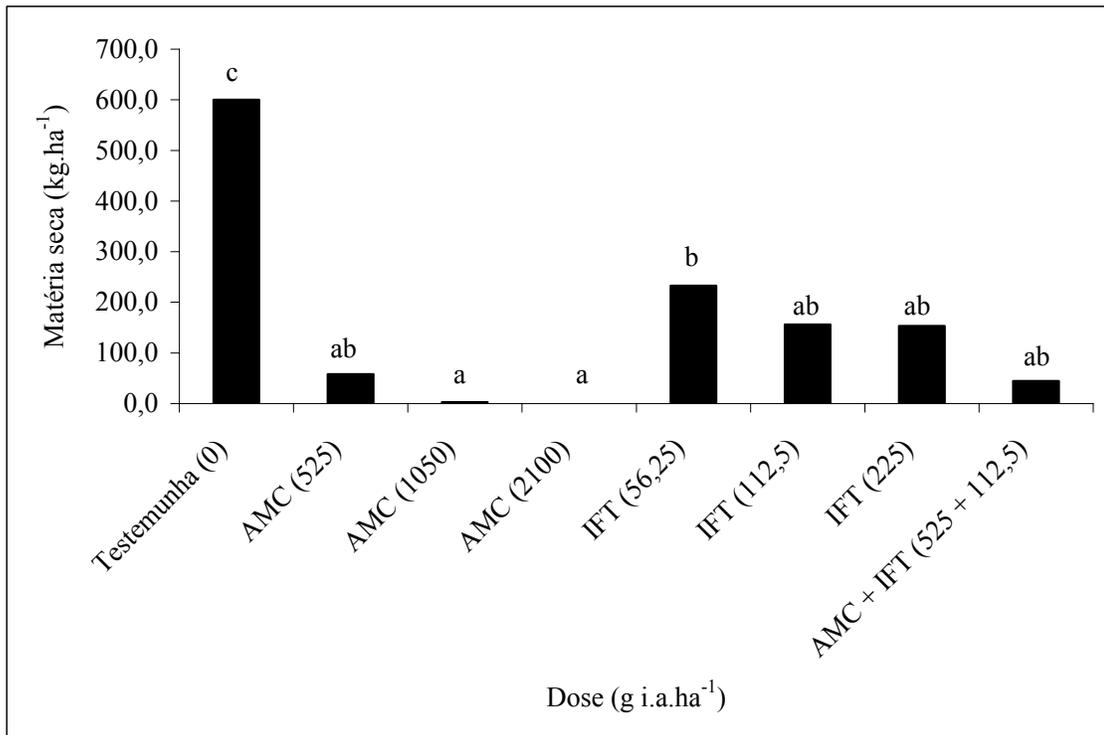


Figura 5.3 – Matéria seca de *S. rhombifolia* aos 150 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas amicarbazone (AMC), isoxaflutole (IFT) e da associação de amicarbazone e isoxaflutole. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p \leq 5\%$; $F_{(rep)} = 2,39^{ns}$; $F_{(herb)} = 16,96^*$; $CV (\%) = 61,68$; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo. Faz. Santa Rosa, Piracicaba - SP, 2008

Os dados apresentados na Tabela 5.5 evidenciam o baixo controle proporcionado pelos herbicidas amicarbazone, isoxaflutole e associação, quando aplicados em pós-emergência inicial e independente das doses testadas (D/2, D e 2D) sobre a espécie de *B. decumbens*. Aos 60 DAA a dose de 2.100 g i.a.ha⁻¹ de amicarbazone havia proporcionado um controle de 90% da espécie gramínea, entretanto esta mesma dose apresentou apenas 52,5% de controle aos 150 DAA. Mesmo a aplicação da dose de 1.050 g i.a.ha⁻¹ não atingiu bons resultados de controle, com eficiência máxima de 71,3% aos 60 DAA, enquanto que a aplicação de metade da dose de amicarbazone atingiu 50,0% de controle aos 30 DAA e apenas 13,7% ao término do experimento (Tabela 5.5). A aplicação isolada de MSMA (2,88 kg i.a.ha⁻¹), diuron (2 kg i.a.ha⁻¹) e ametryn (2 kg i.a.ha⁻¹) em pós-emergência de *B. decumbens*, resultou em péssimo a nenhum controle aos 120 DAA (BRAZ; DURIGAN, 1992). Ainda estes mesmos autores, observaram que a mistura pronta de MSMA + diuron (5 kg.ha⁻¹) e a mistura em tanque de MSMA + ametryn (2,64 + 1,76 g i.a.ha⁻¹) proporcionaram um ótimo nível de

controle até aos 225 DAA, por ocasião da colheita. Estes resultados inferem que possivelmente houve um efeito sinérgico dos herbicidas na eficácia sobre as plantas ou que os herbicidas diuron e ametryn proporcionaram efeito residual sobre as plântulas provenientes das sementes.

