

Seletividade de herbicidas em espécies de gramas ornamentais¹

Herbicide selectivity to species of ornamental turfgrasses

Patrícia Andrea Monquero²; José Miguel Filho³; Aline Baldini Gutierrez³; Lincon Nunes Barbosa³

Resumo - O objetivo desse trabalho foi verificar a seletividade de herbicidas, aplicados em diferentes épocas, em espécies de gramas ornamentais. O primeiro experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 4 x 5 x 2. Os fatores corresponderam à aplicação dos herbicidas em pré-plantio (sulfentrazone - 800 g ha⁻¹, s-metolachlor - 1440 g ha⁻¹, atrazina - 2000 g ha⁻¹, além de testemunha sem aplicação de herbicida) em cinco espécies de gramas: *Zoysia japonica* (esmeralda), *Axonopus compressus* (são carlos), *Paspalum notatum* (batatais), *Zoysia tenuifolia* (japonesa), *Stenotaphrum secundatum* (santo agostinho) em dois tipos de solo quanto a textura (argilosa e média), além das testemunhas, sem aplicação de herbicida. No segundo experimento, o delineamento foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 6 x 5, sendo cinco herbicidas: atrazina (2000 g ha⁻¹), sulfentrazone (800 g ha⁻¹), halosulfuron (112,5 g ha⁻¹), bentazon (0,72 g ha⁻¹) e 2,4-D (670 g ha⁻¹), aplicados sobre as cinco gramíneas citadas e testemunhas sem aplicação de herbicida. As avaliações visuais foram feitas aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação dos herbicidas. Todos os herbicidas aplicados em pré-plantio foram seletivos para as espécies estudadas, independente da textura do solo. No experimento com pós-emergentes, as gramas são carlos e batatais foram sensíveis a atrazina, com 38 e 33% de fitotoxicidade aos 21 DAA. Entretanto, a recuperação da grama batatais foi mais efetiva aos 35 DAA. O herbicida sulfentrazone provocou fitotoxicidade apenas na grama são carlos. Os herbicidas bentazon, 2,4-D e halosulfuron aplicados sobre as plantas foram seletivos para todas as espécies estudadas.

Palavras-chaves: fitotoxicidade, sensibilidade, gramado

Abstract - The experiment was conducted with the objective of evaluating the selectivity of herbicides, applied in different times, in ornamental turf grasses. The first experiment was conducted in greenhouse conditions in randomized entirely design, with four replications, in a 4 x 5 x 2 factorial scheme. The factors corresponded to the pre-planting application herbicides (sulfentrazone - 800 g ha⁻¹, s-metolachlor - 1440 g ha⁻¹ and atrazine - 2000 g ha⁻¹ and control without herbicide application) in five species of turfgrass: *Zoysia japonica* (emerald), *Axonopus compressus* (blanket grass), *Paspalum notatum* (bahia grass), *Zoysia tenuifolia* (no-mow grass), *Stenotaphrum secundatum* (sant agostine grass), in sandy loam and clayey texture soils. In the second experiment, the experimental design was completely randomized, with four replications in a 6 x 6 factorial scheme. The factors corresponded to the five post emergence herbicides: atrazine (2000 g ha⁻¹), sulfentrazone (800 g ha⁻¹), halosulfuron (112.5 g ha⁻¹), bentazon (0.72 g ha⁻¹) and

¹ Recebido para publicação em 24/04/2012 e aceito em 11/10/2012.

