Controle de capim-amargoso após a aplicação de herbicidas em pré-emergência em solo com níveis crescentes de palhada de soja e milho

Sourgrass control after preemergence herbicide application in soil with increasing levels of soybean and corn straw

Willian D. Matte^{a*}, Rubem S. de Oliveira Jr.^a, J. Constantin^a, Rafael. R. Mendes^a, João V. S. Martoneto^a

^aDepartamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

Resumo: Introdução: A palha, comum em áreas onde o plantio direto foi adotado, pode se tornar uma barreira para que os herbicidas aplicados atinjam seu destino, o solo. Não há informações sobre a capacidade do novo herbicida pyroxasulfone de superar essa barreira e promover controle eficaz das plantas daninhas em pré-emergência.

Objetivo: avaliar a eficácia do pyroxasulfone no controle das plantas daninhas quando aplicado em diferentes níveis de palha comparando-o com herbicidas disponíveis no mercado brasileiro.

Métodos: Dois experimentos distintos foram conduzidos em casa de vegetação. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4, com seis repetições. Os tratamentos foram compostos pela aplicação de pyroxasulfone (100 g ha⁻¹), S-metolachlor (1960 g ha⁻¹) e trifluralin (1125 g ha⁻¹) sobre diferentes níveis de palha de soja e de milho (0, 1, 3 e 5 t ha⁻¹). A planta daninha utilizada foi o capim-amargoso (*Digitaria insularis*). Os vasos receberam uma lâmina de 30 mm de água. A eficácia de controle dos tratamentos foi verificada aos 7, 14, e 28 dias após a aplicação.

Resultados: O herbicida pyroxasulfone apresentou capacidade de transpor até 5 t ha⁻¹ palha de soja e de milho após precipitação de 30 mm. S-metolachlor e trifluralin apresentaram redução na eficácia de controle quando aplicados em solos com maiores quantidades de palha.

Conclusões: A capacidade do herbicida pyroxasulfone em transpor a palha de soja ou milho após uma precipitação de 30 mm e promover o controle de capim-amargoso foi $\geq$ S-metolachlor e $>$ trifluralin.

Palavras-chave: capim-amargoso, pré-emergência, S-metolachlor, trifluralin, pyroxasulfone.

Abstract: Background: Straw, common in areas where no-till was adopted, can become a barrier for the applied herbicides to reach their destination, the soil. There is no information on the ability of the new herbicide pyroxasulfone to overcome this barrier and promote effective preemergence weed control.

Objective: To evaluate the effectiveness of pyroxasulfone in weed control when applied in different levels of straw, comparing it with herbicides available in the Brazilian market.

Methods: Two different experiments were carried out in a greenhouse. The experimental design used was completely randomized in a 4 x 4 factorial scheme, with six replications. The treatments consisted of the application of pyroxasulfone (100 g ha⁻¹), S-metolachlor (1960 g ha⁻¹) and trifluralin (1125 g ha⁻¹) on different levels of soybean and corn straw (0, 1, 3 and 5 t ha⁻¹). The weed used was sourgrass (*Digitaria insularis*). The pots received a 30 mm slide of water. The control effectiveness of treatments was verified at 7, 14, and 28 days after application.

Results: The herbicide pyroxasulfone was able to transverse up to 5 t ha⁻¹ of soybean and corn straw after precipitation of 30 mm. S-metolachlor and trifluralin showed a reduction in the control efficacy when applied to soils with higher amounts of straw.

Conclusions: The ability of the herbicide pyroxasulfone to transverse soybean or corn straw after a 30 mm precipitation and promote the control of sourgrass was $\geq$ S-metolachlor and $>$ trifluralin.

Keywords: sourgrass, preemergence, S-metolachlor, trifluralin, pyroxasulfone.