Para o herbicida isoxaflutole a nota máxima atingida foi de 60,0% aos 15 DAA na dose de 112,5 g i.a.ha⁻¹, com oscilações de controle nas avaliações de 30, 60 e 90 DAA, finalizando aos 150 DAA, praticamente, com a mesma porcentagem de controle com 18,0% para a metade da dose para o herbicida isoxaflutole (Tabela 5.5).

A espécie de *B. decumbens* se destaca por apresentar excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, fácil estabelecimento e considerável produção de biomassa durante o ano, proporcionando excelente cobertura vegetal do solo (ALVIM et al., 1990). Pela sua agressividade e resistência, é também considerada importante espécie daninha na maioria das culturas anuais e perenes. Por esta razão, e devido às médias mensais de temperatura e precipitação (Figura 5.1), principalmente nos meses de outubro e novembro, terem sido favoráveis ao crescimento e desenvolvimento da *B. decumbens*, esta espécie praticamente não foi controlada aos 150 DAA.

Tabela 5.5 – Média das porcentagens de controle atribuídas visualmente à *Brachiaria decumbens* na cultura da cana-de-açúcar, em diferentes épocas após a aplicação dos herbicidas, em pós-emergência. Faz. Santa Rosa, Piracicaba – SP, 2008

Tratamento	Dose (g i.a.ha ⁻¹)	<i>B. decumbens</i>					
		Épocas de avaliação de controle (DAA) ¹					
		7	15	30	60	90	150
1. Testemunha infestada	-	0,0c ²	0,0b	0,0b	0,0c	0,0b	0,0a
2. Amicarbazone	525	7,5abc	50,0a	50,0a	40,0b	26,3ab	13,7a
3. Amicarbazone	1050	12,5ab	65,0a	67,5a	71,3ab	41,3a	17,5a
4. Amicarbazone	2100	15,0a	71,3a	77,5a	90,0a	73,7a	52,5a
5. Isoxaflutole	56,25	8,0ab	47,5a	43,7a	47,5ab	35,0a	18,0a
6. Isoxaflutole	112,5	7,5abc	60,0a	45,0a	56,3ab	45,0a	18,7a
7. Isoxaflutole	225	6,3bc	57,5a	45,0a	78,7ab	65,0a	33,7a
8. Amicarbazone + Isoxaflutole	525 + 112,5	12,5ab	66,3a	68,7a	77,5ab	65,0a	52,5a
F		6,84*	28,89*	23,51*	14,53*	8,56*	2,22 ^{ns}
CV(%)		26,02	13,03	15,18	20,61	27,74	60,96

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ²Análise estatística feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{[(x + 1) / 100]}$. DAA – dias após a aplicação. * Significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} - não significativo.

Dentre as plantas daninhas avaliadas neste experimento, a *B. decumbens* é considerada como sendo a mais agressiva tanto no aspecto morfológico, quanto na velocidade de acúmulo de biomassa.

Além de sua ótima capacidade de adaptação ao meio-ambiente, cabe ressaltar o estágio de desenvolvimento, no qual os herbicidas foram aplicados sobre a cultura e a espécie de *B. decumbens*. No momento da aplicação dos herbicidas, as folhas da cana-de-açúcar e até mesmo as folhas da planta daninha, serviram como efeito guarda-chuva, impedindo que parte dos produtos aplicados atingisse o solo, deixando livre para a germinação novas sementes de *B. decumbens*.

