

Influência de sistemas de cultivo na eficácia de herbicidas na produção do milho

¹ Adão Bento da Silva, ² Franciele Cristina da Silva, ³ Sarah Maysa Perim Silva, ¹ José Junior Nunes, ¹ José Victor Alves Gomes, ¹ Marco Antônio Moreira de Freitas

¹ Instituto Federal Goiano, *Campus Urutaí*, Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km-2,5 - Zona Rural, CEP 75790-000 Urutaí, GO, Brasil. E-mails: adaosylva@hotmail.com, jose.junior@jlpesquisa.com.br, victoralves2503@gmail.com, marco.freitas@ifgoiano.edu.br

² Universidade Estadual Paulista, Pomar Barracao, Avenida Continental, s/n, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP, Brasil. E-mail: franciele.agronomia@outlook.com

³ Universidade Federal de Uberlândia, Avenida João Naves de Ávila, 2121, Santa Mônica, CEP 38408-100, Uberlândia, MG, Brasil. E-mail: saraahpe@gmail.com

Resumo: O sistema de plantio com presença de palhada no solo apresenta potencial na redução da infestação de plantas daninhas, que juntamente com o controle químico apresentam-se como uma boa estratégia no manejo de plantas invasoras na cultura do milho. Deste modo, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficácia dos herbicidas tembotrione + atrazina, glifosato + atrazina e glifosato no controle de plantas daninhas no milho e seu impacto nos índices de produtividade da cultura em dois sistemas de cultivo, plantio com palhada e convencional. Adotou-se delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 5 sendo, fator A: sistemas de plantio, com presença de palhada e plantio convencional, e fator B: controle em pós-emergência, testemunha sem capina, controle com capina manual, tembotrione + atrazina, glifosato + atrazina e glifosato. As variáveis avaliadas foram eficácia de controle aos 14, 21, 28 e 35 dias após aplicação, biomassa seca da parte aérea, altura de inserção de espiga, massa de mil grãos e produtividade. Foi verificado que no sistema de plantio com presença de palhada obteve-se os melhores resultados em todas as variáveis analisadas quando comparado ao sistema de plantio convencional. O tratamento glifosato + atrazina se sobressaiu dos demais tratamentos nas variáveis, biomassa da parte aérea, produtividade e apresentou 100% de controle em todas as épocas avaliadas, evidenciando assim uma alternativa interessante para o manejo de plantas daninhas na cultura do milho.

Palavras chave: Plantas daninhas, Plantas de cobertura, Glifosato.

Influence of cropping systems on the efficacy of herbicides in corn production

Abstract: The no-till farming system shows potential in reducing weed infestation and, combined with the chemical control, presents a good management strategy for weed control in corn production. This work aimed to evaluate the efficacy of the herbicides tembotrione + atrazine, glyphosate + atrazine and glyphosate on the control of weeds in corn and to assess its impact on the corn yield indices, in the no-till and tillage cropping systems. The experiment was carried out in a randomized complete block design, in a 2 x 5 factorial scheme, factor A: cropping systems, no-till and tillage, and factor B: post-emergence weed control, control without weeding; control with manual weeding; tembotrione + atrazine; glyphosate + atrazine; and glyphosate. The variables assessed were weed control at 14, 21, 28, and 35 days after application; shoot dry biomass; ear insertion height; thousand-grain mass; and yield. The best results were verified in the no-till cropping system for all the variables assessed when compared to the tillage cropping system. The treatment glyphosate + atrazine stood out from the other treatments in the following variables, shoot dry biomass, yield, and weed control in all the assessments, therefore showing to be an interesting alternative for weed management in corn production.

Keywords: Weeds, Cover crops, Glyphosate.

Introdução

Vários fatores limitam o potencial produtivo da cultura do milho, dentre os quais a interferência exercida pelas plantas daninhas assume grande importância (Wandscheer et al, 2014). As plantas daninhas mesmo que em baixas densidades, promovem efeito negativo no desenvolvimento da cultura com consequências diretas na sua produtividade (Dan et al., 2010 & Silva et al., 2015).

A competição entre planta daninha e planta cultivada é variável conforme a diversidade de espécies presentes nas áreas de cultivo e as práticas e manejos agrícolas adotados. Sendo que, as espécies mais adaptadas ao local, conseguem se sobressair, podendo causar perdas significativas variando de 13% a 85% na produção da cultura do milho (Carvalho et al., 2007, Brighenti & Oliveira, 2011).

