



Ministério da Educação – Brasil
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Minas Gerais – Brasil
Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas
Reg.: 120.2.095 – 2011 – UFVJM
ISSN: 2238-6424
QUALIS/CAPES – LATINDEX
Nº. 18 – Ano IX – 10/2020
<http://www.ufvjm.edu.br/vozes>

POTENCIAL DE *Triticum aestivum* COMO BIOINDICADORA DE HERBICIDAS EM SOLOS CONTRASTANTES

Tayna Sousa Duque
Graduanda em Agronomia pela UFVJM
Diamantina - UFVJM - Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0245541371135010>
E-mail: taynaduque24@gmail.com

Josiane Costa Maciel
Mestranda em Produção Vegetal pela UFVJM
Diamantina - UFVJM - Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4194201433899216>
E-mail: josi-agronomia@hotmail.com

Prof. Dr. José Barbosa dos Santos
Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa
Docente Titular na Universidade Federal dos
Vales do Jequitinhonha e Mucuri UFVJM – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1948250121809916>
E-mail: jbarbosasantos@yahoo.com.br

Resumo: O bioensaio é o método de menor custo e maior simplicidade para estimativa de resíduos de herbicidas no solo e consiste na utilização de espécies bioindicadoras. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de *Triticum aestivum* como indicadora de resíduos de dimethenamid, S-metolachlor e sulfentrazone, e analisar a dinâmica desses herbicidas em dois solos. O experimento foi conduzido em casa de vegetação climatizada e os solos utilizados foram classificados em eutrófico franco-argilo-arenoso e distrófico argiloso. Ambos foram peneirados, corrigidos, adubados e condicionados em potes plásticos. Os herbicidas foram aplicados em cinco doses (0, 25, 50, 75 e 100% i.a ha⁻¹), sendo a dose de 100% referente à comercial indicada para soja. Aos 7, 14, 21 e 28 dias após a emergência, avaliações de altura e porcentagem de intoxicação foram realizadas. As plantas que sobreviveram à dose do herbicida foram colhidas, separadas em parte aérea e raiz e secas em estufa. De maneira geral, os resíduos provocaram intoxicação ao trigo. Os herbicidas dimethenamid e S-metolachlor apresentaram sintomas similares, sendo mais intensos para o dimethenamid em todas as variáveis analisadas. Houve aumento da intoxicação em função do aumento de doses. A altura e massa seca de parte aérea e raiz diminuíram. As doses necessárias de dimethenamid, S-metolachlor e sulfentrazone para a redução de 50% da altura do trigo no solo franco-argilo-arenoso foram: 16,8; 27,0 e 164,3% da dose comercial, em solo argiloso, esses valores foram, respectivamente 20,1; 28,5 e 165,3%. As doses necessárias de dimethenamid, S-metolachlor e sulfentrazone para a redução de 50% da massa seca de parte aérea no solo franco-argilo-arenoso foram: 18,29; 10,21 e 59,9% da dose comercial, em solo argiloso, esses valores foram, respectivamente, 18,44; 30,53 e 89,9%. A massa seca de parte aérea foi a variável mais discriminadora dos resíduos dos herbicidas. Os solos não influenciaram no comportamento dos herbicidas estudados. A espécie *Triticum aestivum* é considerada uma planta bioindicadora do dimethenamid. Mas não é eficiente para identificação de resíduos do S-metolachlor e sulfentrazone no solo.

Palavras-chave: bioensaio, *carryover*, dimethenamid, S-metolachlor, sulfentrazone, soja.

Introdução

A soja (*Glycine max*) é considerada a principal leguminosa do setor agrícola. É responsável pela produção de óleo vegetal, pela fonte de proteína da alimentação animal e é utilizada na fabricação de biodiesel (SOUSA, 2017). O Brasil é tido como o segundo maior produtor mundial do grão com uma área de 35,8 milhões de hectares cultivados (CONAB, 2020) (EMBRAPA, 2019). Assim, a soja é considerada um grande *commodity* agrícola, influenciando o mercado brasileiro e mundial (SILVA et al, 2019).

A tecnologia empregada influencia na produtividade do grão, sendo o controle de plantas daninhas uma das principais condições para que a cultura expresse o potencial

produtivo. O método químico de controle é mais comumente empregado devido à sua alta eficiência, rapidez de aplicação e menor uso de mão-de-obra (MARCHESAN et al., 2011; DE OLIVEIRA et al., 2018). Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento (MAPA), cerca de 339 herbicidas são registrados para o controle de plantas daninhas na soja (AGROFIT, 2020).

O uso indiscriminado de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação acarreta a seleção de plantas daninhas e o aparecimento de variedades resistentes (PATEL, 2018; DA SILVA et al., 2017). Alguns produtores na tentativa de minimizar o problema aplicam doses maiores que as recomendadas comercialmente ou optam por herbicidas de longo efeito residual (PATEL, 2018). O efeito residual de um herbicida diz respeito ao período em que a molécula permanece ativa no ambiente (MANCUSO, et al., 2011).