² Professora do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos. Rodovia Anhanguera, km 174. CP. 153, Araras- SP. Email: pamonque@cca.ufscar.br

³ Alunos de graduação em Engenharia Agrônômica do Centro de Ciências Agrárias/UFSCar. Email: miguel_jmf@hotmail.com; alinebgutierrez@gmail.com; lincon_ngsp@hotmail.com

2,4 D (670 g ha⁻¹) applied on the five grasses, cited above and control without herbicide application. Phytotoxicity evaluations were assessed at 7, 14, 21, 28 and 35 days after herbicide application. In the case of pre planting herbicides, were not detected any phytotoxicity in the grass species, regardless of soil texture. In the experiment with post-emergent herbicides, the bahia and blanket grass were sensitive to the herbicide atrazine, with 38 and 33% phytotoxicity at 21 DAA. However, the recovery of bahia grass was more effective at 35 DAA. The sulfentrazone was phytotoxic on blanket grass. The herbicides bentazon, 2,4-D and halosulfuron were selective to all species studied.

Keywords: phytotoxicity, sensitivity, lawn

Introdução

Muitas espécies de gramas utilizadas atualmente como componente paisagístico, foram desenvolvidas a partir de pradarias e pastagens. No entanto, estas gramados com espécies e híbridos de grama de grande beleza, estão a uma longa distância de seus antecessores, mais rústicos, necessitando, de cuidados especiais em sua manutenção. Dentre estes cuidados destaca-se a necessidade de aparas constantes da grama, fertilização, aeração do solo, irrigação e controle de plantas daninhas (Christoffoleti & Aranda, 2001). O objetivo de um paisagista é ter um gramado uniforme, denso, de cor pronunciada e capaz de se recuperar rapidamente de estresse. A presença das plantas daninhas pode interferir neste objetivo, resultando em campos com falhas, de cor desuniforme, portanto, esteticamente desagradáveis (Hutto et al., 2006).

Os métodos normalmente utilizados no controle das plantas daninhas são os mecânicos, biológicos, culturais e principalmente os químicos, através do uso de herbicidas. O herbicida para ser utilizado em gramados precisa ser seletivo, ou seja, não pode ocasionar injurias acima do nível de recuperação da planta de interesse. Para alguns autores como Souza et al. (2009), a seletividade de alguns herbicidas é mais uma questão de espécie, de variedade e da dose aplicada do que propriamente do produto. Os herbicidas halosulfuron na dose de 112,5 g ha⁻¹ e o 2,4-D na de 2000 g ha⁻¹, por exemplo, foram seletivos para as espécies de grama do

gênero *Zoysia* (esmeralda [*Z. japonica*] e zoysia [*Z. matrella*]). Já o herbicida sulfentrazone na dose de 1,4 kg ha⁻¹ foi seletivo para a grama são carlos (*Axonopus affinis*) mas não para as gramas esmeralda (*Zoysia japonica*), bermuda (*Cynodon dactylon*), zoysia (*Zoysia matrella*) e santo agostinho (*Stenotaphrum secundatum*) (Christoffoleti & Aranda, 2001).

Em outro trabalho, os herbicidas que apresentaram potencial de seletividade para o gramado de *S. secundatum* (santo agostinho) foram: chlorimuron-ethyl, ethoxysulfuron, halosulfuron, iodosulfuron-methyl, metsulfuron-methyl, 2,4-D, atrazina, bentazon, fomesafen, lactofen e oxadiazon. Para o gramado de *Z. japonica* (esmeralda), os herbicidas que apresentaram potencial de seletividade foram: chlorimuron-ethyl, ethoxysulfuron, halosulfuron, metsulfuron-methyl, nicosulfuron, 2,4-D, quinclorac, atrazina, bentazon, além de fomesafen, lactofen e o oxadiazon (Costa et al., 2010).

No Brasil apenas o herbicida 2,4-D é registrado para utilização em gramados (Rodrigues & Almeida, 2005). Contudo, Christoffoleti & Aranda (2001), ressaltam que não existe uma regra única de recomendação de herbicidas, portanto, são necessárias recomendações diferenciadas, dependendo do nível de toxicidade tolerado do gramado. Do mesmo modo, Busey & Johnston (2006), destacam a importância do manejo integrado das plantas daninhas em gramados, sendo que para seu sucesso devem-se identificar detalhadamente os efeitos das interações dos manejos culturais e químicos, uma vez que

estas práticas podem ser complementares, além de proporcionar maior flexibilidade para as tomadas de decisões. O arranque manual em áreas extensas com alto nível de infestação torna-se inviável, por apresentar custo elevado e dificuldade operacional (Freitas, 2003).