O controle químico por meio do uso de herbicidas tem sido uma ferramenta de auxílio no controle dessas plantas daninhas. Porém, o uso de herbicidas de forma intensiva tem se tornado problemático, devido ao surgimento de casos de resistência e à grande diversidade de espécies existentes (Artuzi & Contiero, 2006). Nesse sentido, uma das práticas de cultivo que vem sendo adotada a fim de reduzir essa interferência das plantas daninhas sobre a cultura, é o cultivo de forrageiras. Ferramenta empregada que facilita o controle de plantas daninhas através da formação de cobertura morta (palhada), a qual exerce papel de supressão na emergência das plantas invasoras (Correia et al., 2006, Ceccon et al., 2013 & Melo et al., 2019).

No cultivo para formação de palhada na cultura do milho, tem-se constatado um crescente uso de espécies forrageiras perenes, como as *Urochloa spp.*, devido à grande produção de biomassa que gera boa cobertura do solo, fácil estabelecimento, boa adaptação e alta persistência na superfície do solo (Kluthcouski, Yokoyama, 2003, Oliveira et al., 2011 & Nascente et al., 2012). Apesar de toda a influência da cobertura morta sobre a taxa de emergência de plantas daninhas, sabe-se que determinadas espécies não são afetadas e se estabelecem na área. Isto faz com que haja necessidade do manejo complementar para o controle provenientes de fluxos de emergência posteriores à dessecação, com uso de herbicidas usados em pós emergência.

Com a introdução de híbridos de milho resistentes ao glifosato, tem-se mais uma alternativa para o controle de plantas daninhas nesta cultura. Porém, existem relatos de muitas espécies que apresentam resistência a esse herbicida em razão do uso contínuo e da falta de rotação de mecanismos de ação. A associação do glifosato com herbicidas que pertençam a outros mecanismos de ação, vem se tornando uma alternativa para diminuir a seleção de novos biótipos resistentes (Agostinetto & Vargas, 2014). Dentre as opções de herbicidas passíveis a serem utilizadas na cultura do milho de forma isolada ou associada ao glifosato, pode-se citar a atrazina e o tembotrione (Rodrigues & Almeida, 2018).

Desta forma, tendo em visto a necessidade de um melhor entendimento do impacto do sistema de cultivo no desenvolvimento e manejo de plantas daninhas na cultura do milho, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia dos herbicidas tembotrione + atrazina, glifosato + atrazina e glifosato no controle de plantas daninhas no milho e analisar a influência das aplicações nos índices de produtividade da cultura em dois sistemas de cultivo, com a presença de palhada e sistema de plantio convencional.

Material e métodos

O experimento foi implantado durante os meses de abril a setembro de 2018 em um Argissolo Vermelho-amarelo de textura argilosa (375 g kg⁻¹ de areia, 600 g kg⁻¹ de argila e 25 de silte g kg⁻¹), pH de 4,8, 2,9 dag kg⁻¹ de matéria orgânica e 19,2 % de saturação por bases. Durante o experimento, a temperatura variou de 11,7 °C (mínima) a 31,5 °C (máxima). A área experimental foi irrigada via aspersão sendo aplicada uma lâmina de 06 mm quando necessário.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 5, com quatro repetições. Sendo o primeiro fator dois sistemas de cultivo, com e sem palhada, e o segundo do controle em pós-emergência, testemunha sem capina; controle com capina manual; tembotrione + atrazina (100,8 g + 1500 g i.a. ha⁻¹); glyphosate + atrazina (960 g + 1500 g i.a. ha⁻¹); glyphosate (960g de i.a. ha⁻¹). As unidades experimentais constaram de seis linhas da cultura,

espaçadas em 0,50 m com 5,0 m de comprimento, o que totalizou 15 m² de área total.

O sistema de cultivo com palhada foi constituído por 8,0 t.ha⁻¹ de matéria seca de resíduos culturais da parte aérea de braquiária (*Urochloa decumbens*). Por outro lado, o sistema de cultivo convencional foi caracterizado pelo revolvimento do solo por meio de uma aração na profundidade de ± 0,40 m seguido de uma gradagem superficial para o destorroamento do solo. A semeadura do híbrido RB 9006 PRO3 foi realizada em 06 de abril de 2018 almejando-se uma densidade final de 60.000 plantas ha⁻¹. Aplicaram-se 420 kg ha⁻¹ do adubo formulado 05-25-15 como adubação de base e aos 20 e 35 dias após a semeadura, aplicaram-se 100 kg ha⁻¹ do adubo formulado 20-00-20 em cobertura no milho. O controle de pragas e doenças foi realizado com a aplicação da mistura de fungicidas protetores piraclostrobina + epoxiconazol + fluxapiroxade (50 +50 + 81 g i.a. ha⁻¹) e inseticida sistêmico teflubenzurom (75 g i.a. ha⁻¹) nos estádios fenológicos V3, V6 e R1.