Os resíduos químicos terminam no solo e passam por processos físico-químicos que variam de acordo com as condições edafoclimáticas, características da molécula e propriedades do solo (GONÇALVES et al., 2018; DIAS et al., 2019; MANCUSO et al., 2011; SANTOS et al., 2012). Assim, o produto pode ser retido no solo, sofrer transformações químicas ou biológicas ou ser transportado por deriva, lixiviação e volatilização (MANCUSO, et al., 2011, MELO, et al., 2016).

Os herbicidas S-metolacilor e dimethenamid estão inseridos no grupo químico das acetamidas. Atuam inibindo a síntese de proteínas, o que interrompe a multiplicação e divisão celular, cessando o crescimento da parte aérea e raiz. Os compostos podem afetar várias rotas bioquímicas, porém o mecanismo primário de ação ainda é desconhecido (MARCHI et al, 2008; SILVA, 2019). São herbicidas aplicados em pré-emergência ou pré-plantio incorporado, seletivos para a soja e considerados residuais no solo (ARCHANGELO et al. 2003; KALSING e VIDAL 2013; SANTOS et al., 2012).

O sulfentrazone está entre os herbicidas registrados para a soja que atuam inibindo a enzima PROTOX. É uma molécula utilizada apenas em pré-emergência, considerado herbicida seletivo de contato e normalmente aplicado para o controle de folhas largas (PATEL, 2018; MACEDO, 2015). Tem grande persistência nos solos, sendo capaz de afetar culturas subsequentes (RIZZI, 2003; FREITAS, et al., 2014).

A soja é uma cultura de ciclo curto (60-120 dias), por muitas vezes plantada em regime de sucessão ou rotação de culturas. A persistência de herbicidas no solo e seu

efeito residual, pode acarretar o chamado *carryover*, que seria a toxicidade do herbicida na cultura em sucessão (GONÇALVES et al., 2018; DIAS et al., 2019).

Esse efeito pode reduzir o crescimento, a produtividade e qualidade dos produtos. Além de causar impacto ambiental negativo, diminuir as opções de cultivos em sequência ou aumentar o pousio em algumas situações (GONÇALVES et al., 2018; MANCUSO, et al., 2011).

A persistência e lixiviação de herbicidas no solo podem ser determinadas por técnicas como a cromatografia líquida e gasosa, a espectrometria de massa e o bioensaio (OLIVEIRA et al., 2019, NUNES E VIDAL, et al. 2009).

O bioensaio é o método de menor custo e maior simplicidade para identificação de moléculas de herbicidas e consiste na utilização de espécies (bioindicadoras) sensíveis ao produto estudado. Entre as espécies utilizadas encontra-se o trigo (*Triticum aestivum*), sua sensibilidade já foi comprovada para diferentes moléculas de herbicidas, dentre eles: imazaquin, metribuzin, atrazina e indaziflam (DIAS et al., 2019 NUNES E VIDAL, 2009; MARCHESAN et al, 2011).

Nesse contexto se faz necessário estudar o uso do bioensaio com trigo (*Triticum aestivum*) para estimar resíduos dos herbicidas dimethenamid, S-metolachlor e sulfentrazone, e definir seus comportamentos em solos contrastantes.

Metodologia

O experimento foi realizado na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Campus JK em casa de vegetação climatizada sob condições controladas de temperatura (máxima 42,3°C e mínima de 13,8°C). A montagem do experimento e cultivo das plantas foi realizada entre os meses de agosto e setembro de 2019.

As amostras de solo foram provenientes de duas regiões distintas. Um deles foi classificado como eutrófico com textura franco-argilo-arenosa e o outro, distrófico com textura argilosa, cujas análises são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1: Análise das amostras de solo coletadas para avaliação de sensibilidade de trigo a resíduos de herbicidas recomendados para a cultura da soja.

Solo eutrófico com textura franco-argilo-arenosa*													
pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	(t)	T	V	m	MO	Areia:51%
(H ₂ O)	mg dm ⁻³		-----cmolc dm ⁻³ -----				---%---			dag kg ⁻¹	Argila: 31%		
5,57	2,16	49,6	1,3	0,8	0,15	2,02	2,31	2,5	4,33	53,4	6,14	0,76	Silte: 18%
Solo distrófico com textura argilosa**													
pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	(t)	T	V	m	MO	Areia: 6%
(H ₂ O)	mg dm ⁻³		-----cmolc dm ⁻³ -----				---%---			dag kg ⁻¹	Argila: 69%		
5,0	0,54	31	0,18	0,13	0,80	4,62	0,39	1,19	5,01	7,8	67,2	1,88	Silte: 25%

*/Fonte: Laboratório de fertilidade do solo – UFVJM.

**/Fonte: Laboratório de Análise de Solo de Viçosa, LTDA.

pH em água, KCl e CaCl Relação 1:2,5; P - K - Extrator Mehlich 1; Ca - Mg - Al - Extrator: KCl - 1 mol/L; H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0 ; S - Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético; SB = Soma de Bases Trocáveis; CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V = Índice de Saturação de Bases; m = Índice de Saturação de Alumínio; Mat. Org. (MO) = C.Org x 1,724 - Walkley-Black.

As amostras de solo foram peneiradas e adubadas de acordo com as recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (RIBEIRO, 1999).