O objetivo deste trabalho foi selecionar herbicidas seletivos em condições de pré-plantio e pós-emergência nas gramíneas, *Z. japonica* (esmeralda), *Axonopus compressus* (são carlos), *Paspalum notatum* (batatais), *Zoysia tenuifolia* (japonesa), *S. secundatum* (santo agostinho).

Material e Métodos

Estudo 1: Seletividade de herbicidas aplicados em condições de pré-plantio das gramas *Z. japonica*, *A. compressus*, *P. notatum*, *Z. tenuifolia*, e *S. secundatum*

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Federal de São

Carlos - Campus de Araras. A unidade amostral foi representada por vaso de polietileno com capacidade de 5,0 L, contendo Latossolo vermelho e Latossolo vermelho amarelo, coletados nas camadas de 0 a 20 cm. A análise química e física foi feita pelo Laboratório de Química e Fertilidade do Solo/UFSCar e podem ser visualizados na Tabela 1.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 4 x 5 x 2, sendo três herbicidas para uso em pré-plantio: sulfentrazone (800 g ha⁻¹), s-metolachlor (1440 g ha⁻¹) e atrazina (2000 g ha⁻¹); cinco espécies de gramíneas *Z. japonica* (esmeralda), *A. compressus* (são carlos), *P. notatum* (batatais), *Z. tenuifolia* (japonesa), *S. secundatum* (santo agostinho) e duas classes do solo quanto a textura (solo com textura argilosa e média) e testemunhas sem o uso dos herbicidas.

Tabela 1. Características físico-químicas do solo utilizado no experimento e coletado na camada de 0-20 cm.

Amostra de solo	pH (CaCl ₂)	MO (g dm ⁻³)	P (mg dm ⁻³)	K (mmol _c dm ⁻³)	Ca	Mg	Al+H	SB	CTC	V% (%)	Argila	Silte	Areia
Lve	5,2	24	7	0,8	20	9	29	29,8	58	51	540	320	140
Lva	5,6	16	4	2,3	28	11	24	41,3	65,3	63	320	170	510

Lve - Latossolo vermelho; Lva - Latossolo vermelho amarelo

As mudas das espécies de gramas estudadas foram produzidas em tapetes, que foram cortados e transplantados nos vasos. Os vasos foram submetidos a irrigação durante todo período experimental a fim de se manter a umidade necessária para o desenvolvimento das plantas.

A aplicação dos herbicidas, diretamente ao solo, foi realizada um dia antes do transplante das gramas, com auxílio de um pulverizador costal pressurizado por CO₂, com pontas do tipo leque XR 110.03, pressão de 2,0 kgf cm⁻², proporcionando volume de calda de 200 L ha⁻¹. Por ocasião da aplicação, no período da manhã, o substrato do vaso estava úmido, o céu claro, e a velocidade do vento

inferior a 4,0 km h⁻¹. A temperatura era de 24 °C e a umidade relativa do ar, superior a 60%.

A fitointoxicação dos herbicidas foi avaliada visualmente aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA), de acordo com escala percentual de notas de 0 a 100, na qual 0% correspondeu à ausência de injúria e a 100% à morte das plantas (SBCPD, 1995).

Estudo 2: Avaliação da seletividade de herbicidas aplicados em condições de pós-plantio das espécies de gramas.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Centro de Ciências Agrárias, Araras, SP. A unidade amostral foi representada por vaso de polietileno com

capacidade de 5,0 L, contendo Latossolo vermelho, coletado na camada de 0 a 20 cm, cuja as análises química e física podem ser observadas na Tabela 1.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 6 x 5, sendo cinco herbicidas aplicados nas doses comerciais: atrazina (2000 g ha⁻¹), sulfentrazone (800 g ha⁻¹), halosulfuron (112,5 g ha⁻¹), bentazon (0,72 g ha⁻¹) e 2,4D (670 g ha⁻¹), além de testemunha sem aplicação de herbicidas e cinco gramíneas: *Z. japonica*, *A. compressus*, *P. notatum*, *Z. tenuifolia* e *S. secundatum*. A produção das mudas de gramas utilizadas neste estudo e o manejo de irrigação foram similares ao Estudo 1.