Journal Information:

ISSN: 2763-8332

Website: <https://www.weedcontroljournal.org/>

Jornal da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas

Como citar: Matte WD, Oliveira Jr. RS, Constantin J, Mendes RR, Martoneto JVS. Controle de capim-amargoso após a aplicação de herbicidas em pré-emergência em solo com níveis crescentes de palhada de soja e milho. Weed Control J. 2021;20:e202100729. <https://doi.org/10.7824/wcj.2021;20:00729>

Aprovado por:

Editor-Chefe: Daniel Valadão Silva

Editor Associado: Ana Giraldele

Conflitos de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesses em relação à publicação deste manuscrito.

Recebido: Agosto 10, 2020

Aprovado: Agosto 25, 2021

* Corresponding author:

<willianmatte@hotmail.com>

Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de Atribuição Creative Commons, que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Copyright: 2021

1. Introdução

A adoção de sistemas que visam à conservação do solo se tornou prática consagrada, implantando as culturas sem o revolvimento do solo e com a presença de cobertura morta. A cobertura morta, proveniente dos resíduos das culturas antecessoras, proporciona muitos benefícios, incluindo a proteção contra a erosão dos solos, elevação no teor de carbono orgânico, aumento da população microbiana, conservação da umidade do solo e inibição da emergência de algumas plantas daninhas (Matos et al., 2016). Esse resíduo vegetal que permanece na superfície do solo comporta-se como uma barreira física, além de reduzir a incidência de luz no solo, sendo uma excelente ferramenta no manejo das plantas daninhas.

Diante da necessidade de realizar o controle químico de plantas daninhas, a cobertura morta pode influenciar na dinâmica de herbicidas aplicados sobre a palha (Matos et al., 2016). Principalmente em aplicações de herbicidas em pré-emergência, onde a interceptação pela palha torna-se uma barreira para que o herbicida chegue ao seu destino, o solo.

Estudos verificaram que a eficácia da aplicação de alguns herbicidas é influenciada pela presença de palha sobre o solo (Carbonari et al., 2010; Matos et al., 2016). Alguns herbicidas, como o trifluralin, são mais retidos pela palha do que outros, como o s-metolachlor. Esta diferença pode estar relacionada com a solubilidade em água, pressão de vapor ou com o coeficiente de distribuição octanol-água (K_{ow}) do herbicida aplicado; com a quantidade e origem da palha; e com a intensidade e época da ocorrência de chuvas após a aplicação dos produtos (Fornaroli et al., 1998; Rossi et al., 2013). Dessa forma, a eficácia dos herbicidas com efeito residual, em áreas de plantio direto, dependerá não apenas de sua eficiência e espectro de controle, mas também da sua capacidade em transpor a palha.

No Brasil, O S-metolachlor é recomendado para o controle pré-emergente de plantas daninhas monocotiledôneas e algumas espécies dicotiledôneas na cultura da soja, milho, feijão, algodão e cana-de-açúcar. O herbicida apresenta como características a solubilidade em água (480 mg L⁻¹ a 25 °C), baixa volatilidade (pressão de vapor de 1,73 x 10⁻³ Pa a 20 °C), é não-iônico e hidrofílico (Log K_{ow} de 3,05) (Rodrigues e Almeida, 2018). Apresenta eficácia no controle de plantas daninhas (*Brachiaria decumbens*, *Digitaria horizontalis* e *Panicum maximum*) quando aplicado 1440 g ha⁻¹ (Dual Gold, 960 g i.a. L⁻¹) sobre 20 t ha⁻¹ de palha proveniente da colheita de cana-de-açúcar (Correia et al., 2012).

O herbicida trifluralin, também muito utilizado em aplicações em pré-emergência visando ao controle de plantas daninhas gramíneas, apresenta como características baixa solubilidade em água (0,3 mg L⁻¹ a 25 °C), pressão de vapor de 1,47 x 10⁻² (25 °C), é um herbicida não-iônico e hidrofóbico (Log K_{ow} de 5,34) (Rodrigues e Almeida, 2018). Rodrigues et al. (1998) observaram que após uma irrigação de 20 mm foram encontradas na camada de 0-5 cm do solo <100 g dos 4800 g ha⁻¹ de trifluralin (Premerlin, 600 g i.a. L⁻¹) quando aplicado sobre 6 e 12 t ha⁻¹ de palha de aveia preta. Aproximadamente 300 g ha⁻¹ ficaram retidas na palha quando aplicado sobre 12 t ha⁻¹ de palha. Segundo os autores, a maior perda pode ter ocorrido por volatilização rápida do produto da palha, não tendo condições de atingir o solo e ser incorporado pela água de irrigação.