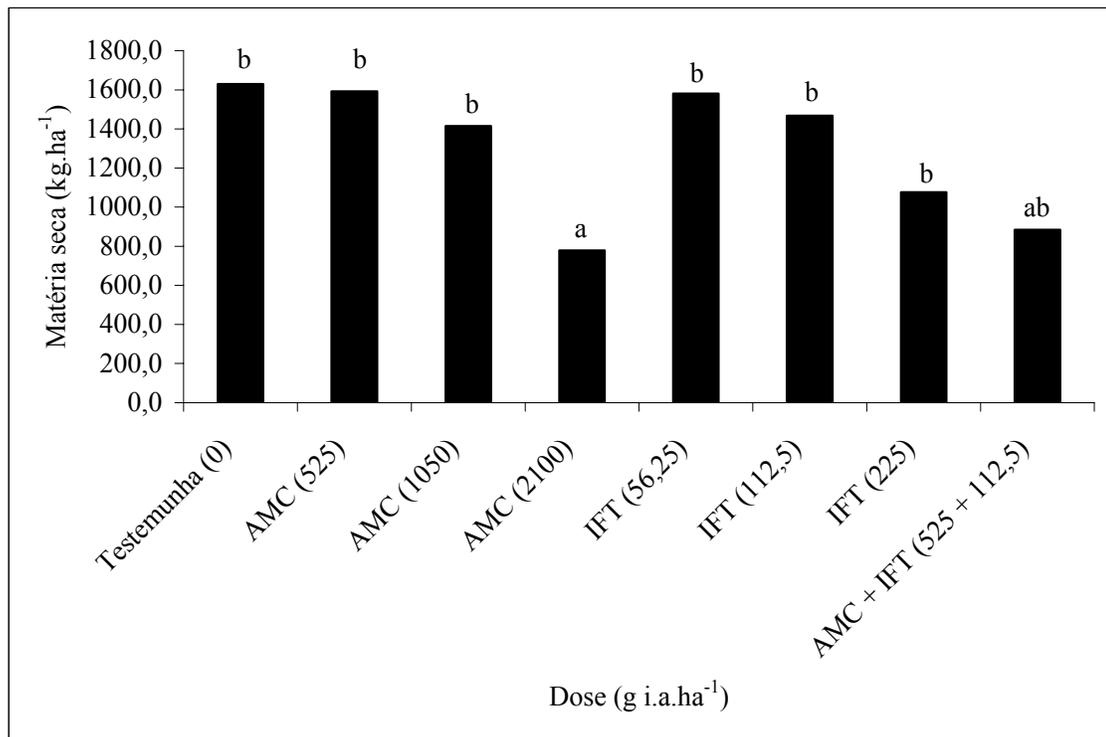


Figura 5.4 – Matéria seca de *B. decumbens* aos 150 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas amicarbazone (AMC), isoxaflutole (IFT) e da associação de amicarbazone e isoxaflutole. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p \leq 5\%$; $F_{(rep)} = 3,41^*$; $F_{(herb)} = 1,58^{ns}$; $CV (\%) = 41,44$; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo. Faz. Santa Rosa, Piracicaba - SP, 2008

Dentre os herbicidas aplicados, a dose de 2.100 g i.a.ha⁻¹ de amicarbazone foi o que mais proporcionou redução de matéria seca da braquiária, com aproximadamente metade da biomassa acumulada em comparação com a testemunha (Figura 5.4). A aplicação da associação dos herbicidas amicarbazone + isoxaflutole (525 + 112,5 g i.a.ha⁻¹) não diferiu estatisticamente do tratamento testemunha, porém com forte tendência na redução de matéria seca. O mesmo pode ser discutido em

relação às demais doses, entretanto, praticamente não evitaram diminuições no acúmulo da matéria seca.

Para a espécie de planta daninha *D. horizontalis*, os dados apresentados na Tabela 5.6 revelam o baixo controle apresentado pelos herbicidas. Aos 15 DAA a dose D para o herbicida amicarbazone, proporcionou 55,0% de controle atingindo o máximo de controle aos 60 DAA com 72,5% de controle. Ao término do experimento a dose de 525 g i.a.ha⁻¹ atingiu controle máximo de 50,0%. Resultados regulares de controle com 51,3% e 58,7%, foram atingidos aos 60 DAA, respectivamente, para a dose D/2 e a dose D do isoxaflutole. Ao longo de todas as avaliações realizadas, apenas a dose de 2.100 g i.a.ha⁻¹ do herbicida amicarbazone proporcionou um controle de 81,3% aos 60 dias após a aplicação, elevando-se para o total controle ao término do experimento (Tabela 5.6).