Os herbicidas foram aplicados em pós-plantio, 15 dias após o transplante dos tapetes de grama, além de uma testemunha em que não foi feita aplicação de herbicidas. Foi utilizado um pulverizador costal, pressurizado a CO₂, com pressão de 30 lb pol⁻², equipado com barra com duas pontas do tipo leque XR 110.03, espaçados entre si de 0,50 m, com consumo de 200 L ha⁻¹ de calda. Por ocasião da aplicação, no período da manhã, o substrato do vaso estava úmido, o céu claro, e a velocidade do vento inferior a 4,0 km h⁻¹. A temperatura estava em 28°C e a umidade relativa do ar, superior a 60%.

A fitointoxicação dos herbicidas foi avaliada visualmente aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA), de forma semelhante a utilizada no Estudo 1. Os dados dos dois experimentos foram submetidos à análise de variância e regressão em função das diferentes épocas de avaliação. Os modelos foram escolhidos considerando-se a significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t a 5% de probabilidade e o coeficiente de determinação.

Resultados e Discussão

Quando os herbicidas foram aplicados no pré-plantio, a análise de variância mostrou

que não houve interação significativa entre as variáveis estudadas. Todos os produtos mostraram-se seletivos, ou seja, não foi detectada fitotoxicidade em nenhuma espécie de grama utilizada ao longo das avaliações, independente da textura do solo, portanto, os dados não foram mostrados. De qualquer forma, é importante observar a composição do solo no qual o herbicida será aplicado, principalmente no que se refere aos teores de argila e matéria orgânica. Estes fatores podem influenciar diretamente na disponibilidade dos produtos para a solução do solo (Garcia et al., 2012). Embora os herbicidas utilizados não tenham causado fitotoxicidade às gramas, é importante lembrar que a atrazina, por exemplo, é considerada como moderadamente adsorvida no solo, a adsorção aumenta a baixo pH e o Koc médio é de 100 mL g⁻¹. Por outro lado, o sulfentrazone é considerado de baixo potencial de adsorção, com Koc de 43 mL g⁻¹, e o s-metolachlor apresenta Koc de 200 mL g⁻¹, portanto com alto potencial de adsorção em solos com teores de matéria orgânica superiores a 2%. (Rodrigues & Almeida, 2005).

Em pós-emergência todas as espécies de gramas se recuperam da fitotoxicidade inicial causada pelo herbicida bentazon (Figura 1), que tem como mecanismo de ação inibir o fotossistema II (FSII) (Rodrigues & Almeida, 2005). A grama esmeralda apresentou baixa fitotoxicidade (< 10%) a este herbicida, chegando próximo de 0% aos 35 DAA. Já a grama batatais apresentou fitotoxicidade próximo a 20% aos 14 DAA, se recuperando posteriormente e aos 35 DAA não foi detectada diferença comparando-se com a testemunha. De maneira semelhante, a grama santo agostinho chegou a 15% de fitotoxicidade aos 7 DAA, mas com recuperação total aos 35 DAA. A grama são carlos foi a mais sensível no início das avaliações, apresentando 36% de fitotoxicidade aos 14 DAA, mas se recuperou totalmente já aos 21 DAA. Já a grama japonesa

foi tolerante, não apresentando injúrias durante todo o período de avaliação.