O pyroxasulfone (3-[5-(difluoromethoxy)-1-methyl-3-(trifluoromethyl) pyrazol-4-ylmethylsulfonyl]-4,5-dihydro-5,5-dimethyl-1,2-oxazole) é um herbicida inibidor da biossíntese de ácidos graxos de cadeia muito longa que fornece controle de plantas daninhas, principalmente gramíneas, quando aplicado em pré-emergência (Tanetani et al., 2009; Tanetani et al., 2012). Apresenta como características: solubilidade em água (20°C) de 3,49 mg L⁻¹, pressão de vapor (25°C) de 2x10⁻⁶ Pa e Log K_{ow} de 2,39 (Westra et al., 2015). Contudo, não há informações disponíveis sobre a capacidade do pyroxasulfone em transpor a palha de diferentes espécies vegetais e a eficiência no controle das plantas daninhas nessas condições.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia do herbicida pyroxasulfone quando aplicado sobre diferentes níveis de palha de soja e milho no controle de capim-amargoso, comparando-o com os herbicidas S-metolachlor e trifluralin.

2. Material e Métodos

Foram conduzidos dois experimentos distintos, um com palhada de soja e outro com palhada de milho, simulando a cobertura do solo no momento da aplicação de herbicidas. Ambos os experimentos foram conduzidos no período de 11/10/2018 a 14/11/2018. Os experimentos foram instalados em casa de vegetação e as unidades experimentais consistiram em vasos com capacidade de 5,0 dm³, preenchidos com solo de textura franco argilo arenosa (média), que apresentava as seguintes propriedades físico-químicas: pH (H₂O) 6,1; 0,7% de M.O.; 69,6% de areia; 6,9% de silte; 23,5% de argila.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4, com seis repetições. O primeiro fator foi composto pelos tratamentos herbicidas: pyroxasulfone (100 g i.a. ha⁻¹; Yamato®, suspensão concentrada, 500 g i.a. L⁻¹; Iharabras S.A. Indústrias Químicas), S-metolachlor (1920 g i.a. ha⁻¹; Dual Gold®, concentrado emulsionável, 960 g i.a. L⁻¹; Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.), trifluralin (1125 g i.a. ha⁻¹; Trifluralina Nortox Gold®, concentrado emulsionável, 450 g i.a. L⁻¹; Nortox S/A), além de uma testemunha sem aplicação de herbicida. O segundo fator foi composto por níveis crescentes de palhada (0, 1, 3 e 5 t ha⁻¹) de soja (Experimento 1) e milho (Experimento 2) depositada sobre a superfície do solo contido nas unidades experimentais.

A planta daninha utilizada nos experimentos foi o capim-amargoso (*Digitaria insularis*), sendo semeadas 20 sementes à uma profundidade de 1 cm, em cada unidade experimental. Após a semeadura, visando posteriormente auxiliar na remoção total da palha, foi posicionada uma malha de polietileno com abertura de 2 mm sobre as unidades experimentais, e a palha foi alocada nas proporções equivalentes a 0, 1, 3 e 5 toneladas por hectare.