Em experimento realizado por Barros e Leonel (2001), a aplicação do herbicida padrão diuron + hexazinone (1170 + 330 g i.a.ha⁻¹) em plantas de *D. horizontalis* com 2 a 3 perfilhos, proporcionou excelentes níveis de controle até 60 dias após o tratamento.

Tabela 5.6 – Média das porcentagens de controle atribuídas visualmente à *Digitaria horizontalis* na cultura da cana-de-açúcar, em diferentes épocas após a aplicação dos herbicidas, em pós-emergência. Faz. Santa Rosa, Piracicaba – SP, 2008

Tratamento	Dose (g i.a.ha ⁻¹)	<i>D. horizontalis</i>					
		Épocas de avaliação de controle (DAA) ¹					
		7	15	30	60	90	150
1. Testemunha infestada	-	0,0b ²	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b
2. Amicarbazone	525	5,5ab	42,5a	43,7a	46,3a	23,7a	50,0ab
3. Amicarbazone	1050	7,5a	55,0a	65,0a	72,5a	41,3a	50,0ab
4. Amicarbazone	2100	8,7a	65,0a	71,3a	81,3a	65,0a	100,0a
5. Isoxaflutole	56,25	5,0ab	51,3a	43,7a	51,3a	35,0a	38,7ab
6. Isoxaflutole	112,5	6,3ab	52,5a	46,3a	58,7a	42,5a	50,0ab
7. Isoxaflutole	225	7,5a	61,3a	46,3a	78,7a	66,3a	50,0ab
8. Amicarbazone + Isoxaflutole	525 + 112,5	10,0a	62,5a	65,0a	77,5a	52,5a	25,0ab
F		4,98*	27,64*	25,33*	17,34*	7,56*	2,16 ^{ns}
CV(%)		23,73	13,46	14,45	17,92	27,98	67,29

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ² Análise estatística feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{[(x + 1) / 100]}$. DAA – dias após a aplicação. * Significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} - não significativo.

A quantidade de matéria seca acumulada pelas plantas de *D. horizontalis* está acima das porcentagens de controle atribuídas à planta daninha (Figura 5.5). Com exceção da dose de 2.100 g

i.a.ha⁻¹ e 56,25 g i.a.ha⁻¹, respectivamente, para os herbicidas amicarbazone e isoxaflutole, todas as demais doses estiveram abaixo das porcentagens de controle apresentados na Tabela 5.6, quando comparadas com o acúmulo de matéria seca da testemunha (Figura 5.5).