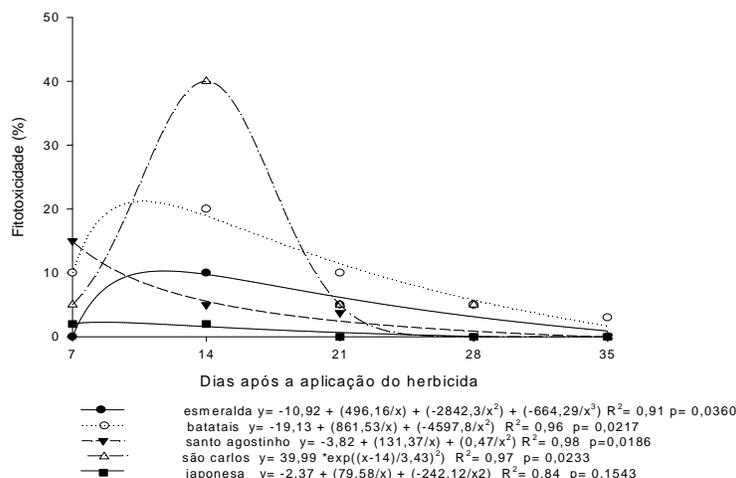


Figura 1. Porcentagem de fitotoxicidade do herbicida bentazon aplicado sobre as plantas *Z. japonica* (esmeralda), *P. notatum* (batatais), *S. secundatum* (santo agostinho), *A. compressus* (são carlos), *Z. tenuifolia* (japonesa).

As gramas japonesa e esmeralda foram as mais tolerantes ao herbicidas 2,4-D (Figura 2), com porcentagens de fitotoxicidade menores que 10% no início das avaliações e recuperação total aos 35 DAA. A grama batatais apresentou clorose generalizada, com 30% de fitotoxicidade aos 28 DAA, e sem manteve assim até os 35 DAA. As gramas são carlos e santo agostinho apresentaram semelhanças com relação ao efeito do 2,4-D, a são carlos foi mais sensível a ação fitotóxica do

herbicida, com 35% de fitotoxicidade aos 16 DAA, mas com posterior recuperação. O 2,4-D controla de forma eficiente, várias espécies de plantas daninhas dicotiledôneas, sendo recomendado para aplicação em pós-emergência (Shaw & Arnold, 2002). Os trabalhos (Corso et al., 1980; Penckowski et al., 2003) constataram intoxicação direta e residual em culturas pertencentes à família das gramíneas, decorrente do uso de 2,4-D em pré e pós-semeadura.

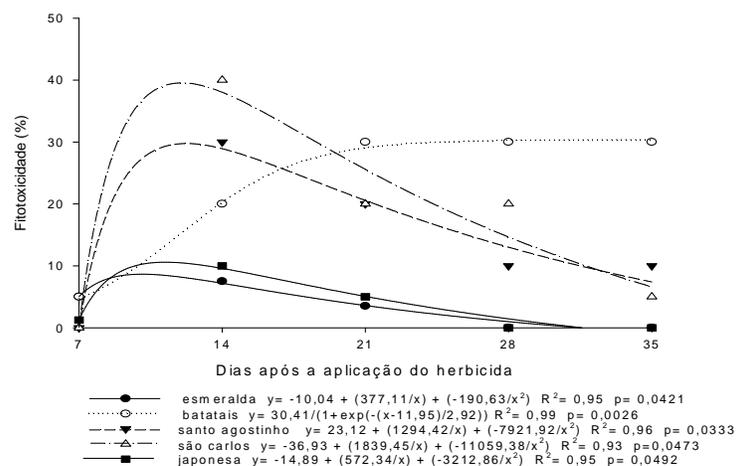


Figura 2. Porcentagem de fitotoxicidade do herbicida 2,4-D aplicado sobre as *Z. japonica* (esmeralda), *P. notatum* (batatais), *S. secundatum* (santo agostinho), *A. compressus* (são carlos), *Z. tenuifolia* (japonesa).