As unidades experimentais receberam irrigação com lâmina de 10 mm para que o solo oferecesse condições de umidade suficiente para a aplicação dos herbicidas. Duas horas após a irrigação, realizou-se a aplicação dos herbicidas na modalidade em pré-emergência, no dia 11/10/2018. Decorridas 24 horas após a aplicação dos tratamentos, as unidades experimentais foram irrigadas durante aproximadamente 60 minutos, recebendo lâmina de irrigação em volume equivalente a 30 mm de água, sendo esta operação realizada por aspersão. As aplicações dos tratamentos herbicidas foram realizadas com um pulverizador costal de pressão constante à base de CO₂, equipado com barra provida de três pontas tipo leque XR-110.02, sob pressão de 206,8 kPa (30 psi), proporcionando taxa de aplicação de 200 L ha⁻¹ de calda.

A finalidade da irrigação foi auxiliar o herbicida a transpor a palha e chegar ao solo. Esta lâmina de irrigação também foi utilizada em outros trabalhos que objetivaram avaliar a eficácia e o comportamento de herbicidas quando aplicados sobre a palha (Negrisoli et al., 2011). Após a irrigação, os vasos ficaram sem receber irrigação por um período de 24 horas. No dia 13/10/2018, retirou-se a malha de polietileno juntamente com a palha. A retirada da palha teve como objetivo excluir o efeito de controle de capim-amargoso que poderia ser promovido pela palhada, e mantendo-se o controle promovido apenas pelo herbicida que conseguiu transpor a palha até o solo. Durante o período de condução dos experimentos, os vasos foram irrigados com uma lâmina de 10 mm aplicada diariamente, parcelada em três irrigações.

A eficácia de controle dos tratamentos foi verificada por meio da avaliação visual de controle realizada aos 7, 14, e 28 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos herbicidas, atribuindo-se notas de controle em comparação com o tratamento sem aplicação de herbicidas, considerando-se zero para ausência de sintoma e/ou controle e 100% para o controle total, representado pela morte das plantas (SBCPD, 1995). O controle foi considerado satisfatório ou eficaz quando ≥80,0%.

Os dados foram processados no software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011) e submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$). Em situações de interação significativa entre os fatores, realizou-se o desdobramento ao fatorial e as médias foram comparadas pelo teste t de Student ($p \leq 0,05$).

3. Resultados e Discussão

O primeiro experimento avaliou o controle de capim-amargoso quando os herbicidas foram aplicados sobre diferentes níveis de palha de soja (Tabela 1). Quando os herbicidas foram aplicados na ausência de palha, os maiores níveis de controle aos 7 DAA foram promovidos com a aplicação de pyroxasulfone (91,2%) e S-metolachlor (90,0%), sendo superiores ao tratamento com trifluralin (83,0%). Resultado semelhante ocorreu em níveis de 1 e 3 t ha⁻¹ de

palha de soja sobre o solo no momento da aplicação. Quando os tratamentos foram aplicados sobre 5 t ha⁻¹ de palha de soja, o melhor controle foi obtido com aplicação de pyroxasulfone (88,8%).

Na avaliação realizada aos 14 DAA, observa-se um aumento nos níveis de controle. Quando os herbicidas foram aplicados diretamente no solo e sobre 1 t ha⁻¹ de palha, os níveis de controle foram excelentes e não houve diferenças entre os tratamentos. Porém, quando aplicados sobre 3 e 5 t ha⁻¹ de palha de soja, o pyroxasulfone promoveu controle superior ao S-metolachlor e trifluralin. O mesmo comportamento foi observado na avaliação posterior. Aos 28 DAA, o controle de capim-amargoso com a aplicação de pyroxasulfone foi superior ao S-metolachlor quando aplicados sobre 5 t ha⁻¹; e superior a trifluralin quando aplicado sobre 3 e 5 t ha⁻¹ de palhada de soja.

Tabela 1. Controle de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) aos 7, 14 e 28 DAA dos tratamentos herbicidas em função dos níveis de palhada de soja. Maringá, Paraná, 2018.