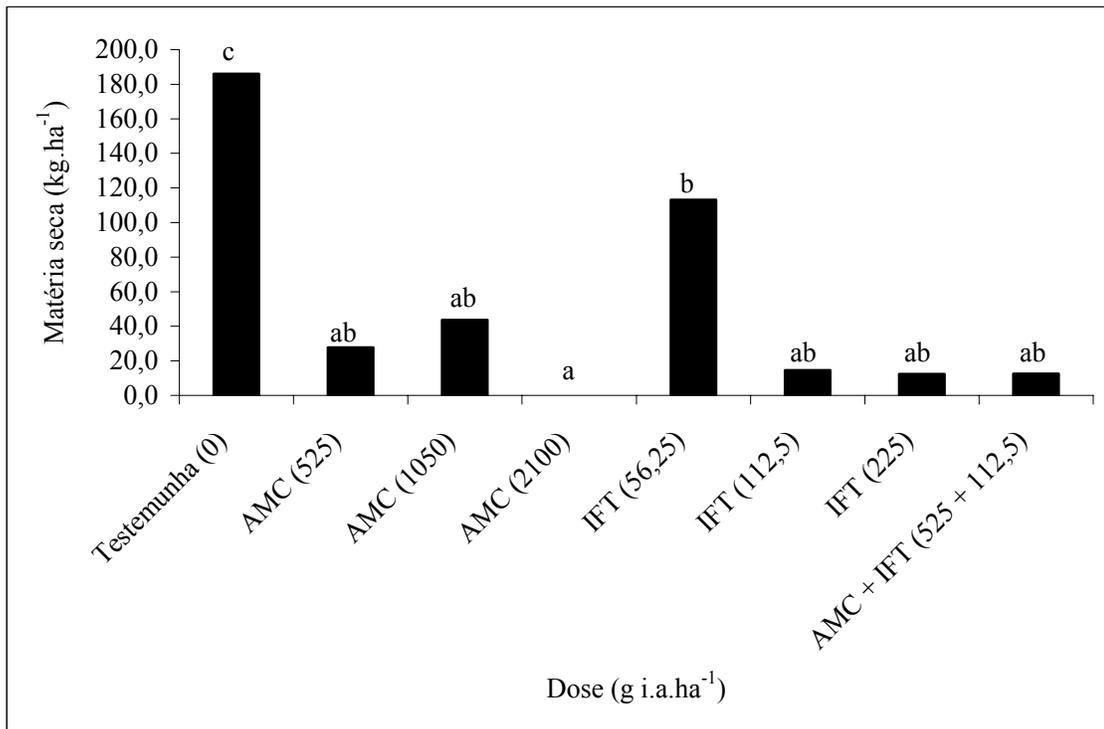


Figura 5.5 – Matéria seca de *D. horizotalis* aos 150 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas amicarbazone (AMC), isoxaflutole (IFT) e da associação de amicarbazone e isoxaflutole. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p \leq 5\%$; $F_{(rep)} = 2,31^*$; $F_{(herb)} = 1,61^{ns}$; $CV (\%) = 198,34$; *significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo. Faz. Santa Rosa, Piracicaba - SP, 2008

Em relação a seletividade dos herbicidas aplicados em pós-emergência inicial, todos os herbicidas apresentaram-se seletivos à cultura ao término do experimento (Tabela 5.7). A maior dose para o herbicida amicarbazone e para o isoxaflutole, bem como a associação de ambos os herbicidas, foram os que mais provocaram sintomas de fitointoxicação aos 30 DAA. Vale ressaltar que mesma a aplicação da dose recomendada (112,5 g i.a.ha⁻¹) para o herbicida isoxaflutole aos 30 DAA, houve sintomas moderados de fitointoxicação. (Tabela 5.7). O metabolismo das plantas não foi afetado ao ponto de prejudicar a produtividade do canavial, conforme pode ser observado a partir dos 90 dias após a aplicação. Sintomas aceitáveis de fitointoxicação também foram observados quando se aplicaram isoxaflutole (112, 5 g i.a.ha⁻¹) em pós-emergência da cana-de-açúcar (TASSO JÚNIOR, et

al., 2005). Azania et al., (2006), também observaram que a dose de 95,63 g i.a.ha⁻¹ de isoxaflutole, apresentou fortes sintomas de fitointoxicação aos 15 DAA, entretanto, foi o herbicida menos fitotóxico com rápida seletividade à cana-de-açúcar aos 45 DAA.

Possivelmente os sintomas mais fortes de fitointoxicação ocorreram até aos 30 DAA, devido à ausência de chuva durante o mês de julho (Figura 5.1). Houve gradiente de sintomas de fitointoxicação apenas para o herbicida isoxaflutole, principalmente na sua maior dose, com forte coloração arroxeadada, praticamente, em toda a superfície foliar. O herbicida amicarbazone provocou manchas cloróticas uniformes e arroxearamento nas extremidades das folhas.

Tabela 5.7 – Média das notas de fitointoxicação de acordo com a escala da EWRC (1964), atribuídas visualmente, nas plantas de cana-de-açúcar em diferentes épocas após a aplicação dos herbicidas, em pós-emergência da cultura. Faz. Santa Rosa, Piracicaba - SP, 2008

Tratamento	Dose (g i.a.ha ⁻¹)	Cana-soca cv. SP-891115					
		Épocas de avaliação de fitointoxicação (DAA) ¹					
		7	15	30	60	90	150
1. Testemunha infestada	-	1,0a ²	1,0a	1,0a	1,0a	1,0a	1,0a
2. Amicarbazone	525	2,3b	2,0b	3,0b	1,5ab	1,0a	1,0a
3. Amicarbazone	1050	2,7bc	2,7bcd	3,5bc	1,7ab	1,0a	1,0a
4. Amicarbazone	2100	3,3bc	3,5cd	4,3cd	2,0b	1,7b	1,0a
5. Isoxaflutole	56,25	2,3b	2,7bcd	3,5bc	1,5ab	1,0a	1,0a
6. Isoxaflutole	112,5	2,7bc	2,5bc	4,5de	2,0b	1,0a	1,0a
7. Isoxaflutole	225	3,0bc	3,3cd	5,5e	2,0b	1,0a	1,0a
8. Amicarbazone + Isoxaflutole	525 + 112,5	3,7c	4,0d	4,0cd	1,7ab	1,0a	1,0a
F		18,37*	16,97*	69,03*	3,24*	9,00*	1x10 ⁹ *
CV(%)		8,25	9,36	5,14	12,34	6,98	0,00

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ²Análise estatística feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{[(x + 1) / 100]}$. DAA – dias após a aplicação. * Significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} - não significativo.