Em trabalho anterior, Cristoffoleti & Aranda (2001) verificaram que os herbicidas que apresentaram maior seletividade para a grama esmeralda foram MSMA a $2,4 \text{ kg ha}^{-1}$, 2,4-D a 2.010 g ha^{-1} e halosulfuron a $112,5 \text{ g ha}^{-1}$. Já os herbicidas oxadiazon a $1,0 \text{ kg ha}^{-1}$ e sulfentrazone a 1400 g ha^{-1} foram os de menor seletividade para a grama esmeralda, porém em níveis aceitáveis de fitotoxicidade na prática. Segundo estes mesmos autores, uma das prováveis razões da seletividade dos herbicidas pós-emergentes às gramas do gênero *Zoysia* é decorrente do formato das folhas, que é normalmente estreito e curto, quando comparado com as demais variedades de grama; e esta característica dificulta a retenção do herbicida na superfície da folha.

No caso do sulfentrazone, inibidor da protoporfirogênio oxidase (Nandihalli & Duke,

1993), a espécie mais sensível foi a são carlos com fitotoxicidade próxima a 80% aos 21 DAA. Entretanto, é possível observar a recuperação lenta destas plantas aos 35 DAA, com 40% de fitotoxicidade (Figura 3), resultado contrário ao observado por Christoffoleti & Aranda (2001), que verificaram seletividade total deste herbicida na grama são carlos. Vale observar que na última avaliação feita aos 35 DAA já se verificava recuperação inicial das plantas e que no trabalho dos autores citados a avaliação foi feita até 50 DAA. Todas as demais espécies aos 35 DAA não apresentaram fitotoxicidade. Entretanto, nas avaliações de 7, 14, 21 e 28 DAA, é possível observar diferenças com relação à sensibilidade a este herbicida.

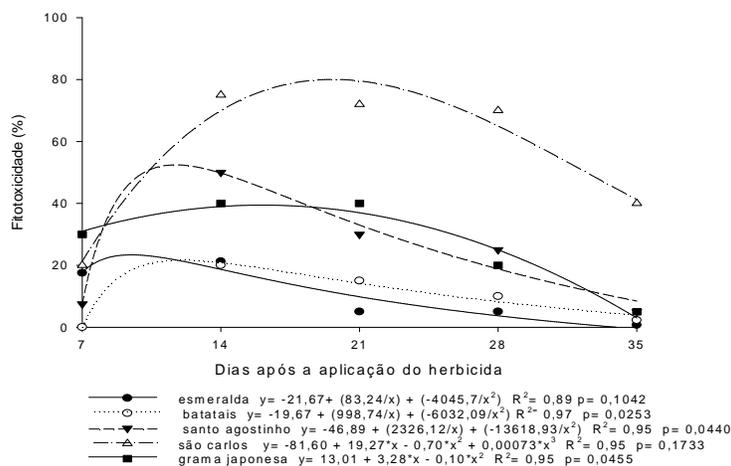


Figura 3. Porcentagem de fitotoxicidade do herbicida sulfentrazone aplicado sobre as plantas *Z. japonica* (esmeralda), *P. notatum* (batatais), *S. secundatum* (santo agostinho), *A. compressus* (são carlos), *Z. tenuifolia* (japonesa).

As gramas são carlos e batatais foram as mais sensíveis ao herbicida atrazina, com 38 e 33% de fitotoxicidade aos 21 DAA, respectivamente (Figura 4). A recuperação da

grama batatais foi mais efetiva aos 35 DAA. As demais espécies estudadas foram mais tolerantes ao herbicida atrazina em todas as avaliações realizadas.