As plantas daninhas encontradas na área experimental foram: picão preto (*Bidens pilosa*), capim-colchão (*Digitaria horizontalis*), capim-braquiária (*U. decumbens* e *U. brizantha*), capim-amargoso (*Digitaria insularis*), guanxuma (*Sida rhombifolia*), corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*), caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis*), erva-quente (*Spermacoce latifolia*), erva-de-santa-luzia (*Chamaesyce hirta*), botão-de-ouro (*Galinsoga parviflora*), beldroega (*Portulaca oleracea*), capim-pê-de-galinha (*Eleusine indica*), mentrasto (*Ageratum conyzoides*), carrapicho de carneiro (*Acanthospermum hispidum*), guanxuma branca (*Sida glaziovii*) e buva (*Conyza spp.*).

Todos os tratamentos foram aplicados em 05 de maio de 2018, aproximadamente 25 dias após a emergência das plantas de milho, as quais estavam no estágio de desenvolvimento V4 a V8. As plantas daninhas eudicotiledôneas apresentavam-se no estágio de desenvolvimento de 14 a 20 (BBCH – 4 a 10 folhas verdadeiras) e as monocotiledôneas no estágio 22 a 26 (BBCH – 2 a 6 perfilhos) (Hess et al., 1997). As aplicações foram realizadas com um pulverizador costal pressurizado por CO₂ à pressão constante de 2,0 bar, equipado com barra de aplicação com 6 pontas do tipo leque plano Magno ADIA110.015, calibrado para um volume de calda proporcional a

200 L ha⁻¹. No momento da aplicação foram registrados 57% de umidade relativa do ar, 26 °C de temperatura do ar, 20% de nebulosidade e de 7,4 km h⁻¹ de velocidade do vento.

A eficácia dos tratamentos foi avaliada por meio do controle visual das plantas daninhas aos 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA), utilizando uma escala de 0 % a 100 %, onde zero representa ausência de controle e 100 % representa a morte das plantas daninhas segundo a Asociación Latinoamericana de Malezas [Alam] (1974). No estágio fenológico VT (emissão do pendão floral) determinou-se a matéria seca das plantas de milho; para isso foram coletadas toda a parte aérea de 10 plantas em sequência na linha de semeadura dentro da área útil de cada unidade experimental. Todo material vegetal foi seco em estufa a 65 °C, até atingir massa constante, quando foi pesado. Aos 60 DAA avaliou-se a altura da inserção da espiga, a partir das raízes adventícias até a base da espiga principal com auxílio de uma trena graduada em milímetros. No final do ciclo da cultura (140 dias após a semeadura), as espigas foram debulhadas manualmente para pesagem da massa de 1000 grãos e produtividade de grãos estimada por meio da colheita de 40 plantas por parcela. Os resultados de ambas as avaliações foram corrigidos para o teor de 130 g kg⁻¹ de água nos grãos.

Os dados foram submetidos ao teste F da análise de variância univariada. A normalidade dos resíduos foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk, enquanto a homocedasticidade pelo teste de Bartlett. Os efeitos dos sistemas de cultivo e controle em pós-emergência, quando significativos, foram comparados pelo teste Tukey a $\alpha=0,05$ por meio do Software R (R Core Team, 2018).

Resultados e discussão

De acordo com os resultados obtidos, não houve interação significativa, para as variáveis biomassa seca e altura de inserção da espiga e produção, sendo assim os efeitos dos fatores foram independentes sobre tais variáveis. Para as variáveis MMG (massa de mil grãos) e controle aos 14, 21, 28 e 35 dias após aplicação a interação foi significativa (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 - Médias das variáveis, Biomassa seca, inserção de espiga, produção, massa de mil grãos, e controle aos 14, 21, 28 e 35 dias após aplicação.

Tratamentos	Biomassa seca (g)	Inserção de espiga (cm)	Produção (kg ha ¹)	MMG ¹ (g)	Controle (%)			
					14 DAA ²	21 DAA	28 DAA	35 DAA
Sem capina	1.88 c ³	91.875 a	6.068 d	225.00 bc	0 d	0 c	0 d	0 d
Com capina	2.133 b	92.375 a	7.479 a	308.75 a	100 a	100 a	100 a	100 a
Tembotrione + atrazina	2.145 b	92.000 a	7.245 b	295.00 ab	75.75 c	79.63 b	74.37 c	70.63 c
Glifosato + atrazina	2.261 a	90.250 a	7.590 a	326.25 a	100 a	100 a	100 a	100 a
Glifosato	1.872 c	89.875 a	6.883 c	257.50 b	90.50 b	98.25 a	94.25 b	90.50 b
F	46.515	1.787	160.23	54.494	7786.9	7438.7	7556.6	7370.4
<i>p</i> -valor	0.000001	0.16052	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001
Sistemas								
PP ⁴	2.133 a	95.40 a	7.442 a	309 a	74.40 a	76.25 a	75.10 a	73.60 a
PC ⁵	1.986 b	87.15 b	6.663 b	256 b	72.10 b	74.90 b	72.35 b	70.85 b
F	40.076	119.118	322.93	114.394	17.80	9.10	23.80	23.30
<i>p</i> -valor	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001	0.000245	0.005479	0.000042	0.000049
Interação (Tratamentos x Sistema)								
F	2.610	1.039	2.49	3.497	17.80	9.10	23.80	23.30
<i>p</i> valor	0.057713	0.40533	0.06691	0.02001	0.000089	0.000085	0.000011	0.00002
CV %	3.50 %	2.62 %	1.94 %	5.55 %	2.35 %	1.87 %	2.42 %	2.49 %