Na Figura 5.6 pode-se observar que, nenhum dos tratamentos foi diferente da testemunha, no entanto, o longo período em que o tratamento sem herbicida ficou infestado provocou redução na produtividade da cana-de-açúcar. Vários trabalhos têm mostrado que não há diferença estatística na produtividade entre os tratamentos que foram aplicados herbicidas, quando comparados com os tratamentos capinados e sem herbicida (MACIEL et al., 2008; BARELA; CHRISTOFFOLETI, 2006; NEGRISOLI et al., 2004).

O tratamento que influenciou a produção final foi o herbicida amicarbazone (2.100 g i.a.ha⁻¹), o qual proporcionou uma perda na produtividade de 9,22 t.ha⁻¹. Mesmo após o desaparecimento dos

sintomas visuais de fitointoxicação, a maior dose para o herbicida amicarbazone reduziu a estimativa na produtividade da cana-de-açúcar, porém é necessário a realização de alguns parâmetros biométricos, como altura da cana, número de perfilhos e diâmetro de colmo para confirmar a interferência negativa dos herbicidas na produtividade da cana-de-açúcar. Em função da época em que o experimento foi colhido, aos 208 dias após o corte, as plantas de cana-de-açúcar ainda não estavam totalmente desenvolvidas e, possivelmente não haveria diferença entre o tratamento testemunha e o dobro da dose do herbicida amicarbazone para uma colheita realizada normalmente, após a maturação do canavial.

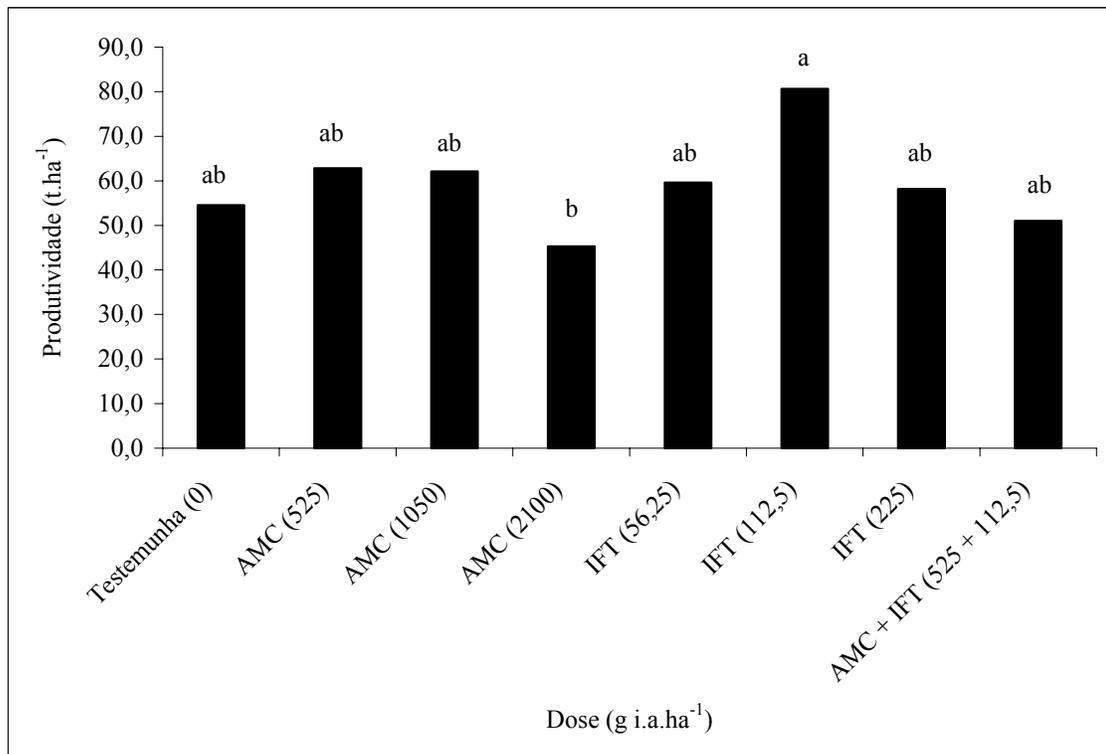


Figura 5.6 – Produtividade da cana-de-açúcar cv. SP-891115, em t.ha⁻¹, estimada aos 174 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas amicarbazone (AMC), isoxaflutole (IFT) e da associação de amicarbazone e isoxaflutole. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p \leq 5\%$; $F_{(rep)} = 1,24^{ns}$; $F_{(herb)} = 2,66^*$; CV (%) = 21,58; * Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo. Faz. Santa Rosa, Piracicaba - SP, 2008