A espécie utilizada foi o trigo (*Triticum aestivum*). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial (3 x 5 x 2) com quatro repetições. O primeiro fator representa os três herbicidas: dimethenamid, S-metolachlor e sulfentrazone. O segundo fator as cinco doses dos herbicidas (0, 25, 75, 50 e 100% i.a ha⁻¹). A dose de 100% se refere a dose comercial indicada para a soja, que foi fracionada de acordo com as porcentagens apresentadas na tabela 2. O terceiro fator correspondeu aos dois tipos de solos.

Tabela 2: Descrição dos herbicidas e doses utilizadas para avaliação de sensibilidade no trigo.

Nome comercial	Ingrediente Ativo	Dose (%)	ml i.a ha ⁻¹
Outlook (FULL) ®	dimethenamid	25	180
		50	360
		75	549
		100	720
Dual II Magnum (FULL) ®	S-metolachlor	25	345
		50	690
		75	1.035
		100	1.380
Spartan®	sulfentrazone	25	75
		50	150
		75	225
		100	300

As unidades experimentais foram compostas por vasos plásticos, com capacidade de 200 cm³ e área de 46,6 cm².

Os herbicidas foram aplicados sobre o solo úmido com uma micropipeta de precisão e ponteira com capacidade para 1000µl. Oito a dez sementes de trigo foram semeadas à profundidade de 1-2 cm, 24h após a aplicação (Figura 1AB). O desbaste foi realizado após a emergência, deixando três plântulas por vaso. A irrigação foi efetuada diariamente durante o período experimental.

As variáveis analisadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a emergência (DAE) foram altura, utilizando régua graduada em centímetros (Figura 1C). E avaliações da porcentagem de intoxicação, com notas variando de 0 a 100%, em que zero implica ausência de sintomas e cem a morte das plantas.

Aos 28 DAE as plantas que sobreviveram à dose do herbicida foram colhidas, separadas em parte aérea e raiz, condicionadas em sacos de papel e levadas a estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até massa constante (Figura 1D). Ao final da secagem do material (aproximadamente 72h), a massa seca da parte aérea e raiz foi determinada em balança de precisão de 0,001g.

Figura 1: Montagem, avaliações e desmontagem do experimento.



Figura 1AB: Aplicação dos herbicidas com micropipeta de precisão e semeadura das sementes de trigo 24h depois. Figura 1C: Avaliação de altura utilizando régua graduada em cm. Figura 1D: Desmontagem do experimento e condicionamento de parte aérea e raiz em sacos de papel.

Os resultados das avaliações foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$), com auxílio do software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 1998). A regressão foi ajustada com o SigmaPlot® versão 11 (SYSTAT SOFTWARE Inc., 2008). As avaliações de altura tiveram o ajuste ao modelo logístico de Seefeldt (Equação 1) (SEEFELDT et al. 1995).

$$y = y_0 \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{c50}\right)^{-b}} \quad (1)$$

Em que y = variável resposta da planta; y_0 = média da resposta sob doses elevadas; x = dose do herbicida ($L \cdot i \cdot a \cdot ha^{-1}$); a = assíntota entre o ponto máximo e mínimo da curva; b = declividade da curva e C_{50} = concentração necessária para redução de 50% da planta.

Resultados e discussão

De maneira geral, os resíduos provocaram intoxicação ao trigo. Os herbicidas dimethenamid e S-metolachlor apresentaram sintomas similares, sendo mais intensos para o dimethenamid em todas as variáveis analisadas.

A solubilidade em água do dimethenamid, S-metolachlor e sulfentrazone são: 1450, 530 e 490 $mg \cdot l^{-1}$. Os coeficientes de sorção (K_{oc}) são, respectivamente, 90, 200 e 176 $l \cdot kg^{-1}$. O herbicida dimethenamid, é mais solúvel, o que torna seu coeficiente de sorção menor. S-metolachlor e sulfentrazone possuem maior adsorção aos coloides do solo, minimizando seus efeitos sobre o trigo (WESTRA et al., 2015; FREITAS, et al., 2014).

O tipo de solo não influenciou nas avaliações de altura, análise visual e massa seca aos 28 DAE.

Para o grupo das acetamidas o principal fator ligado à sua sorção no solo é o teor de argila, entretanto, o teor de silte, a CTC, a SB e o V% também a influenciam (FIRMINO et al, 2008; PAES et al, 1999; WESTRA et al., 2015; ARCHANGELO et al., 2004). O solo franco-argilo-arenoso possui cerca de 50% de argila e silte e elevada saturação de bases (V%), deste modo, há uma compensação com a argila presente no solo argiloso. O sulfentrazone é considerado um ácido fraco, sua sorção é influenciada pelo pH do solo (FREITAS et al., 2014; BLANCO, 2002). Os solos apresentam pHs semelhantes (5,0 e 5,57), após a calagem, esses valores continuaram similares. Assim, a adsorção dos herbicidas ocorreu de forma equivalente em ambos os solos.

Tabela 3: Equações de Seefeldt e R² referentes à altura das plantas de trigo submetidas aos herbicidas dimethenamid, S-metolachlor e sulfentrazone, aos 28 DAE.