¹MMG - massa de mil grãos

²DAA - dias após aplicação;

³Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%;

⁴PP - plantio com presença de palhada.

⁵PC - plantio convencional.

Fonte: Dados da Pesquisa.

O tratamento com a aplicação da mistura glifosato + atrazina resultou em biomassa seca do milho superior aos demais tratamentos, e para mesma variável o sistema com presença de palhada atingiu maiores médias quando comparado ao sistema de plantio convencional (Tabela 1). A presença da palhada exerce efeito físico, químico e biológico na supressão de plantas daninhas na cultura. Quando a densidade da comunidade de plantas daninhas é alta, há limitação dos recursos, o que traduz em efeitos negativos para o acúmulo de biomassa seca nas culturas agrícolas (Grosghanizadeh et al., 2014).

Para a variável inserção de espiga, que é um componente altamente correlacionado com altura de planta, não houve interação significativa entre os tratamentos herbicidas, mas comparando-

se os sistemas de plantio, o sistema com presença de palhada apresentou inserção de espiga em maior altura (Tabela 1). Giraldele et al. (2019), também não observaram efeito da aplicação de herbicidas na altura de planta ou altura de inserção da espiga por parte de nenhum dos tratamentos, dentre os quais foram avaliados atrazina + tembotrione nas mesmas doses do presente trabalho. Já Zagonel et al (2000) e Galon et al. (2008) verificaram que a presença de plantas daninhas pode vir a influenciar na altura de inserção da espiga. Dessa forma, possivelmente, o sistema com presença de palhada apresentou tais resultados, uma vez que a presença da palhada auxiliou no controle das plantas daninhas.

Infere-se que plantas que apresentem altura de inserção de espiga mais elevadas são plantas

mais altas. Desta forma, plantas de milho com maior estatura terão vantagens competitivas, pois promovem maior sombreamento, gerando redução na taxa de crescimento das plantas daninhas,

diminuindo a competição por água, luz e nutrientes, promovendo redução de custos de produção (Freitas et al., 2008).

Tabela 2 - Médias de desdobramento das variáveis massa de mil grãos e controle aos 14, 21, 28 e 35 dias após aplicação.

Tratamentos						
Massa de mil grãos (g)						
Sistemas	Sem capina	Com capina	Tembotrione + atrazina	Glifosato + atrazina	Glifosato	p-valor
PC ¹	205 cB ³	287,5 aB	252,5 bB	295 aB	240 bB	< 0,0001
PP ²	245 bA	330 aA	337,5 aA	357,5 aA	275 bA	< 0,0001
p-valor	0,0012	0,0007	< 0,0001	0,0001	0,0039	.
Controle 14 DAA ⁴ (%)						
Sistemas	Sem capina	Com capina	Tembotrione + atrazina	Glifosato + atrazina	Glifosato	p-valor
PC	0 dA	100 aA	70 cB	100 aA	90,5 bA	< 0,0001
PP	0 dA	100 aA	81,5 cA	100 aA	90,5 bA	< 0,0001
p-valor	1	1	0,00001	1	1	.
Controle 21 DAA (%)						
Sistemas	Sem capina	Com capina	Tembotrione + atrazina	Glifosato + atrazina	Glifosato	p-valor
PC	0 cA	100 aA	76,25 bB	100 aA	98,25 aA	< 0,0001
PP	0 cA	100 aA	83 bA	100 aA	98,25 aA	< 0,0001
p-valor	1	1	0,00001	1	1	.
Controle 28 DAA (%)						
Sistemas	Sem capina	Com capina	Tembotrione + atrazina	Glifosato + atrazina	Glifosato	p-valor
PC	0 dA	100 aA	67,50 cB	100 aA	94,25 bA	< 0,0001
PP	0 dA	100 aA	81,25 cA	100 aA	94,25 bA	< 0,0001
p-valor	1	1	0,00001	1	1	.
Controle 35 DAA (%)						
Sistemas	Sem capina	Com capina	Tembotrione + atrazina	Glifosato + atrazina	Glifosato	P valor
PC	0 dA	100 aA	63,75 cB	100 aA	90,50 bA	< 0,0001
PP	0 dA	100 aA	77,50 cA	100 aA	90,50 bA	< 0,0001
p-valor	1	1	0,00001	1	1	.

