

SELETIVIDADE DE HERBICIDAS NA CULTURA DO SORGO FORRAGEIRO

*Guilherme Vieira Pimentel¹  Luciana Correa Moraes¹  Silvino Guimarães Moreira¹ 
Natália Maria Fernandes Moreira¹; Maíza Gabriella Mendonça Souto de Freitas¹ *

¹ Universidade Federal de Lavras (UFLA). Lavras, MG, Brasil.

RESUMO: A disponibilidade de herbicidas registrados para o sorgo ainda é limitada para o controle de gramíneas. Desta forma, objetivou-se avaliar a seletividade de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência, na cultura do sorgo forrageiro. Foram conduzidos dois experimentos, ambos em delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial com quatro repetições. O primeiro experimento, safra 2016/2017, constituiu dos híbridos BRS 658 e BRS 655. Os tratamentos de controle de plantas daninhas utilizados foram: capina manual; S-metolachlor (1440 g i.a. ha⁻¹); S-metolachlor (1440 g i.a. ha⁻¹) + atrazina (2000 g i.a. ha⁻¹); atrazina (2000 g i.a. ha⁻¹); atrazina (3000 g i.a. ha⁻¹); atrazina (2000 g i.a. ha⁻¹) + óleo mineral (0,25%) e atrazina (2000 g i.a. ha⁻¹) + óleo mineral (0,5%). O segundo experimento ocorreu durante a safra 2018/2019, no qual o primeiro fator correspondeu aos quatro híbridos de sorgo forrageiro (MSE 321, BRS 658, BRS 659, VOLUMAX) e o segundo fator correspondeu aos herbicidas aplicados em pós-emergência, sendo os quatro tratamentos: testemunha (capina); mesotrione + atrazina + 0,2% óleo (24g + 2000 g i.a. ha⁻¹); atrazina + 0,2% óleo (2000 g i.a. ha⁻¹); e bentazona + 0,2% óleo (720 g i.a. ha⁻¹). Os caracteres avaliados foram: fitotoxicidade, altura de plantas aos 28 DAA (dias após a aplicação) e altura final, estande final e produtividade de matéria seca. A atrazina aplicado em pós-emergência na dose de 2000 g i.a. ha⁻¹ é seletiva às cultivares de sorgo. A utilização de mesotrione + atrazina + óleo não é seletiva para o sorgo forrageiro.



Palavras-chave: Atrazina. Controle químico. Fitotoxicidade. Metolachlor. Sorghum bicolor.

* Autor correspondente:
lc Moraesagro@gmail.com

Recebido: 13/03/2021.
Aprovado: 20/09/2021.

Como citar: Pimentel, G. V., Moraes, L. C., Moreira, S. G., Moreira, N. M. F., & de Freitas, M. G. . M. S. Seletividade de herbicidas na cultura do sorgo forrageiro. Revista Inova Ciência & Tecnologia / Innovative Science & Technology Journal, Uberaba, MG, v. 8, 2022. e0221218.
doi.org/10.46921/riict2022-1218

Editores:

Dr. Adelar Jose Fabian 
Dr. Henrique Gualberto
V. Penha 

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



HERBICIDES SELECTIVITY IN FORAGE SORGHUM CULTURE

ABSTRACT: The number of registered herbicides for sorghum is still limited for grass control. Thus, the objective of this study was to evaluate the selectivity of herbicides applied in pre and post-emergence, in the culture of forage sorghum. Two experiments were carried out, both in a randomized block design, in a factorial scheme with four replications. The first experiment, the 2016/2017 crop, consisted of the BRS 658 and BRS 655 hybrids. The weed control treatments used were: manual weeding; S-metolachlor (1440 g a.i. ha⁻¹); S-metolachlor (1440 g a.i. ha⁻¹) + atrazine (2000 g a.i. ha⁻¹); atrazine (2000 g a.i. ha⁻¹); atrazine (3000 g a.i. ha⁻¹); atrazine (2000 g a.i. ha⁻¹) + mineral oil (0.25%) and atrazine (2000 g a.i. ha⁻¹) + mineral oil (0.5%). The second experiment occurred during the 2018/2019 harvest and the first factor corresponded to the four hybrids of forage sorghum (MSE 321, BRS 658, BRS 659, VOLUMAX) and the second factor corresponded to the herbicides applied in post-emergence where the four treatments were witness (weeding); mesotrione + atrazine + 0.2% oil (24g + 2000 g a.i. ha⁻¹); atrazine + 0.2% oil (2000 g a.i. ha⁻¹); and bentazone + 0.2% oil (720 g a.i. ha⁻¹). The evaluated parameters were phytotoxicity, plant height at 28 DAA (days after application) and final height, final stand and dry matter productivity. Atrazine applied post-emergence at a dose of 2000 g a.i. ha⁻¹ is selective for sorghum cultivars. The use of mesotrione + atrazine + oil is not selective for forage sorghum.

Keywords: Atrazine. Chemical control. Metolachlor. Phytotoxicity. Sorghum bicolor.