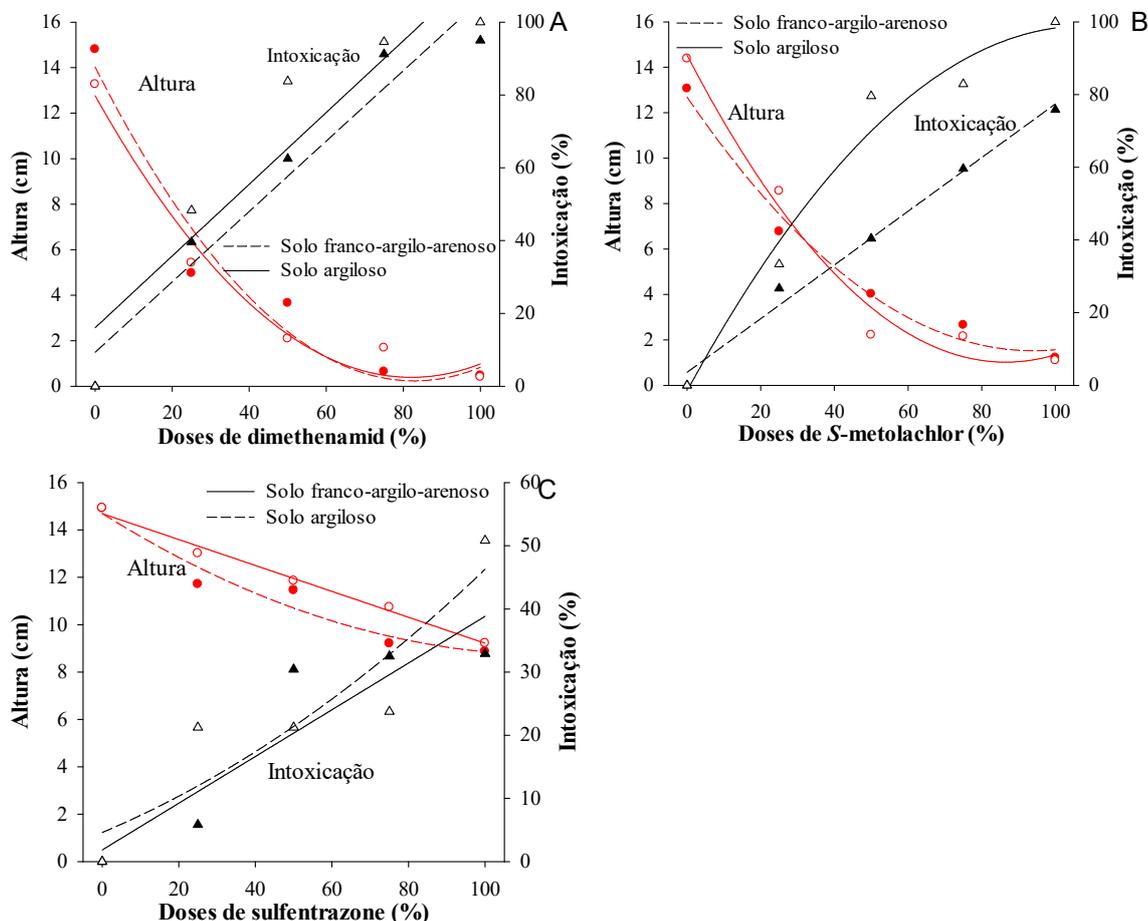
Herbicidas	Solo franco-argilo-arenoso		Solo argiloso	
	Equações	R ²	Equações	R ²
dimethenamid	$y = \frac{14,793}{1 + \left(\frac{x}{16,8}\right)^{-1,496}}$	0,982	$y = \frac{13,275}{1 + \left(\frac{x}{20,1}\right)^{-1,745}}$	0,996
S-metolachlor	$y = \frac{13,05}{1 + \left(\frac{x}{27,0}\right)^{-1,45}}$	0,995	$y = \frac{14,431}{1 + \left(\frac{x}{28,5}\right)^{-2,33}}$	0,988
sulfentrazone	$y = \frac{14,887}{1 + \left(\frac{x}{164,3}\right)^{-0,779}}$	0,958	$y = \frac{14,87}{1 + \left(\frac{x}{165,3}\right)^{-1,104}}$	0,990

R²: Coeficiente de determinação.

A dose comercial para a soja de dimethenamid, S-metolachlor e sulfentrazone reduziu 97, 90 e 39% da altura das plantas de trigo, respectivamente. As doses necessárias de dimethenamid, S-metolachlor e sulfentrazone para a redução de 50% da altura do trigo no solo franco-argilo-arenoso foram: 121, 373 e 493 ml ha⁻¹, equivalentes à 16,8; 27,0 e 164,3% da dose comercial, respectivamente. Em solo argiloso, esses valores foram, respectivamente, 145, 394 e 496 ml ha⁻¹, equivalentes à 20,1; 28,5 e 165,3% da dose comercial (Tabela 3).

Houve acréscimo de intoxicação em função da época de avaliação e do aumento de doses. Tratamentos com o herbicida dimethenamid apresentaram as maiores porcentagens, seguido pelo S-metolachlor e sulfentrazone. Os valores de intoxicação são inversamente proporcionais aos de altura aos 28 DAE (Figura 2).