¹PC – plantio convencional.

²PP – plantio com presença de palhada.

³Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade;

⁴DAA - dias após aplicação;

Fonte: Dados da Pesquisa.

A interação foi significativa para MMG, assim os tratamentos que se sobressairam foram glifosato + atrazina e tembotrione + atrazina igualando-se estatisticamente ao “com capina” no sistema com presença de palhada (Tabela 2). Esses resultados diferem dos encontrados por Dan

et al. (2010), onde a MMG não foi influenciada pela aplicação de atrazina de forma isolada ou associada ao S-metolaclo-ro aplicados na pré-emergência do híbrido de milho Pioneer 30F35. Assim como para Giraldeli et al. (2019), onde não

observaram influência por parte do controle químico empregado no peso de mil grãos.

Correia e Santos (2013) avaliando doses de glifosato, glifosato + atrazina entre outros herbicidas, notaram que a maior massa de 400 grãos foi encontrada quando se utilizou glifosato + atrazina (960 g i. a. + 1.000 g i. a. ha⁻¹) e glifosato (720 g e. a. ha⁻¹), contudo notaram massa reduzida quando se utilizou duas aplicações seguidas de glifosato (960 + 720 g i. a. ha⁻¹). Já Basso et al. (2018) observaram que a aplicação de glifosato (1080 g e. a. ha⁻¹), e glifosato na mesma dose associado a mistura de atrazina + simazina (1250 g i. a. + 1250 g i. a. ha⁻¹) não afetaram negativamente a massa de mil grãos, enquanto que glifosato + tembotrione (1080 g e. a. + 100,8 g i. a. ha⁻¹) apresentou efeito negativo nesta variável quando comparados a testemunha capinada e não capinada. Apesar do tratamento glifosato + tembotrione resultar em redução na massa de mil grãos, o mesmo não afetou negativamente o rendimento final, enquanto que glifosato de forma isolada reduziu significativamente a produtividade do milho em relação a testemunha capinada.

Quando o milho é submetido a situações de estresse que resultam na redução da produção de fotoassimilados, o rendimento de grãos diminui em função do número e do tamanho de grãos, havendo assim, variação na massa de grãos (Fancelli, Dourado-Neto, 2000 & Matter et al., 2004), fato bastante visível quando observa-se o tratamento “sem capina”, mostrando a influência que as plantas daninhas exerceram sobre a cultura avaliada.

Com relação a variável produção, os tratamentos glifosato + atrazina e com capina se sobressaíram dos demais, com 7,590 kg ha⁻¹, e 7,479 kg ha⁻¹ respectivamente. E o sistema com presença de palhada (7,442 kg. ha⁻¹) se sobressaiu do sistema com plantio convencional (6,663 kg. ha⁻¹). O plantio no sistema com presença de palhada representou um acréscimo de 779 kg. ha⁻¹ em relação ao sistema de plantio convencional (Tabela 1).

Basso et al. (2018), observaram a melhor média de produtividade pela associação de glifosato + atrazina + simazina (1080 g e. a. + 1250 g i. a. + 1250 g i. a. ha⁻¹), rendimento qual foi superior ao da testemunha capinada. Já Giraldeli et al. (2019) avaliando herbicidas alternativos para o manejo de plantas daninhas no milho sem o uso de glifosato, observaram bons rendimentos por

parte da maioria dos tratamentos, com destaque a mistura atrazina + tembotrione (1500 g i. a. + 100,8 g i. a. ha⁻¹) onde observaram produtividade de 10,79 t ha⁻¹, enquanto a testemunha capinada obteve 10,89 t ha⁻¹. Assim como Krenchinski et al. (2018), não observaram redução na produtividade do milho com genes *cp4-epsps* e *pat* submetido as associações de glifosato + glufosinato de amônio (1080 g e. a. + 500 g i. a. ha⁻¹), glifosato + atrazina (1080 g e. a. + 2000 g i. a. ha⁻¹) e glufosinato de amônio + atrazina (500 g i. a. + 2000 g i. a. ha⁻¹).