Tratamentos	Dose	Níveis de palhada de soja (t ha ⁻¹)							
	(g ha ⁻¹)	0		1		3		5	
7 DAA									
Testemunha	-	0,0	Ca	0,0	Ca	0,0	Ca	0,0	Da
Pyroxasulfone	100	91,2	Aa	90,8	Aa	89,7	Aa	88,8	Aa
S-metolachlor	1920	90,0	Aa	86,7	Aab	85,8	Aab	82,2	Bb
Trifluralin	1125	83,0	Ba	71,3	Bb	65,5	Bc	56,7	Cd
DMS						4,89			
CV (%)						6,95			
14 DAA									
Testemunha	-	0,0	Ba	0,0	Ba	0,0	Da	0,0	Da
Pyroxasulfone	100	100,0	Aa	99,8	Aa	99,7	Aa	99,7	Aa
S-metolachlor	1920	100,0	Aa	98,2	Aa	92,7	Bb	90,3	Bb
Trifluralin	1125	99,3	Aa	95,3	Aa	86,7	Cb	68,3	Cc
DMS						4,51			
CV (%)						5,56			
28 DAA									
Testemunha	-	0,0	Ba	0,0	Ba	0,0	Ca	0,0	Da
Pyroxasulfone	100	100,0	Aa	100,0	Aa	99,8	Aa	99,7	Aa
S-metolachlor	1920	100,0	Aa	98,0	Aa	94,8	Aa	81,7	Bb
Trifluralin	1125	99,5	Aa	99,3	Aa	85,0	Bb	63,3	Cc
DMS						5,44			
CV (%)						6,76			

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha em cada data de avaliação não diferem entre si pelo teste t de Student ($p \leq 0,05$).

Estes resultados sugerem que o pyroxasulfone apresenta a capacidade de transpor a palhada e chegar ao solo em quantidade suficiente para promover excelente controle

de capim-amargoso, independentemente do nível de palha de soja no momento da aplicação, sendo superior ao S-metolachlor e trifluralin quando aplicados sobre maiores

quantidades de palhada desta leguminosa.

Com relação à comparação dos níveis de palha dentro do herbicida pyroxasulfone, a aplicação de 100 g ha⁻¹ promoveu controle semelhante em todas as avaliações, independentemente do nível de palha de soja sobre o solo. Esse resultado sugere uma maior transposição do produto da palha até o solo quando comparado a trifluralin e S-metolachlor e/ou, mesmo que houvesse uma redução na quantidade de herbicida no solo em função dos níveis de palha, foi suficiente para manter excelentes níveis de controle.

Os herbicidas S-metolachlor e trifluralin apresentaram redução nos níveis de controle de capim-amargoso à medida que aumentou os níveis de palha sobre o solo. O trifluralin foi visivelmente mais afetado que o S-metolachlor. Aos 28 DAA, 3 t ha⁻¹ de palha de soja sobre o solo resultou em redução significativa do controle de capim-amargoso, sendo esse efeito mais pronunciado quando aplicado em 5 t ha⁻¹. O S-metolachlor aplicado sobre 5 t ha⁻¹ de palha também apresentou redução dos níveis de controle de capim-

amargoso quando comparado à aplicação do herbicida sobre coberturas de até 3 t ha⁻¹.

Rodrigues et al. (1998) também observaram a retenção de trifluralin quando aplicado sobre diferentes níveis de palha de aveia (0 a 12 t ha⁻¹), em sistema de plantio direto, após receber 20 mm de água através de uma irrigação por aspersão. Além da retenção do herbicida pela palha, os autores sugerem que houve grande perda devido à volatilização do produto, reduzindo a possibilidade de atingir o solo após a irrigação.

O segundo experimento avaliou o controle de capim-amargoso quando os herbicidas foram aplicados sobre diferentes níveis de palha de milho (Tabela 2). Aos 7 DAA, quando os herbicidas foram aplicados na ausência de palha, os maiores níveis de controle foram promovidos com a aplicação de pyroxasulfone (88,3%) e S-metolachlor (88,3%), sendo superiores ao tratamento com trifluralin (81,3%). Com o aumento nos níveis de palha de milho sobre o solo, observou-se uma redução significativa no controle promovido com a aplicação de trifluralin.