Figura 2: Altura (cm) e intoxicação das plantas de trigo (%) em solo franco-argilo-arenoso e argiloso aos 28 DAE. Plantas submetidas aos herbicidas dimethenamid (A), S-metolachlor (B) e sulfentrazone (C).



Altura, herbicida dimethenamid: solo franco-argilo-arenoso ($y = 14,029 - 0,33x + 0,0020x^2$, $R^2 = 0,954$), solo argiloso ($y = 12,747 - 0,30x + 0,0018x^2$, $R^2 = 0,972$). Intoxicação, herbicida dimethenamid: solo franco-argilo-arenoso ($y = 9,33 + 0,967x$, $R^2 = 0,942$), solo argiloso ($y = 16,08 + 0,985x$, $R^2 = 0,872$). Altura herbicida S-metolachlor: solo franco-argilo-arenoso ($y = 12,695 - 0,238x + 0,0013x^2$, $R^2 = 0,985$), solo argiloso ($y = 14,536 - 0,313x + 0,0018x^2$, $R^2 = 0,978$). Intoxicação herbicida S-metolachlor: solo franco-argilo-arenoso ($y = 3,58 + 0,738x$, $R^2 = 0,989$), solo argiloso ($y = -1,523 + 1,86x - 0,0086x^2$, $R^2 = 0,974$). Altura, herbicida sulfentrazone: solo franco-argilo-arenoso ($y = 14,695 - 0,1014x + 0,0004x^2$, $R^2 = 0,948$), solo argiloso ($y = 14,69 - 0,547x$, $R^2 = 0,990$). Intoxicação, herbicida sulfentrazone: solo franco-argilo-arenoso ($y = 1,83 + 0,37x$, $R^2 = 0,829$), solo argiloso ($y = 4,60 + 0,255x + 0,0016x^2$, $R^2 = 0,839$).

Plantas de trigo submetidas aos herbicidas dimethenamid e S-metolachlor tiveram protrusão radicular e crescimento reduzido da parte aérea. Em doses superiores, após a emissão da radícula ocorreu a morte das plântulas. Esses sintomas já eram intensos aos 21 DAE. Tratamentos com sulfentrazone apresentaram pontos de necrose, que evoluíram para clorose generalizada (Figura 3).

A redução na altura das plantas de trigo e os sintomas de intoxicação dizem respeito ao sítio de ação dos herbicidas. Os herbicidas dimethenamid e S-metolachlor são absorvidos pelo epicótilo da plântula, impedindo o crescimento da parte aérea e das raízes (SILVA, 2019). A clorose nos tratamentos com o herbicida sulfentrazone é ocasionada pela diminuição na síntese de clorofila, enquanto a necrose é advinda das espécies reativas de oxigênio, induzidas pelo acúmulo de protoporfirina IX (ASSUNÇÃO et al., 2017; MARCHI et al, 2008).

Figura 3: Avaliações de intoxicação das plantas submetidas aos herbicidas dimethenamid (A e B), S-metolachlor (C e D) e sulfentrazone (E e F).