Já para as variáveis controle aos 14, 21, 28 e 35 dias após aplicação foi possível perceber que o tratamento tembotrione + atrazina foi mais eficaz no sistema com presença de palhada. Vários estudos têm demonstrado uma maior eficácia do sistema com presença de palhada em relação ao plantio convencional, pois o não revolvimento do solo leva a uma decomposição mais lenta e gradual do material orgânico (Carvalho et al., 2004). Proporcionando melhorias nas características do solo, devido interação solo-planta por estarem relacionados à ciclagem de nutrientes aumentando sua disponibilidade para as plantas e melhorando a eficiência dos fertilizantes, com reflexos positivos na produção da cultura (Bernardi et al., 2003, Collier et al. 2006 & Pereira et al., 2009). Já para os tratamentos glifosato e glifosato + atrazina o sistema de cultivo não resultou em incrementos na eficácia de controle, sendo glifosato + atrazina o qual obteve maiores médias para esta variável e foi estatisticamente similar ao tratamento com capina em todas as avaliações realizadas (Tabela 2.).

A eficiência na supressão de plantas daninhas proporcionada pela cobertura morta de *Urochloa spp.* também foi verificada por Castro et al. (2011) e Melo et al. (2019). A deposição de palhada sobre o solo influenciou na germinação de plantas daninhas, havendo redução da sua ocorrência. Isso ocorreu, devido a formação de uma barreira física formada pela cobertura, o que gerou esgotamento energético das plantas daninhas nos estágios iniciais, assim, reduzindo suas chances de desenvolvimento (Oliveira et al., 2001 & Correia et al., 2006). Apesar dos diversos benefícios proporcionados pelo cultivo sobre palhada, recomenda-se a rotação dos sistemas de manejo e ferramentas empregados na mesma área ao longo dos anos, visando prevenir a seleção e multiplicação das espécies de plantas daninhas mais adaptadas a determinadas práticas,

haja visto que o manejo empregado na área tem forte impacto na comunidade infestante que se predomina (Concenco et al., 2014).

A atrazina ganha destaque no controle de plantas daninhas, uma vez que, proporciona baixa fitotoxicidade ao milho, apresenta custo reduzido e bom controle, o que gera uma boa produtividade na cultura do milho (Williams et al., 2010), em especial quando misturada com outros herbicidas de diferentes mecanismos de ação. Fato este observado no presente trabalho, uma vez que apenas com glifosato (6,883 kg ha⁻¹) obteve-se média de produção inferior quando comparado à mistura glifosato + atrazina (7,590 kg ha⁻¹), a qual foi também superior a mistura tembotrione + atrazina (Tabela 1).

O uso de atrazina isolada ou associada ao glifosato também é uma opção com alta eficiência no controle da soja RR® voluntária. Problema comum quando o milho é cultivado como segunda safra após o cultivo da soja na área, a qual se torna uma planta invasora e se não controlada pode acarretar reduções na produtividade do milho (Grigolli et al., 2017 & Costa et al., 2019). Diversos trabalhos também relatam a boa eficácia e o efeito sinérgico da atrazina quando associada ao tembotrione no controle de biótipos resistentes de espécies de difícil controle, como o *Amaranthus palmeri*, *A. tuberculatus* e *Eleusine indica* (Kohrt, Sprague 2017, Benoit et al., 2019 & Takano et al., 2018).

Os resultados decorrentes em função do controle das plantas daninhas efetuado pela mistura glifosato + atrazina, comprovam que manteve a cultura livre da infestação de plantas daninhas por todo o período crítico de competição. De acordo com Fancelli e Dourado-Neto (2000), este período em que o herbicida consegue manter a cultura sem competição com as plantas daninhas, nos momentos críticos do seu desenvolvimento é fundamental para a cultura expressar toda a sua capacidade produtiva.

Ressalta-se, ainda, que a mistura de herbicida glifosato + atrazina e glifosato proporcionaram controle superior a 80%, por todo o período de análise, em ambos os sistemas de plantio, o que não foi verificado com o uso de tembotrione + atrazina (Tabela 2). Estes resultados corroboram com os encontrados por Merotto-Junior et al. (2000), ao avaliarem as mesmas variáveis, após a aplicação de herbicidas de pós-emergência, na cultura do milho. Já

Giraldeli et al. (2019), trabalhando com atrazina (1500 g i. a. ha⁻¹) e tembotrione (100,8 g i. a. ha⁻¹) não observaram controle satisfatório por estes tratamentos aplicados de forma isolada, entretanto quando aplicados em associação nas mesmas doses, observou-se controle superior a 80% em todas as avaliações realizadas.

Conclusão

O sistema de cultivo com presença de palhada foi superior ao plantio convencional em todas as variáveis analisadas e propiciou uma melhor eficácia de controle ao tratamento tembotrione + atrazina. Já o tratamento composto pela mistura glifosato + atrazina foi o mais eficaz no controle de plantas daninhas quando aplicado em pós-emergência na cultura do milho RR, apresentando os maiores índices de produtividade.

