



Fitotoxicidade de herbicidas residuais ao sorgo sacarino implantado em sucessão à cana-de-açúcar

Concenço, G.¹; Palharini, W.G.²; Andres, A.¹; Schreiber, F.³; Moisinho, I.S.⁴; Coradini, M.C.⁴

Introdução

Energias não renováveis como as oriundas de petróleo têm causado grande impacto ambiental, o que demanda pesquisas por matrizes energéticas renováveis. O etanol tem sido amplamente utilizado como biocombustível, sendo utilizadas algumas espécies vegetais para a sua produção, como a cana-de-açúcar e o sorgo sacarino (TEIXEIRA et al. 1997).

Nativo da África, o sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) foi introduzido no Brasil por volta da década de 1950, e por volta de 1970 já havia estudos e programas de melhoramento realizados pela Embrapa sobre esta gramínea, devido ao potencial desta cultura. Além disso, os diferentes tipos de sorgo (granífero, forrageiro e sacarino) têm ampla adaptabilidade às condições ambientais, sendo essas maiores do que para outras espécies comerciais (ANDERSON et al. 1995).

Na agricultura contemporânea os herbicidas se destacam como defensivos muito importantes para obtenção de altas produtividades em grandes áreas, sendo eficaz e economicamente viável o seu uso. Muitos herbicidas são aplicados diretamente no solo, como os herbicidas pré-emergentes ou de pré-plantio incorporado. Dependendo da estrutura química e das condições edafoclimáticas, o agrotóxico pode não sofrer a dissipação total durante o ciclo da cultura principal, deixando resíduos que podem prejudicar a germinação e o desenvolvimento da cultura a ser implantada posteriormente (COBUCCI; MACHADO, 1999).

O impacto de um herbicida com efeito residual no solo sobre culturas implantadas em sucessão (carryover) depende de diversos fatores, dentre os quais se destacam a suscetibilidade natural da espécie plantada, da meia-vida do herbicida e das condições ambientais que afetam a taxa de dissipação e degradação do composto no solo (Silva et al., 2007b). A meia-vida é definida como o tempo necessário para que 50% da concentração inicial do herbicida presente no solo desapareça (COBUCCI; MACHADO, 1999).

Diante dessa intensa utilização de herbicidas, aliada à escassez de informações referentes ao efeito residual desses compostos, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito residual e a fitotoxicidade ao sorgo sacarino dos herbicidas imazethapyr, sulfentrazone, clomazone, diclosulan, trifloxysulfuron-sodium e trifluralina, aplicados na dose comercial com diferentes intervalos entre a aplicação e o plantio da cultura do sorgo sacarino.

Material e métodos

O experimento foi instalado em condições de campo em latossolo distroférrico vermelho com 60% de argila, na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, em delineamento experimental de faixas sobrepostas (strip-plot design), em esquema fatorial 7x6 com quatro repetições, sendo o fator 1 os tratamentos herbicidas, e o fator 2 as épocas de plantio de sorgo após a aplicação dos herbicidas.

No dia 18/10/2013 foi feito plantio com profundidade de 3 cm, em área de preparo convencional do solo previamente adubada segundo análise de solo e recomendação técnica para a cultura (May et al., 2012). O espaçamento utilizado foi de 0,45 m entre linhas, com 7 sementes m⁻¹, resultando em densidade final aproximada de 150.000 plantas ha⁻¹ (15 plantas m⁻²).

As faixas horizontais (fator 1) compreenderam aos tratamentos com os herbicidas (T02) clomazone 1,25 kg i.a. ha⁻¹, (T03) trifloxysulfuron-sodium 22,5 g i.a. ha⁻¹, (T04) trifluralina 2,0 kg i.a. ha⁻¹, (T05) diclosulan 42 g i.a. ha⁻¹, (T06) imazethapyr 150 g i.a. ha⁻¹ e (T07) sulfentrazone 600 g i.a. ha⁻¹, aplicado dia 18/10/2013, sendo mantido ainda um tratamento testemunha sem

1 Pesquisador, Sistemas Sustentáveis de Produção, Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, germani.concenco@embrapa.br; 2 Acadêmico de Agronomia da Universidade Anhanguera, Dourados, MS; 3 Bolsista de Pós-Doutorado em Herbologia, Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS; 4 Acadêmico do curso de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, RS.



aplicação de herbicidas (T01).