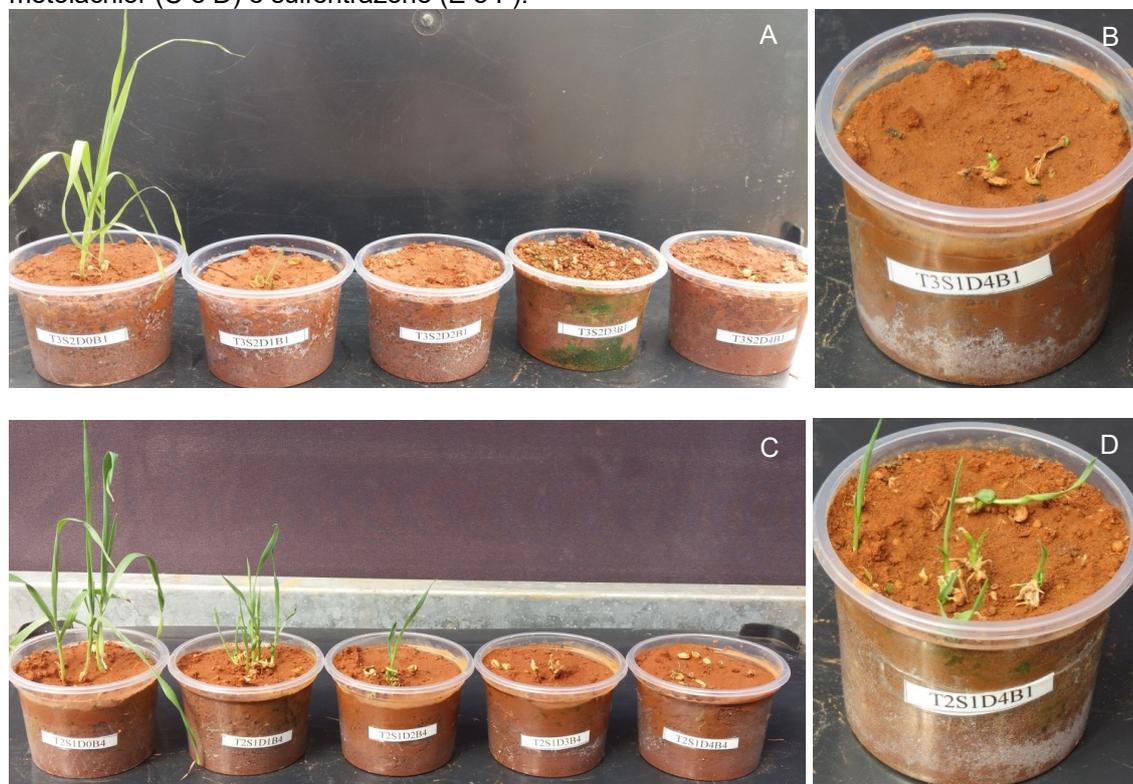




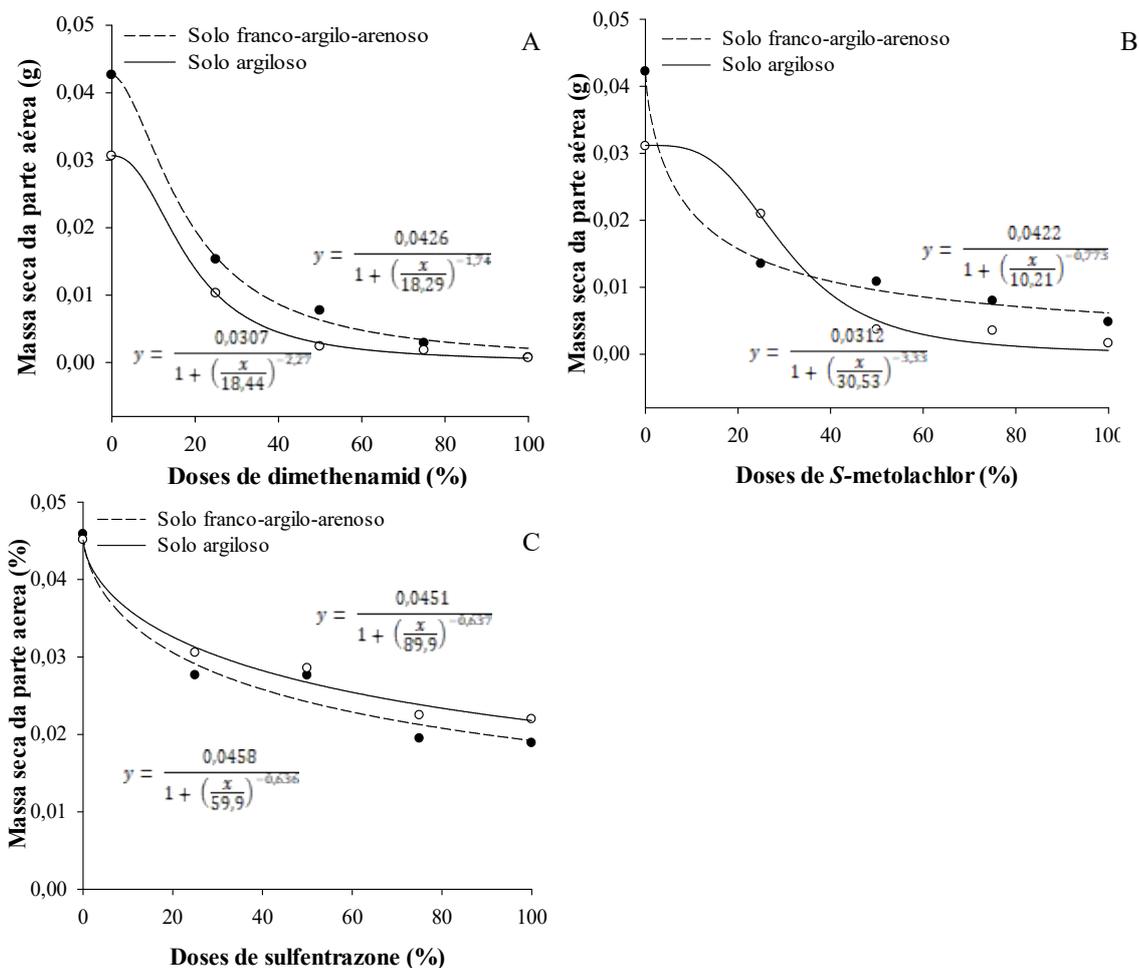
Figura 3A: Plantas de trigo no solo argiloso, submetidas ao herbicida dimethenamid aos 21 DAE, dispostas em ordem crescente de doses. Figura 3B: Tratamento com o herbicida dimethenamid, no solo franco-argilo-arenoso, na dose comercial para soja aos 28 DAE. Figura 3C: Plantas de trigo no solo franco-argilo-arenoso submetidas ao herbicida S-metolachlor aos 28 DAE, dispostas em ordem crescente de doses. Figura 3D: Tratamento com o herbicida S-metolachlor, no solo franco-argilo-arenoso na dose comercial para soja aos 28 DAE. Figura 3E: Plantas de trigo no solo argiloso submetidas ao herbicida sulfentrazone aos 28 DAE, dispostas em ordem crescente de doses. Figura 3F: Tratamento com o herbicida sulfentrazone, no solo argiloso na dose comercial para soja aos 28 DAE.