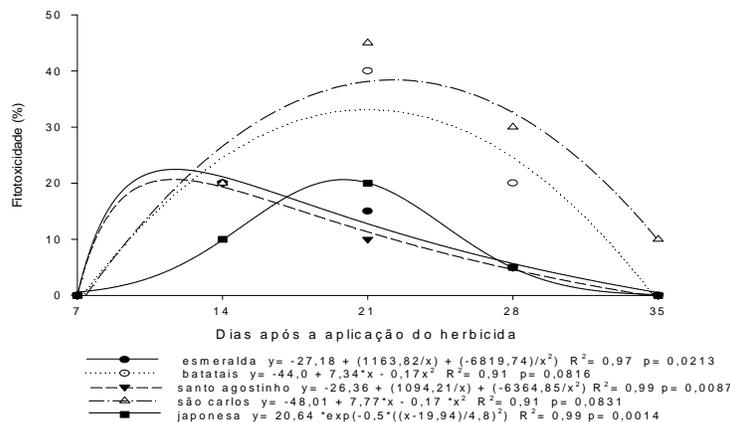


Figura 4. Porcentagem de fitotoxicidade dos herbicidas atrazina aplicado sobre as plantas *Z. japonica* (esmeralda), *P. notatum* (batatais), *S. secundatum* (santo agostinho), *A. compressus* (são carlos), *Z. tenuifolia* (japonesa).

O herbicida halosulfuron foi bastante seletivo para todas as espécies utilizadas, inclusive, a grama japonesa, não foi indicada na Figura 5, pois não se detectou fitotoxicidade em nenhuma das avaliações. Foloni & Camposilvan (1997) observaram que o halosulfuron, nas doses de 75 a 225 g ha⁻¹, não afetou o desenvolvimento e a aparência das gramas batatais, esmeralda, zoysia, santo agostinho e são carlos. A tolerância das plantas aos herbicidas tem sido relatada principalmente através de três mecanismos. O primeiro, e mais comum, é a insensibilidade do sitio de ação aos herbicidas (Gimenez-Espinosa et al., 1999;

Shorrosh et al., 1995). O segundo mecanismo é o metabolismo diferencial dos herbicidas, sendo transformados em formas não tóxicas (Carvalho et al., 2009). A seletividade poderia ser resultado da compartimentalização ou exclusão do herbicida do sítio de ação, reduzindo a absorção ou a translocação (ou os dois) (De Prado et al., 1990). Segundo Oliveira Jr. (2001), a seletividade de herbicidas não pode ser avaliada observando-se apenas as características do produto utilizado, mas deve-se levar em consideração o ambiente, o momento de aplicação e aspectos morfológicos e fisiológicos da cultura em estudo.

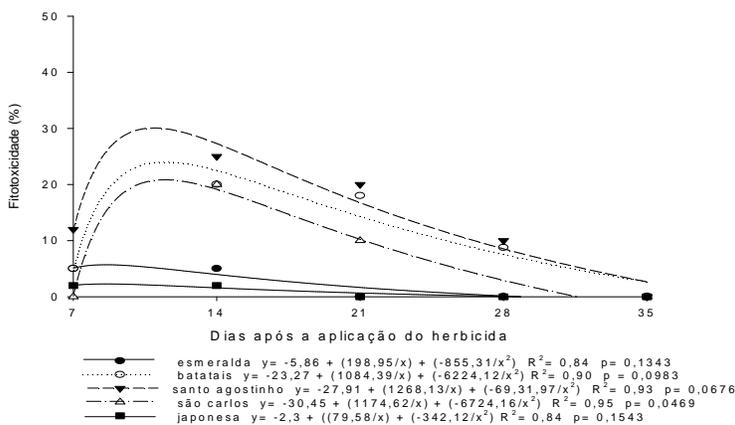


Figura 5. Porcentagem de fitotoxicidade dos herbicidas halosulfuron aplicado sobre as plantas *Z. japonica* (esmeralda), *P. notatum* (batatais), *S. secundatum* (santo agostinho), *A. compressus* (são carlos), *Z. tenuifolia* (japonesa).



Conclusões

Em pré-plantio os herbicidas atrazina, sulfentrazone e s-metolachlor foram seletivos para todas as espécies estudadas.