As faixas verticais (fator 2) foram compostas pelo plantio de sorgo (variedade BRS 511), nos intervalos de 0, 14, 28, 42, 56 e 70 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA). Os sulcos de plantio, em cada época, foram abertos com auxílio de ferramentas manuais, onde foram depositadas as sementes e posteriormente cobertas com solo e compactadas, promovendo o contato solo-semente.

A fitotoxicidade foi avaliada aos 7, 14, 21 e 28 dias após a emergência (DAE) de cada época de plantio, sendo os sintomas visuais de fitotoxicidade aferidos por escala variando de 0 a 100, onde zero representa ausência de sintomas e 100 a morte total das plantas. Os dados foram submetidos à análise de variância no software estatístico R, sendo explorados por superfície de resposta e regressões lineares e não lineares. Utilizou-se o modelo Gaussiano para obtenção das superfícies de resposta. Aos 103 dias após emergência foram avaliados a altura e a massa seca de plantas. Os tratamentos culturais, da adubação pré-plantio ao manejo de pragas e doenças, seguiu a recomendação técnica para cultivo de sorgo sacarino pelo sistema BRS1G (May et al., 2012).

Resultados e discussão

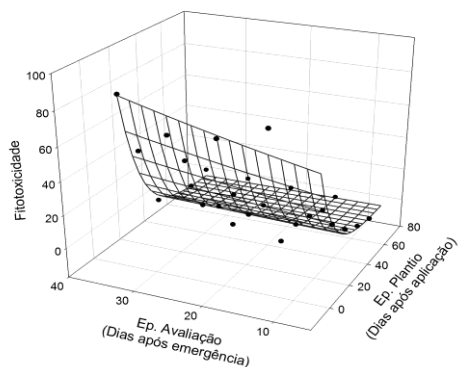
A toxicidade dos herbicidas às plantas de sorgo que foram capazes de emergir foi maior quanto menor foi o tempo entre a aplicação e o plantio (Figura 1). Observou-se que todos os tratamentos causaram danos a cultura; com exceção da trifluralina (T04), todos os herbicidas na avaliação de 35 dias após emergência da primeira época, tiveram notas de fitotoxicidade acima de 70% (Figura 1). Ao se observar as superfícies de resposta em conjunto, percebe-se que existe tendência, em cada época de plantio, principalmente nos primeiros DAA, do nível de fitotoxicidade aumentar nas avaliações entre 7 e 28 DAE; associado ao fato de que quanto menor o tempo entre a aplicação e o plantio, mais prejudicada estava a cultura, a qual não conseguiu se recuperar dos danos causados, aumentando a fitotoxicidade com o passar dos dias.

O herbicida trifluralina também apresentou menor período de influência sobre o sorgo; nota-se que a maioria dos herbicidas tende a não ocasionar fitotoxicidade significativa às plantas emergidas a partir dos 70 DAA, enquanto a trifluralina pouco afetou o sorgo a partir dos 40 DAA (Figura 1). Os herbicidas inibidores da ALS tiveram comportamento semelhante, sendo observados sintomas duradouros com toxicidade acima de 80% aos 0 DAA, e maiores sintomas a partir do décimo quarto dia (Figura 1). Os herbicidas inibidores da protox e da biossíntese de carotenoides, respectivamente sulfentrazone e clomazone, foram altamente impactantes ao sorgo; as plântulas que conseguiram emergir aos 0 DAA, aos 7 DAE já apresentavam mais de 40% de fitotoxicidade (Figura 1).

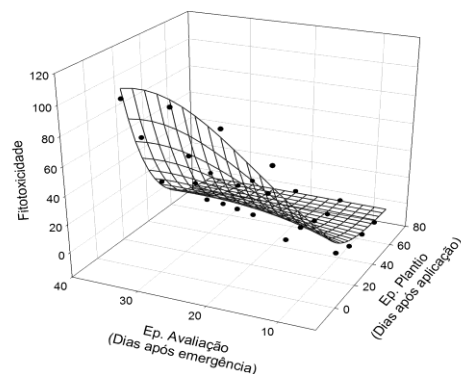
Ao final do ciclo da cultura, aos 103 DAE (Figura 2), ainda foi observado efeito de tratamentos sobre o desenvolvimento das plantas de sorgo, mesmo para os plantios mais tardios. As avaliações nesta época, no entanto, sofreram efeito também do início da estiagem e redução das temperaturas normais no outono, conseqüentemente nos plantios mais tardios foram observadas plantas menos desenvolvidas e menor estatura. Portanto, para comparação dos tratamentos nesta época de avaliação para as variáveis altura e massa seca, foram considerados preferencialmente os resultados do pico de maior desenvolvimento da cultura, nos plantios entre 10 e 40 DAA (Figura 2).