5.4 Conclusões

O herbicida amicarbazone proporcionou controle satisfatório da *E. heterophylla*. Excelentes níveis de controle para as plantas de *S. rhombifolia* foram alcançados quando se aplicou amicarbazone, no entanto o herbicida isoxaflutole não conseguiu impedir novos fluxos de emergência das plantas daninhas. A espécie de *B. decumbens* não foi controlada pelos herbicidas e pela associação, favorecendo o acúmulo de matéria seca. *D. horizontalis* foi totalmente controlada pelo amicarbazone, ao contrário do que ocorreu com o isoxaflutole e a associação no controle em pós-emergência da espécie.

Todos os herbicidas foram seletivos às plantas de cana-de-açúcar, com ausência de sintomas a partir dos 90 DAA. A maior dose do herbicida amicarbazone provocou perdas na produtividade da cana-de-açúcar.

Referências

- ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A.; VERNEQUE, R.S.; SALVATI, J.A. Aplicação de nitrogênio em acessos de Brachiaria. 1. Efeitos sobre produção de matéria seca. **Pasturas Tropicais**, Cali, v.12, n.2, p.2-6, 1990.
- ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, v. 1, n. 1, p. 35-38, 1974.
- AZANIA, C.A.M.; ROLIM, J.C.; CASAGRANDE, A.A.; LAVORENTI, N.A.; AZANIA, A.A.P.M. Seletividade de herbicidas. III – Aplicação de herbicidas em pós-emergência inicial e tardia da cana-de-açúcar na época da estiagem. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 489-495, 2006.
- BARELA, J.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência da cultura da cana-de-açúcar (RB 867515) tratada com nematicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 371-378, 2006.
- BARROS, A.C. de; LEONEL, D.M. Eficácia e seletividade da mistura trifloxysulfuron-sodium/ametryne para o controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Passo Fundo, v. 2, n. 3, p. 93-97, 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro: Base de Serviço Nacional e Pesquisa Agronômica, 1960. 312 p. (Boletim, 12).

BRAZ, B.A.; DURIGAN, J.C. Eficiência biológica de herbicidas aplicados em pós-emergência isolados ou em mistura, para o controle de *Brachiaria decumbens* Stapf, na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 10, n. 5, p. 15-22, 1992.

COSTA, E.A.D.; ROZANSKI, A. Eficácia da aplicação sequencial de isoxaflutole associado com ametryn ou diuron no controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. **Base de Informação Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas**, Sete Lagoas, v. 9, n. 1, p. 14-20, 2003.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL. Report of the 3rd and 4th meetings of EWRC - Committee of Methods in Weed Research. **Weed Research**, Oxford, v. 4, n. 1, p. 88, 1964.

HESS, M.; BARRALIS, G.; BLEIHOLDER, H.; BUHRS, L.; EGGERS, T.H.; HACK, H.; STAUSS, R. Use of the extended BBCH escale – general for descriptions of the growth stages of mono-and dicotyledonous weed species. **Weed Research**, Oxford, v. 37, n. 6, p. 433-411, 1997.

KRUSE, N.D.; VIDAL, R.A.; BAUMAN, T.T.; TREZZI, M.M. Sinergismo potencial entre herbicidas inibidores do fotossistema II e da síntese de carotenóides. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 569-575, 2001.

MACIEL, C.D.G.; VELINI, E.D.; CONSTANTIN, J.; JARDIM, C.E.; BERNARDO, R.S.; FONSECA, P.P.M.; BARELA, J.D.; OLIVEIRA, J.S. Eficiência e seletividade dos herbicidas trifloxysulfuron-sodium + ametryne e hexazinone + diuron em função da tecnologia de aplicação e do manejo mecânico da palha de cana-de-açúcar na linha de plantio. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 665-676, 2008.