Os tratamentos com os herbicidas dimethenamid e S-metolachlor, obtiveram os menores valores de massa seca, apresentando redução a partir da dose de 25%. No geral os valores de massa seca foram inferiores para parte aérea. Isso ocorre porque esse é o principal sítio de ação desses herbicidas. O dimethenamid e S-metolachlor atuam no epicótilo das gramíneas e o sulfentrazone reduz a produção fotossintética (SILVA, 2019; BUENO et al., 2012)

Considerando as variáveis analisadas, a massa seca de parte aérea foi a mais discriminadora dos resíduos de dimethenamid, S-metolachlor e sulfentrazone. Conforme resultado observado por Freitas et al. (2014) e Melo et al. (2010).

As doses necessárias de dimethenamid, S-metolachlor e sulfentrazone para a redução de 50% da massa seca de parte aérea no solo franco-argilo-arenoso foram: 18,29, 10,21 e 59,9% da dose comercial. Em solo argiloso, esses valores foram, respectivamente, 18,44, 30,53 e 89,9% (Figura 4).

Figura 4: Massa seca da parte aérea das plantas de trigo após secagem em estufa. Ajuste ao modelo logístico de Seefeldt. Plantas submetidas aos herbicidas dimethenamid (A), S-metolachlor (B) e sulfentrazone (C).



Herbicida dimethenamid: solo franco-argilo-arenoso ($R^2 = 0,996$), solo argiloso ($R^2 = 0,999$). Herbicida S-metolachlor: solo franco-argilo-arenoso ($R^2 = 0,995$), solo argiloso ($R^2 = 0,989$). Herbicida sulfentrazone: solo franco-argilo-arenoso ($R^2 = 0,964$), solo argiloso ($R^2 = 0,983$).

O herbicida dimethenamid reduz 50% da altura das plantas de trigo e da massa seca de parte aérea em pequenas doses, além de causar altas taxas de intoxicação. Para o S-metolachlor é necessário doses superiores, enquanto o sulfentrazone necessita altas dosagens. Assim, a espécie *Triticum aestivum* é considerada uma planta bioindicadora do dimethenamid. Mas não é eficiente para identificação de resíduos do S-metolachlor e sulfentrazone no solo.

Conclusões

A espécie *Triticum aestivum* é considerada bioindicadora para o herbicida dimethenamid. A espécie *Triticum aestivum* não é eficaz para identificação de resíduos de S-metolachlor e sulfentrazone.

A massa seca de parte aérea foi a variável mais discriminadora dos resíduos de dimethenamid, S-metolachlor e sulfentrazone. Os solos não influenciaram no comportamento dos herbicidas estudados.

Referências

ARCHANGELO, E. R. et al. Sorção, dessorção e potencial de lixiviação de dimethenamid em solos brasileiros. **Planta daninha**, v. 22, n. 3, p. 467-477, 2004.

ASSUNÇÃO, N. S. et al. Flumioxazin selectivity to wheat. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 16, n. 2, p. 122-129, 2017.

BARBIERI, M. et al. Ensaio sobre a bioatividade do solo sob plantio direto em sucessão e rotação de culturas de inverno e verão. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 121-130, 2019.

BELO, M. S. S. P. et al. Uso de agrotóxicos na produção de soja do Estado do Mato Grosso: um estudo preliminar de riscos ocupacionais e ambientais. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 37, n. 125, p. 78-88, 2012.

BLANCO, F. M. G.; VELINI, E. D. Persistência do herbicida sulfentrazone em solo cultivado com soja e seu efeito em culturas sucedâneas. *Planta Daninha*, v. 23, n. 4, p. 693-700, 2005.

BUENO, A. C. R. et al. Daily temperature amplitude affects the vegetative growth and carbon metabolism of Orange trees in a rootstock-dependent manner. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 31, n. 3, p. 309-319, 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira grãos**, v. 7 Safra 2019/20 - Quarto levantamento, Brasília, p. 1-104 Janeiro 2020.

CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. Comportamento dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar. **Piracicaba**: CP, v. 2, p. 72, 2009.

DA SILVA, A. F. et al. Percepção da ocorrência de plantas daninhas resistentes a herbicidas por produtores de soja-milho safrinha no Estado de Mato Grosso. **Embrapa Milho e Sorgo-Documentos** (INFOTECA-E), 2017.

DE OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, Alexandre Magno. Comportamento dos herbicidas no ambiente. Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro científico (ALICE), 2011.

DE OLIVEIRA, Thiago Lucas et al. Seleção de espécies bioindicadoras do herbicida ethoxysulfuron. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 61, 2018.

DIAS, R. C. et al. Seleção de espécies bioindicadoras para o herbicida indaziflam. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 18, n. 2, p. 650-1-11), 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Soja em números, safra 2018/19**. Junho de 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Último acesso: 24 de fevereiro de 2020.

FERREIRA, D. F. **Sisvar - sistema de análise de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 1998. 19 p.

FERRI, M. V. W.; VIDAL, R. A. Persistência do herbicida acetochlor em função de sistemas de preparo e cobertura com palha. **Ciência Rural**, v. 33, n. 3, p. 399-404, 2003.
FIRMINO, L. E. et al. Sorção do imazapyr em solos com diferentes texturas. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 395-402, 2008.