A altura das plantas não foi afetada pelos tratamentos, não diferenciando nem mesmo da testemunha sem aplicação de herbicidas. A altura média dos tratamentos ficou entre 3,0 e 3,5 m (Figura 2).

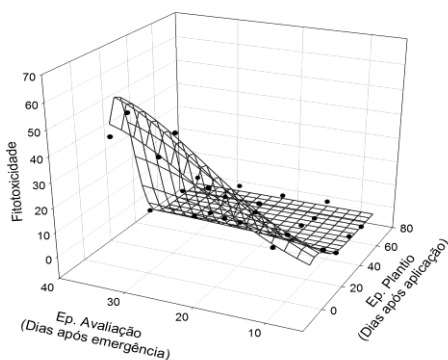
A massa seca de plantas foi afetada pelos tratamentos, sendo o clomazone e o sulfentrazone os mais danosos à cultura no período considerado (plantio 10 - 40 DAA) (Figura 4). A massa seca de plantas na testemunha começou a decair mais cedo que as plantas observadas nos demais tratamentos devido às plantas estarem na parte final de sua curva característica de crescimento (Figura 2).



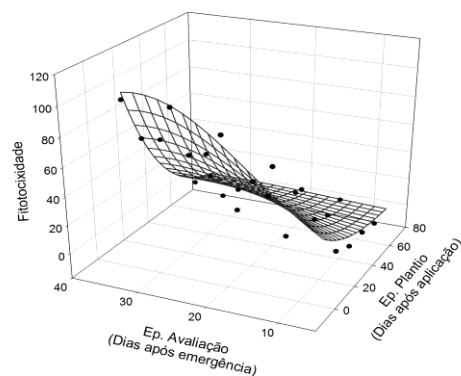
● Clomazone $Y = 170257,58e^{-5}((x+132,53)/43,34)^2 + ((y-489,14/189,19)^2)$ $R^2 = 0,92$



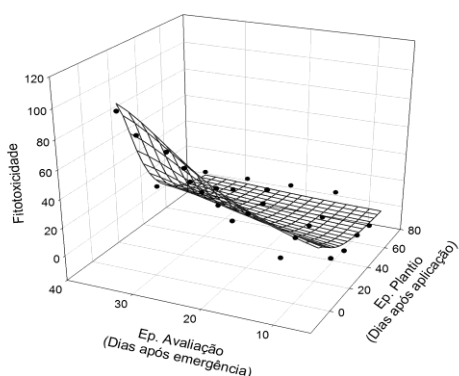
● Trifloxysulfuron-sodium $Y = 327453,72e^{-5}(((x+291,75)/73,02)^2 + (y-32,46/16,32)^2)$ $R^2 = 0,94$



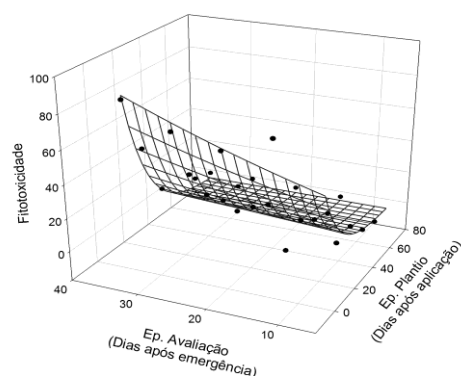
● Trifluralina $Y = 59,95e^{-5}(((x+6,94)/9,86)^2 + (y-39,18/16,36)^2)$ $R^2 = 0,91$



● Diclosulam $Y = 961,70e^{-5}(((x+133,29)/63,63)^2 + (y-32,97/16,03)^2)$ $R^2 = 0,90$