MARCHIORI Jr., O.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA Jr., R.S.; INOUE, M.H.; PIVETTA, J.P.; CAVALIERI, S.D. Efeito residual de isoxaflutole após diferentes períodos de seca. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 491-499, 2005.

MONQUERO, P.A.; SILVA, A.C. Efeito do período de chuva no controle de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea purpurea* pelos herbicidas Glyphosate e Sulfosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 399-404, 2007.

NEGRISOLI, E.; VELINI, E.D.; TOFOLI, G.R.; CAVENAGHI, A.L.; MARTINS, D.; MORELLI, J.L.; COSTA, A.G.F. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da cana-de-açúcar tratada com nematicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 567-575, 2004.

PALLET, K.E.; LITTLE, J.P.; SHEEKEY, M.; VEERASEKARAN, P. The mode of action of isoxaflutole. I. Physiological effects, metabolism, and selectivity. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, London, v. 62, n. 1, p. 113-124, 1998.

RIZZARDI, M.A.; FLECK, N.G. Dose econômica ótima de acifluorfen + bentazon para controle de picão-preto e guaxuma em soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 117-125, 2004.

TASSO JÚNIOR, L.C.; AZANIA, A.A.P.M.; NOGUEIRA, G.A.; DURIGAN, J.C. Eficiência de herbicidas para *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum* e seletividade na cultura da cana-de-açúcar. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 23, n. 4, p. 38-41, 2005.

TAYLOR-LOVELL, S.; SIMS, G. H.; WAX, L. M.; HASSET, J. J. Hidrolysis and soil adsorption of the labile herbicide isoxaflutole. **Environmental Science & Technology**, Champaign, v. 34, n. 15, p. 3186-3190, 2000.

TOLEDO, R.E.B.; KOBAYASHI, E.K.; HONDA, T.; MIYASAKI, J. M.; PERETTO, A.J. Dinamic (amicarbazone) – novo herbicida seletivo para o controle de plantas daninhas em pré e pós-emergência na cultura da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2004. p. 451.

VELINI, E.D.; NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana crua. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Palestra...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p. 148-164.

6 CONCLUSÕES GERAIS

Casa-de-vegetação:

- (i) A espécie de *E. heterophylla* foi mais suscetível ao herbicida amicarbazone aplicado em pré e em pós-emergência, do que para o herbicida isoxaflutole nas mesmas condições;
- (ii) *S. rhombifolia* apresentou a maior suscetibilidade entre as espécies estudadas para ambos os herbicidas, mesmo para as menores doses, tanto em pré quanto em pós-emergência;
- (iii) No geral, as espécies de *B. decumbens* e *D. horizontalis* apresentaram comportamentos semelhantes tanto de controle, quanto para acúmulo de matéria seca em pré e em pós-emergência, sendo pouco suscetível para os herbicidas aplicados nas doses comerciais;
- (iv) A espécie de *P. maximum* foi mais suscetível para herbicida o isoxaflutole do que para o herbicida amicarbazone.

Campo:

- (v) A planta daninha *E. heterophylla* foi mais suscetível ao herbicida amicarbazone tanto para as aplicações em pré quanto em pós-emergência;
- (vi) Excelentes níveis de controle para as plantas de *S. rhombifolia* foram alcançados nas avaliações em pré e em pós-emergência, no entanto o herbicida amicarbazone não conseguiu impedir novos fluxos de emergência das plantas daninhas;
- (vii) Apenas a maior dose da aplicação, em pré-emergência, isolada para ambos herbicidas foi satisfatória no controle da *B. decumbens*, com o menor controle atribuído para a associação. Em pós-emergência a espécie de *B. decumbens* foi pouco suscetível aos herbicidas, favorecendo o acúmulo de matéria seca;

- (viii) O herbicida isoxaflutole apresentou maior eficácia no controle de *D. horizontalis* em pré-emergência;
- (ix) Todos os herbicidas foram seletivos às plantas de cana-de-açúcar independente da época de aplicação, com sintomas muito leves a partir dos 90 DAA;
- (x) A produtividade agrícola estimada não foi afetada pelos tratamentos até o fim da condução do experimento em pré-emergência. Para as aplicações em pós-emergência, a maior dose do herbicida amicarbazone provocou perdas na produtividade da cana-de-açúcar.

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](#)