INTRODUÇÃO

A planta de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é o quinto cereal mais cultivado no mundo (RIBAS, 2014). Entretanto, apesar do alto potencial produtivo e crescente disponibilidade de cultivares adaptadas a diferentes regiões, vários fatores podem afetar a sua produtividade. Entre estes fatores, a interferência por plantas daninhas torna-se relevante por promover competição por luz, água e nutrientes, bem como os efeitos alelopáticos, além de dificultar a colheita, serem hospedeiras alternativas de pragas e doenças, entre outros (VASCONCELOS et al., 2012).

Desta forma, se medidas de controle não forem realizadas nas primeiras semanas após o surgimento das plantas de sorgo, o rendimento de grãos pode ser reduzido em cerca de 35-97% (RIZZARDI et al., 2004; RODRIGUES et al., 2010). Segundo Cabral et al. (2013), em pesquisa realizada com sorgo granífero, no estado de Goiás, verificaram que o período adequado para realizar o controle situa-se entre a emissão da quinta e da nona folha da planta.

Apesar de termos 847 produtos herbicidas registrados para a cultura do sorgo, o controle de plantas daninhas é um dos principais limitantes para a cultura, destacando-se a falta de graminicidas seletivos para a utilização em pós-emergência na cultura, sendo apenas registrado os ingredientes ativos atrazina, simazina e 2,4-D, com maior espectro no controle de eudicotiledôneas (BRASIL, 2021). Para a cultura do sorgo, dentre os herbicidas registrados destaca-se a atrazina, pertencente ao grupo químico das triazinas, a qual é recomendada para uso em pré-emergência, podendo também ser usada em pós-emergência inicial, em formulações apropriadas para o controle de espécies de plantas daninhas eudicotiledôneas e algumas gramíneas, com maior absorção foliar com adição de óleo mineral (RODRIGUES; ALMEIDA; 2011).

Alguns produtos recomendados para o milho acabam sendo utilizados em sorgo pelos produtores, devido à afinidade entre ambas as culturas, e também testados em trabalhos de pesquisas para a cultura (GEIER

et al., 2009; ARCHANGELO et al., 2010; TAKANO et al., 2016). No entanto, sabe-se que esses produtos são altamente fitotóxicos às principais cultivares de sorgo utilizadas pelos produtores, limitando a utilização do controle químico como principal ferramenta no manejo de plantas daninhas de folhas estreitas na cultura (MILLER et al., 2002). Isso ocorre porque muitos produtos com ação sobre monocotiledôneas desenvolvidos para a cultura do milho não são seletivos à cultura do sorgo.

Sabe-se que o aditivo (óleo mineral ou vegetal) pode potencializar o efeito herbicida, podendo intoxicar a cultura, porque age dissolvendo as gorduras componentes da cutícula e membranas celulares, eliminando as barreiras que diminuem a absorção dos herbicidas e provocam o extravasamento do conteúdo da célula. Dessa forma, constata-se que os óleos podem aumentar a absorção dos herbicidas e atuarem como herbicidas de contato, dependendo da dose empregada (VARGAS; ROMAN, 2006; SILVA et al. 2007). No entanto, esta informação não está disponível para todos os herbicidas e cultivares de sorgo.

Com o aumento da área cultivada de sorgo no Brasil, tem-se demandado o uso de novas tecnologias, principalmente visando o controle da comunidade infestante. Sabendo da escassez de informações nessa área, torna-se necessário continuar avaliando a sensibilidade dos novos cultivares de sorgo aos herbicidas disponíveis. Diante deste contexto, objetivou-se avaliar a seletividade de herbicidas, aplicados em pré e pós-emergência, na cultura do sorgo forrageiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em duas etapas, sendo a primeira na safra 2016/2017 e a segunda na safra 2018/2019. Em ambas as safras, os solos das áreas experimentais foram classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2013), de textura argilosa. Antes da implantação dos experimentos foram realizadas amostragens dos solos nas camadas de 0 a 20 cm de profundidade para a caracterização dos atributos químicos dos solos das áreas (Tabela 1).

Tabela 1: Atributos químicos do solo de 0 a 20 cm de profundidade, antes da implantação dos experimentos. Lavras, MG.

Safra	pH	P-resina	K	Ca	Mg	H+Al	T	V	MO
	CaCl ₂	-----mg.dm ⁻³ -----			-----cmolc.dm ⁻³ -----			%	dag.kg ⁻¹
2016/17	5,8	8,7	76,4	3,2	0,7	3,9	8	51,25	2,7
2018/19	5,7	17,2	109	5	1,2	3,1	9,6	67,7	3,7

Fonte: Elaborado pelos autores.

Antes da semeadura, realizou-se a dessecação das áreas, com o intuito de controlar/erradicar as plantas daninhas infestantes. A adubação foi baseada na análise de solo e nas recomendações para solos do Cerrado. Conforme a análise de solo e as recomendações para solos do Cerrado, a adubação foi realizada no sulco de semeadura com 350 kg ha⁻¹ do adubo formulado NPK 08-28-16, em ambos os anos de condução. No primeiro ano, antes da semeadura, houve a aplicação de calcário na área, conforme recomendado para a cultura (SOUZA; LOBATO, 2004).