Tabela 2. Controle de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) aos 7, 14 e 28 DAA dos tratamentos herbicidas em função dos níveis de palhada de milho. Maringá, Paraná, 2018.

Tratamentos	Dose	Níveis de palhada de milho (t ha ⁻¹)							
	(g ha ⁻¹)	0		1		3		5	
7 DAA									
Testemunha	-	0,0	Ca	0,0	Da	0,0	Ca	0,0	Ca
Pyroxasulfone	100	88,3	Aab	93,3	Aa	88,3	Aab	85,8	Ab
S-metolachlor	1920	88,3	Aab	86,7	Bab	84,2	Aab	80,8	Ab
Trifluralin	1125	81,3	Ba	63,8	Cb	56,0	Bc	40,0	Bd
DMS					5,85				
CV (%)					8,70				
14 DAA									
Testemunha	-	0,0	Ba	0,0	Ca	0,0	Da	0,0	Da
Pyroxasulfone	100	100,0	Aa	99,8	Aa	99,7	Aa	99,5	Aa
S-metolachlor	1920	100,0	Aa	100,0	Aa	93,5	Bb	93,2	Bb
Trifluralin	1125	98,8	Aa	90,0	Bb	79,8	Cc	56,7	Cd
DMS					5,45				
CV (%)					6,83				
28 DAA									
Testemunha	-	0,0	Ba	0,0	Ba	0,0	Ca	0,0	Ca
Pyroxasulfone	100	100,0	Aa	100,0	Aa	98,7	Aa	98,0	Aa
S-metolachlor	1920	100,0	Aa	98,3	Aab	92,7	Ab	92,5	Ab
Trifluralin	1125	99,2	Aa	95,0	Aa	67,5	Bb	50,0	Bc
DMS					6,01				
CV (%)					7,67				

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha em cada data de avaliação não diferem entre si pelo teste t de Student ($p \leq 0,05$).

Quando os herbicidas foram aplicados sobre 1 t ha⁻¹ de palha de milho, maiores níveis de controle foram observados com a aplicação de pyroxasulfone (93,3%), sendo superior ao S-metolachlor e trifluralin. Contudo, quando aplicados sobre 3 e 5 t ha⁻¹, os níveis de controle promovidos por pyroxasulfone e S-metolachlor foram semelhantes e superiores a trifluralin. A aplicação de trifluralin sobre a palha de milho acarretou na redução dos níveis de controle de capim-amargoso, semelhante ao observado quando realizada a aplicação sobre a palha de soja.

Aos 14 DAA, observou-se aumento nos níveis de controle promovido pelos tratamentos herbicidas. Trifluralin aplicado sobre a palha promoveu os menores níveis de controle de capim-amargoso. A aplicação do pyroxasulfone manteve os maiores níveis de controle, independentemente do nível de palha de milho sobre o solo no momento da aplicação. Já o S-metolachlor, quando aplicado em níveis de palha acima de 3 t ha⁻¹, apresentou uma branda redução no controle em relação à testemunha, o que foi suficiente para resultar em desempenho inferior em comparação com pyroxasulfone.

Os níveis de controle promovidos por pyroxasulfone e S-metolachlor aos 28 DAA foram semelhantes, independentemente da quantidade de palha de milho sobre o solo no momento da aplicação. Trifluralin aplicado sobre até 1 t ha⁻¹ de palha de milho conseguiu promover controle semelhante aos demais tratamentos. Porém, quando esse herbicida foi aplicado sobre 3 e 5 t ha⁻¹, observou-se drástica redução nos níveis de controle de capim-amargoso.

O S-metolachlor, diferente do pyroxasulfone, apresentou redução significativa nos níveis de controle quando aplicado sobre maiores quantidades de palha de milho, em todas as datas avaliadas. Efeito mais pronunciado na redução do controle de capim-amargoso pode ser observado com o herbicida trifluralin. Esses resultados sugerem menor transposição do trifluralin da palha até o solo em relação aos demais herbicidas avaliados.