Referências

- Agostinetto, D., & Vargas, L. (2014). *Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil* (398p). Pelotas: UFPel.
- Artuzi, J. P., & Contiero, R. L. (2006). Herbicidas aplicados na soja e produtividade do milho em sucessão. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, 41 (7), 1119-1123.
- Asociación Latinoamericana de Malezas. (1974). Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. *ALAM*, Bogotá, 1 (1), 35-38.
- Basso, F. J. M., et al. (2018). Manejo de plantas daninhas em milho RR® com herbicidas aplicados isoladamente ou associados ao glyphosate. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages, 17 (2), 148-157.
- Benoit, L., et al. (2019). Efficacy of HPPD-inhibiting herbicides applied preemergence or postemergence for control of multiple herbicide resistant waterhemp [*Amaranthus tuberculatus* (Moq.) Sauer]. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, 99 (3), 379-383. DOI: 10.1139/cjps-2018-0320.

- Bernardi, A. C. C., et al. (2003). *Correção do solo e adubação no sistema de plantio direto nos cerrados*. (Documentos, n.46, 22p). Rio de Janeiro: Embrapa Solos.
- Brighenti, A. M., & Oliveira, M. F. (2011). *Biologia de Plantas Daninhas* In: Oliveira-Junior, R. S.; & Constantini, J. *Biologia e manejo de plantas daninhas* (Cap 1, pp.1-36). Curitiba: Omnipax.
- Carvalho, L. B., et al. (2007). Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de milho var. BR-106 e *Brachiaria plantaginea*. *Planta Daninha*, Viçosa, 25 (2), 293-301. DOI: 10.1590/S0100-83582007000200008.
- Carvalho, M. A. C., et al. (2004). Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 39 (1), 47-53. DOI: 10.1590/S0100-204X2004000100007.
- Castro, G. S. A., et al. (2011). Sistemas de produção de grãos e incidência de plantas daninhas. *Planta Daninha*, Viçosa, 29 (nesp.), 1001-1010. DOI: 10.1590/S0100-83582011000500006.
- Ceccon, G., et al. (2013). Legumes and forage species sole or intercropped with maize in soybean-maize succession in Midwestern Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 37 (1), 204-212. DOI: 10.1590/S0100-06832013000100021.
- Collier, L. S., et al. (2006). Manejo da adubação nitrogenada para o milho sob palhada de leguminosas em plantio direto em Gurupi, TO. *Ciência Rural*, Santa Maria, 36 (4), 1100-1105. DOI: 10.1590/S0103-84782006000400009.
- Concenço, G., et al. (2014). Winter oilseed crops after soybeans as tools for weed management in Brazilian savannah cropping systems. *American Journal of Plant Sciences*, 5 (15), 2277-2288. DOI: 10.4236/ajps.2014.515242.
- Correia, N. M., Durigan, J. C., & Klink, U. P. (2006). Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na emergência de plantas daninhas. *Planta Daninha*, Viçosa, 24 (2), 245-253. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582006000200006>
- Correia, N. M., & Santos, E. A. (2013). Níveis foliares de macro e micronutrientes em milho tolerante ao glifosato submetido a herbicidas. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 34 (6 supl. 1), 3165-3172. DOI: 10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl1p3165.
- Costa, L. L., et al. (2019). Interação entre herbicidas no controle de soja RR voluntária na cultura do milho. *Revista Brasileira de Herbicidas*, Londrina, 18 (2), 1-8. DOI: 10.7824/rbh.v18i2.655.
- Dan, H. A., et al. (2010). Controle de plantas daninhas na cultura do milho por meio de herbicidas aplicados em pré-emergência. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, 40 (4), 388-393, 2010. DOI: 10.1590/S1983-40632010000400017.
- Fancelli, L. A., & Dourado-Neto, D. (2000). Manejo de plantas daninhas. In: Fancelli, L. A., & Dourado-Neto, D. *Produção de milho* (pp. 183-215). Guaíba: Agropecuária.
- Freitas, F. C. L., et al. (2008). Comportamento de cultivares de milho no consórcio com *Brachiaria brizantha* na presença e ausência de foramsulfuron + iodosulfuron-methyl para o manejo da forrageira. *Planta Daninha*, Viçosa, 26 (1), 215-221. DOI: 10.1590/S0100-83582008000100022.
- Foundation for Statistical Computing. (2018). *R Core Team: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria. Recuperado de URL <https://www.R-project.org/>.
- Galon, L., et al. (2008). Períodos de interferência de *Brachiaria plantaginea* na cultura do milho na Região Sul do Rio Grande do Sul. *Planta Daninha*, Viçosa, 26 (4), 779-788. DOI: 10.1590/S0100-83582008000400009.
- Giraldeli, A. L., et al. (2019). Efficacy and selectivity of alternative herbicides to glyphosate on maize. *Revista Ceres*, Viçosa, 66 (4), 279-286. DOI: 10.1590/0034-737x201966040006.