Os herbicidas aplicados em pós-plantio bentazon, 2,4-D, atrazina e halosulfuron, são seletivos para as espécies *Zoysia japonica* (esmeralda), *Axonopus compressus* (são carlos), *Paspalum notatum* (batatais), *Zoysia tenuifolia* (japonesa), *Stenotaphrum secundatum* (santo agostinho). A aplicação em pós-plantio de sulfentrazone foi fitotóxica para a grama são carlos.

Agradecimentos

Os autores agradecem as empresas que doaram os herbicidas utilizados e a Mata Nativa paisagismo, pela doação das gramíneas para a realização da pesquisa.

Referências

- BUSEY, P.; JOHNSTON, D. L. Impact of cultural factors on weed populations in St. Augustine grass turf. **Weed Science**, v. 54, n. 5, p. 961-967, 2006.
- CARVALHO, S. J. P. de et al. Herbicide selectivity by differential metabolism: considerations for reducing crop damages. **Scientia agrícola**. v. 66, n.1, p. 136-142, 2009.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; ARANDA, A. N. Seletividade de herbicidas a cinco tipos de gramas. **Planta Daninha**, v. 19, n. 2, p. 273-278, 2001.
- COSTA, N. V. et al. Seletividade de herbicidas aplicados nas gramas Santo Agostinho e Esmeralda. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 139-148, 2010.
- CORSO, G. M. et al. Estudo anatômico comparativo entre formas normais e estruturais teratogênicas provocadas por 2,4-D em cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 3, n.1, p. 41-47, 1980.
- De PRADO, P.; SCALLA, R.; GAILLARDON, P. Differential toxicity of simazine and diuron to *Torrilis arvensis* and *Lolium rigidum*. **Weed Research**, v. 30, n.2, p. 213-221, 1990.
- FREITAS, F. C. L. et al. Eficiência do triclopyr no controle de plantas daninhas em gramado (*Paspalum notatum*). **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p. 159-164, 2003.
- GIMENEZ-ESPINOSA, R. et al. Propaquizafop absorption, translocation, metabolism, and effect on acetyl-CoA carboxylase isoforms in chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Pesticide Biochemistry Physiology**, v. 65, n.1, p.140-150, 1999.
- GARCIA, D.B. et al. Lixiviação de diuron, hexazinone e sulfometuron-methyl em formulação comercial e isoladamente em dois solos contrastantes. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.2, p.222-230, 2012.
- HUTTO, K. C. et al. Differentiation of turfgrass and common weed species using hyperspectral radiometry. **Weed Science**, v.54, n.2, p.335-339. 2006
- NANDIHALLI, U. B.; DUKE, S. O. The porphyrin pathway as a herbicide target site. In: DUKE, S. O.; MENN, J. J.; PLIMMER, J. R. (Eds.). **Pest control with enhanced environmental safety**. Washington: American Chemical Society, 1993. p. 62. (American Chemical Society Symposium Series, 624)
- OLIVEIRA Jr., R. S. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA Jr., R. S.; CONSTANTIN, J. (Coord.) **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. p. 291-314.
- PENCKOWSKI, L. H.; PODOLAN, M. J.; LOPEZ-OVEJERO, R. F. Influência das condições climáticas no momento da aplicação de herbicidas pós-emergentes sobre a eficácia de controle de nabiça (*Raphanus raphanistrum*) na cultura de trigo. **Planta Daninha**, v. 21, n.3, p. 435-442, 2003.

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

SHAW, D. R.; ARNOLD, J. C. Weed control from herbicide combinations with glyphosate. **Weed Technology**, v. 16, n.1, p. 1-6, 2002.

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

SOUZA, J.R et al. Tolerância de cultivares de cana-de-açúcar a herbicidas aplicados em pós-emergência. **Bragantia**, v.68, n.4, p.941-951, 2009.

SHORROSH, B. S. et al. Structural analysis, plastid localization and expression of the biotin carboxylase from tobacco. **Plant Physiology**, v.108, n. 2, p.805-812, 1995.