Os herbicidas pyroxasulfone (2,4 x 10⁻⁶ Pa a 25 °C) e S-metolachlor (3,7 x 10⁻³ Pa a 25 °C) têm pressões de vapor relativamente baixas (Westra et al., 2015), de forma que estes produtos são relativamente menos propensos a volatilização. Já trifluralin apresenta maior pressão de vapor (1,47 x 10⁻² a 25°C), o que pode predispor este herbicida a maiores perdas por volatilização quando aplicado sobre a palha, principalmente se aplicado em condições de baixa umidade relativa do ar (Rodrigues et al., 1998).

A solubilidade dos herbicidas em água pode ser uma das características associadas à chegada do produto ao solo através da transposição da palha. Tanto o S-metolachlor (488 mg L⁻¹ a 20°C) quanto o pyroxasulfone (2,49 mg L⁻¹ a 20°C) apresentam solubilidade superior à trifluralin (0,3 mg L⁻¹ a 25°C), o que pode ter contribuído com a maior eficiência desses herbicidas quando aplicados sobre maiores quantidades de palha e a redução da eficácia de trifluralin, devido à maior retenção pela palha.

A capacidade de um herbicida em transpor a palha até o solo juntamente com a água também pode ser influenciada pela sua lipofilicidade, que é normalmente estimada pelo coeficiente de distribuição octanol-água (K_{ow}). Os valores de Log K_{ow} do herbicida trifluralin (5,07 a 25°C) são superiores ao S-metolachlor (2,89 a 25°C) e pyroxasulfone (2,39 a 25°C)

(Westra et al., 2015), o que sugere uma maior afinidade do trifluralin à palha devido à sua característica mais lipofílica, além de maior dificuldade de ser lixiviado juntamente com a água após uma chuva.

Outra característica importante do pyroxasulfone em relação aos S-metolachlor e a trifluralin é sua eficiência de controle das plantas daninhas em doses mais baixas (Yamaji et al., 2014). Dessa forma, mesmo que houvesse retenção do pyroxasulfone quando aplicado sobre maiores níveis de palha, a quantidade de herbicida que possivelmente transpassou essa barreira foi suficiente para promover o controle semelhante de capim-amargoso. Não há ainda resultados publicados sobre a eficácia da aplicação de pyroxasulfone visando ao controle de capim-amargoso. Contudo, em estudos com espécie daninha do mesmo gênero, Yamaji et al. (2014) observaram que a aplicação de 16 g ha⁻¹ foi suficiente para promover mais de 90% de controle de capim-colchão (*D. sanguinalis*).

Estes resultados são um indicativo do comportamento desses herbicidas quando aplicados sobre a palha e de suas capacidades de transpor essa barreira e chegar ao solo em quantidade suficiente para promover o controle das plantas daninhas. Ressalta-se que, diferente do que ocorre em condições de campo, este trabalho desconsiderou o potencial controle que pode ser exercido com a presença de palha sobre o solo.

É de conhecimento geral a importância da palhada como cobertura morta nos sistemas de cultivo, bem como a adoção de herbicidas pré-emergentes é fundamental para o atual cenário agrícola brasileiro. Como observado de forma mais pronunciada com o trifluralin, a palhada sobre o solo pode se tornar uma barreira física para os herbicidas aplicados em pré-emergência. Desta forma, a recomendação de herbicidas aplicados em pré-emergência deve ser cautelosa, não atendendo apenas ao produto mais eficiente visando ao controle, mas também considerar o tipo de solo, as características climáticas, a capacidade do herbicida em transpor a palhada, a composição, forma e quantidade de palha presente sobre o solo no momento da aplicação.

4. Conclusões

O herbicida pyroxasulfone apresenta capacidade de transpor até 5 t ha⁻¹ palha de soja e de milho após precipitação de 30 mm, sem que haja alterações na eficácia de controle de capim-amargoso em comparação com a aplicação realizada em solo sem palha.