FREITAS, M. A. M. et al. Sorção do sulfentrazone em diferentes tipos de solo determinada por bioensaios. **Planta Daninha**, v. 32, n. 2, p. 385-392, 2014.

GONÇALVES, F. A. R. et al. Atividade residual de herbicidas nas culturas do milho e da soja. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 61, 2018.

KALSING, A.; VIDAL, R. A. Seletividade de herbicidas residuais ao feijão-comum durante o período inicial da fase vegetativa. **Planta daninha**. Viçosa, MG. Vol. 31, n. 2, (out./dez. 2013), p. 411-417, 2013.

MACEDO, G. C. **Efeitos de sistemas de manejo pré-semeadura da soja sobre a dinâmica no solo e eficácia de herbicidas**. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2015.

MANCUSO, M. A. C.; NEGRISOLI, Eduardo; PERIM, Lucas. Efeito residual de herbicidas no solo (“Carryover”). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 2, p. 151-164, 2011.

MARCHESAN, E. D. Seleção de espécies bioindicadoras para uso em bioensaios de lixiviação e persistência de atrazina no solo. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 21, 2011.

MARCHI, G.; MARCHI, E. C. S.; GUIMARÃES, T. G.. Herbicidas: mecanismos de ação e uso. **Embrapa Cerrados-Documentos (INFOTECA-E)**, 2008.

MELO, C. A. D. et al. Herbicides carryover in systems cultivated with vegetable crops. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 15, n. 1, p. 67-78, 2016.

NUNES, A. L.; VIDAL, R. A. Seleção de plantas quantificadoras de herbicidas residuais. **Pesticidas: revista de ecotoxicologia e meio ambiente**, v. 19, 2009.

OLIVEIRA, M. G. et al. Tolerância da cebola implantada por semeadura direta ao flumioxazin aplicado em pós-emergência inicial. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 2, p. 585-1-8), 2018.

OLIVEIRA, A. M. et al. **Sensibilidade de trigo do Cerrado a herbicidas e à interferência de plantas daninhas**. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal de Uberlândia, 2019.

PAES, J. et al. Mobilidade do dimethenamid em diferentes solos. **Planta daninha**, v. 17, n. 1, p. 31-39, 1999.

PATEL, F. et al. **Eficiência agrônômica e persistência de herbicidas pré-emergentes na cultura da soja**. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2018.

PIGNATI, W. A. et al. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, p. 3281-3293, 2017.

RIBEIRO, A. C. et al. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em minas gerais 5ª aproximação**. Viçosa-MG: CFSEMG, 1999. 359 p.

RIZZI, F. R. **Sorção de sulfentrazone em função da textura, matéria orgânica e umidade de solos**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2003.

ROCHA, B. GR et al. Sistema de semeadura cruzada na cultura da soja: avanços e perspectivas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 2, p. 91-100, 2018.

ROMAN, E. S. **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação**. Berthier, 2007.

RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. **Embrapa Territorial-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2010.

SANTOS, G. et al. Carryover proporcionado pelos herbicidas s-metolachlor e trifluralin nas culturas de feijão, milho e soja. **Planta daninha**, v. 30, n. 4, p. 827-834, 2012.

SANTOS, W. O. et al. **Análise de contaminação cruzada em herbicida a base de atrazina por cromatografia gasosa**. Dissertação de mestrado – Universidade federal do triângulo mineiro, 2018.

SEEFELDT, S. S.; JENSEN, J. E.; FUERST, E. P. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. **Weed technology**, v. 9, n. 2, p. 218-227, 1995.

SILVA, I. B. M. **Efeitos da aplicação de herbicidas em pré-emergência no crescimento inicial da cultura do melão**. Trabalho de conclusão de curso – Instituto Federal Goiano, 2019.

SILVA, M. S. L. et al. **Principais doenças da cultura da soja (Glycine max (L.) Merrill)**. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal Rural do Semi-árido, 2019.

SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS – AGROFIT. **Agrofit – Consulta aberta**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Último acesso: 24 de fevereiro de 2020.

SOUSA, A. C. **Comercialização da commodity soja e o mercado futuro**. 2017. 30f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2017.

SYSTAT SOFTWARE INC. SigmaPlot. Version 11.0. 2008.

WESTRA, E. P. **Adsorption, leaching, and dissipation of pyroxasulfone and two chloroacetamide herbicides**. 2012. Tese de Doutorado. Colorado State University. Libraries.

WESTRA, E. P. et al. Evaluation of sorption coefficients for pyroxasulfone, S-metolachlor, and dimethenamid-p. Air, **Soiland Water Research**, v. 8, p. ASWR. S19682, 2015.

WILSON E WALKER. **Principles and Techniques of Biochemistry and Molecular Biology**, 7ed. Página 352. 2005.

Processo de Avaliação por Pares: (*Blind Review* - Análise do Texto Anônimo)

Publicado na Revista Vozes dos Vales - www.ufvjm.edu.br/vozes em: 10/2020

Revista Científica Vozes dos Vales - UFVJM - Minas Gerais - Brasil

www.ufvjm.edu.br/vozes

www.facebook.com/revistavozesdosvales

UFVJM: 120.2.095-2011 - QUALIS/CAPES - LATINDEX: 22524 - ISSN: 2238-6424