- Grosghanizadeh, H., Lorzadeh, S., & Aryannia, N. (2014). Effect of weed interference on *Zea mays*: growth analysis. *Weed Biology and Management*, 14 (2), 133-137. DOI: <https://doi.org/10.1111/wbm.12041>
- Grigolli, J. F. J., Gitti, D. C., & Lourenção, A. L. F. (2017). Controle de plantas de soja e supressão do capim em milho consorciado com *Brachiaria ruziziensis*. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, 84 (e0592015), DOI: 10.1590/1808-1657000592015.
- Hess, M., et al. (1997). Use of the extended BBCH scale – general for the descriptions of the growth stages of mono- and dicotyledonous weed species. *Weed Research*, 37, 433-441.
- Kluthcouski, J., & Yokoyama, L. P. (2003). Opções de integração lavoura-pecuária. In: Kluthcouski, J., Stone, L. F., & Aidar, H. *Integração lavoura-pecuária* (pp.131-141). Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão.
- Kohrt, J. R., & Sprague, C. L. (2017). Response of a multiple-resistant palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) population to four HPPD-Inhibiting herbicides applied alone and with atrazine. *Weed Science*, Cambridge, 65 (4), 534-545. DOI: <https://doi.org/10.1017/wsc.2017.28>
- Krenchinski, F. H., et al.(2018). Post-emergent applications of isolated and combined herbicides on corn culture with *cp4-epsps* and *pat* genes. *Crop Protection*, 106, 156–162. DOI: 10.1016/j.cropro.2017.11.016.
- Matter, U. F., Silva, C. J., & Cazetta, J. O. (2004). Alocação de fotoassimilados em milho submetido a diferentes proporções de folhas e grãos. *Revista Ceres*, Viçosa, 51 (298), 741-753.
- Melo, T. S., Makino, P. A., & Ceccon, G. (2019). Weed diversity in corn with different plant arrangement patterns grown alone and intercropped with palisade grass. *Planta Daninha*, Viçosa, 37. DOI: 10.1590/s0100-83582019370100103.
- Merotto - Junior. A., et al. (2000). Redução da interferência de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch. em milho através de capinas e aplicação de herbicidas em diferentes épocas. *Planta Daninha*, Viçosa, 18 (3), 474-477.
- Nascente, A. S., et al. (2012). *Brachiaria ruziziensis* and herbicide on yield of upland rice. *Planta Daninha*, Viçosa, 30 (4), 729-735. DOI: 10.1590/S0100-83582012000400006.
- Oliveira, M. F., et al. (2001). Efeito da palha e da mistura atrazine e metolachlor no controle de plantas daninhas na cultura do milho, em sistema de plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 36 (1), 37-41. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2001000100005>.
- Oliveira, P., et al. (2011). Consórcio de milho com braquiária e guandu-anão em sistema de dessecação parcial. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 46 (10), 1184-1192. DOI: 10.1590/S0100-204X2011001000010.
- Pereira, R. G., et al. (2009). Atributos químicos do solo influenciados por sistemas de manejo. *Revista Caatinga*, Mossoró, 22 (1), 78-84.
- Rodrigues, B. N., & Almeida, F. S. (2018). *Guia de herbicidas* (764p). Londrina: Edição dos autores.
- Silva, D. V., et al. (2015). Crescimento e rendimento do milho sob interferência da tiririca. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 36 (5), 3077-3084. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n5p3077.
- Takano, H. K., et al. (2018). Chemical control of glyphosate-resistant goosegrass. *Planta Daninha*, Viçosa, 36. DOI: 10.1590/s0100-83582018360100055.
- Wandscheer, A. C. D., Rizzardri, M. A., & Gaviraghi, F. (2014). Capacidade competitiva da cultura do milho em relação ao capim-sudão. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, 13 (2), 129-141.
- Williams, M. M., Boerboom, C. M., & Rabaey, T. L. (2010). Significance of atrazine in sweet corn weed management systems. *Weed Technology*, 24 (2), 139-142. DOI: 10.1614/WT-D-09-00074.1.
- Zagonel, J., Venâncio, W. S., & Kunz, R. P. (2000). Efeito de métodos e épocas de controle das

plantas daninhas na cultura do milho. *Planta Daninha*, Viçosa, 18 (1), 143-150. DOI: 10.1590/S0100-83582000000100014.

Recebido em: 23/04/2020
Aceito em: 13/01/2021