S-metolachlor e trifluralin apresentam redução na eficácia de controle de capim-amargoso quando aplicados em solos com maiores quantidades de palha.

Quando comparado ao S-metolachlor e trifluralin, observou-se que o pyroxasulfone promoveu controle superior ao S-metolachlor quando aplicado sobre 5 t ha⁻¹ de palha de soja e a trifluralin quando aplicado em 3 e 5 t ha⁻¹ de palha de soja e de milho.

Em síntese, a ordem de capacidade dos herbicidas em transpor a palha de soja ou milho após uma precipitação de 30 mm e promover o controle de capim-amargoso foi: pyroxasulfone ≥ S-metolachlor > trifluralin.

Referências

- Carbonari CA, Velini ED, Correa MR, Negrisoni E, Rossi CV, Oliveira CP. Efeitos de períodos de permanência de clomazone+ hexazinona no solo e na palha de cana-de-açúcar antes da ocorrência de chuvas na eficácia de controle de plantas daninhas. **Planta Daninha**. 2010; 28(1):197-205. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000100023>
- Correia NM, Perussi FJ, Gomes LJP. S-metolachlor efficacy on the control of *Brachiaria decumbens*, *Digitaria horizontalis*, and *Panicum maximum* in mechanically green harvested sugarcane. **Planta Daninha**. 2012; 30(4):861-870. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582012000400021>
- Ferreira DF. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciênc. e Agrotec.** 2011; 35(6):1039-1042. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- Fornarolli DA, Rodrigues BN, Lima JD, Valério MA. Influence of the mulch on the behavior of atrazine. **Planta Daninha**. 1998; 16(2):97-107. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83581998000200003>
- Matos AKA, Carbonari CA, Gomes GLGC, Velini ED. Dinâmica de herbicidas em pré-emergência em sistemas de produção com palha. **Rev. Bras. de Herb.** 2016; 15(1):97-106. Disponível em: <https://doi.org/10.7824/rbh.v15i1.441>
- Negrisoni E, Velini ED, Corrêa MR, Rossi CVS, Carbonari CA, Costa AGF, et al. Influência da palha e da simulação de chuva sobre a eficácia da mistura formulada clomazone + hexazinone no controle de plantas daninhas em área de cana-crua. **Planta Daninha**. 2011; 29(1):169-177. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582011000100019>
- Rodrigues BN, Almeida FLS. **Guia de herbicidas**. 7.ed. Londrina: Edição dos Autores, 2018.
- Rodrigues BN, Lima JD, Yada IF, Fornarolli DA. Influence of the mulch on the behavior of trifluralin. **Planta Daninha**. 1998; 16(2):163-173. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83581998000200010>
- Rossi CVS, Velini ED, Luchini LC, Negrisoni E, Correa MR, Pivetta JP, et al. Dinâmica do herbicida metribuzin aplicado sobre palha de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). **Planta Daninha**. 2013; 31(1):223-230. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000100024>
- Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995.
- Tanetani Y, Kaku K, Kawai K, Fujioka T, Shimizu T. Action mechanism of a novel herbicide, pyroxasulfone. **Pest. Biochem. and Phys.** 2009; 95(1):47-55. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2009.06.003>
- Tanetani Y. Action mechanism of isoxazoline-type herbicides. **J. of Pest. Sci.** 2012; J12-05. Disponível em: <https://doi.org/10.1584/jpestics.J12-05>
- Westra EP, Shaner DL, Barbarick KA, Khosla R. Evaluation of sorption coefficients for pyroxasulfone, S-metolachlor, and dimethenamid-*p*. **A., S. and W. Res.** 2015; 8:9-15. Disponível em: <https://doi.org/10.4137/ASWR.S19682>
- Yamaji Y, Honda H, Kobayashi M, Hanai R, Inoue J. Weed control efficacy of a novel herbicide, pyroxasulfone. **J. of Pest. Sci.** 2014; 39(3):165-169. Disponível em: <https://doi.org/10.1584/jpestics.D14-025>