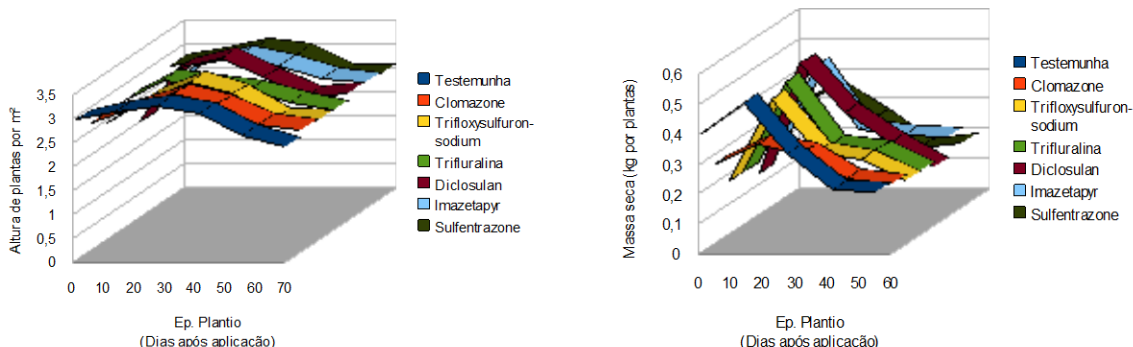


● Imazethapyr $Y = 102,72/((1+(x+1,78)/b)^2 + (1+(y-38,17/14,18)^2))$ $R^2 = 0,90$



● Sulfentrazone $Y = 2940654,56e^{-5}(((x+298,73)/71,10)^2 + (y-196,69/91,32)^2)$ $R^2 = 0,91$

Figura 1. Fitotoxicidade às plantas em função de herbicida, época de plantio e de avaliação do sorgo sacarino (variedade BRS 511), sob aplicação de (T02) clomazone 1,25 kg i.a. ha⁻¹, (T03) trifloxysulfuron-sodium 22,5 g i.a. ha⁻¹, (T04) trifluralina 2,0 kg i.a. ha⁻¹, (T05) diclosulan 42 g i.a. ha⁻¹, (T06) imazethapyr 150 g i.a. ha⁻¹ e (T07) sulfentrazone 600 g i.a. ha⁻¹.



Clomazone, Trifloxysulfuron-sodium, Trifluralina, Imazetapyr, Diclosulan, Sulfentrazone e Testemunha
 $Y = 2,35+0,08*x-0,0022*x^2+1,55*x^3$ $R^2 = 0,93$

Testemunha $Y = 0,38+0,02*x-0,0011*x^2+1,21*x^3$ $R^2 = 0,98$

Clomazone $Y = 0,11+0,04*x-0,0018*x^2+1,77*x^3$ $R^2 = 0,92$

Trifloxysulfuron-sodium, Trifluralina, Diclosulan e Imazetapyr
 $Y = 0,26+0,01*x-0,0005*x^2+4,93*x^3$ $R^2 = 0,99$

Sulfentrazone
 $Y = 0,27+0,01*x-0,0008*x^2+9,13*x^3$ $R^2 = 0,99$

Figura 2. Altura de plantas e Massa seca e de sorgo sacarino (variedade BRS 511) aos 103 dias após a emergência de cada época de plantio, em função da aplicação de herbicidas, sendo (T02) clomazone 1,25 kg i.a. ha⁻¹, (T03) trifloxysulfuron-sodium 22,5 g i.a. ha⁻¹, (T04) trifluralina 2,0 kg i.a. ha⁻¹, (T05) diclosulan 42 g i.a. ha⁻¹, (T06) imazethapyr 150 g i.a. ha⁻¹ e (T07) sulfentrazone 600 g i.a. ha⁻¹.

Conclusões

Todos os mecanismos de ação herbicida testados afetaram o desenvolvimento inicial das plantas de sorgo sacarino;

Fitotoxicidade mais intensa foi observada quando o sorgo foi plantado até 60 dias após a aplicação dos herbicidas avaliados. Ao final do ciclo do sorgo sacarino os efeitos dos tratamentos ainda foram observados, sendo demandado intervalo maior do que 90 dias entre a aplicação e o plantio do sorgo para sulfentrazone e imazethapyr, o que reduziu sobremaneira os danos às plantas da cultura.

Referências

ANDERSON, I.C.; BUXTON, D.R.; ALLAM, A. E HUNTER, E. Biomass production and ethanol potential from sweet sorghum. In: **Leopold Center Progress Report** v.4, p.97-101, 1995.

COBBUCI, T. et al. Effect of imazomax, fomesafen, and acifluorene soil residue on rotational crops. **Weed Science**, v.46, n.2, p.258-263, 1998.

MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA-FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. C. **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol sistema BRS1G – tecnologia qualidade Embrapa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 120 p.

TEIXEIRA, CYRO GONÇALVES; JARDINE, JOSÉ GILBERTO; BEISMAN, DARCY ANTÔNIO. Utilização do sorgo sacarino como matéria-prima complementar à cana-de-açúcar para obtenção de etanol em microdestilaria. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.17, n.3, Dec. 1997.