O experimento da safra 2016/17 foi conduzido em delineamento com blocos casualizados (quatro repetições), em esquema fatorial 2 × 7, sendo dois cultivares (BRS 655 e BRS 658), e sete níveis do fator herbicida. A descrição detalhada dos herbicidas, bem como dos produtos comerciais utilizados constam na Tabela 2. As unidades experimentais constaram de cinco linhas da cultura, com 5 m de comprimento e espaçadas de 0,6 m, totalizando 15 m².

Tabela 2: Características dos produtos utilizados no experimento, safra 2016/17.

Ingrediente ativo	Herbicidas		Dose (g i.a. ha ⁻¹)
	Nome comercial	Modalidade	
S-metolachlor	Dual Gold®	PRÉ	1440
S-metolachlor + atrazina	Dual Gold® + Gesaprim®	PRÉ	1440 + 2000
Atrazina	Gesaprim®	PÓS	2000
Atrazina	Gesaprim®	PÓS	3000
Atrazina + óleo ²	Gesaprim® + Assist®	PÓS	2000 + 4,8
Atrazina + óleo ³	Gesaprim® + Assist®	PÓS	2000 + 9,6
Controle - capina manual	-	-	-

¹i.a. = ingrediente ativo; ²Óleo mineral - Assist® (0,25% v.v.); ³Óleo mineral - Assist® (0,50% v.v.).

Fonte: Autores

Durante a safra 2018/19, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizado (DBC), em esquema fatorial (4 × 4), com quatro repetições. O primeiro fator correspondeu aos quatro híbridos de sorgo forrageiro (MSE 321, BRS 658, BRS 659, VOLU-MAX) e o segundo fator correspondeu aos herbi-

cidas aplicados em pós-emergência. A descrição detalhada dos herbicidas, bem como dos produtos comerciais utilizados constam na Tabela 3. As unidades experimentais constaram de quatro linhas da cultura com 5 m de comprimento e espaçadas a 0,6 m, totalizando 12 m².

Tabela 3: Características dos produtos utilizados no experimento, safra 2018/19.

Ingrediente ativo	Herbicidas		Dose (g i.a. ha ⁻¹)
	Nome comercial		
Controle - Capina manual	-		-
Mesotriona + atrazina + óleo ²	Callisto® + Gesaprim® + Assist®		24 + 2000
Atrazina + óleo ²	Gesaprim® + Assist®		2000
Bentazona + óleo ²	Basagran 600® + Assist®		720

¹i.a. = ingrediente ativo; ²Óleo mineral - Assist® (0,2% v.v.).

Fonte: Autores

Os herbicidas foram aplicados com auxílio de um pulverizador costal, pressurizado com CO₂, equipado com quatro pontas de jato "leque" TT110015 e espaçados 0,5 m um do outro. O volume de aplicação utilizado foi de 200 L ha⁻¹, com pressão de trabalho de 200 kPa. Os tratamentos que foram aplicados em pré-emergência ocorreram no dia da semeadura e os tratamentos que foram aplicados em pós-emergência ocorreram quando as plantas de sorgo se encontravam no estágio fenológico 1 (visível a lígula da terceira folha) no primeiro experimento e no estágio fenológico 2 (seis folhas completamente expandidas) no segundo experimento.

Nas avaliações de fitotoxicidade foram atribuídas notas através de identificação visual dos danos na cultura do sorgo, de acordo com a intoxicação das plantas. Essas avaliações foram realizadas aos 7 e 21 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas no primeiro experimento. Tais notas representaram a média de quatro repetições e foram atribuídas com base na escala de notas da "European Weed Research Council (EWRC)", conforme Melhorança (1984): 1- sem dano; 2- pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em algumas plantas; 3- pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em muitas plantas; 4- forte descoloração (amarelecimento) ou razoável deformação, sem contudo, ocorrer necrose (morte dos tecidos); 5- necrose (queima) de algumas folhas, em especial nas margens, acompanhadas de deformação em folhas; 6- mais de 50%

das folhas apresentando necrose (deformação); 7- mais de 80% das folhas destruídas; 8- danos extremamente graves, sobrando apenas pequenas áreas verdes na planta; 9- morte da planta.

As avaliações de fitotoxicidade, para o segundo experimento, foram realizadas aos 7, 14, 21 e 28 DAA. O método utilizado para avaliação foi por meio de uma escala visual com base na proposta descrita pela Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (VELINI et al., 1995), em que 0% significa ausência de danos e 100% morte das plantas.

A colheita foi realizada no estágio de ponto de silagem, com grãos do terço médio da panícula no estágio pastoso, adotando-se as duas linhas, correspondendo a 6,0 m² de área útil. Imediatamente após a colheita, as plantas das duas linhas centrais foram pesadas para avaliar a produtividade. Após a pesagem do material, foram coletadas aleatoriamente cinco plantas de cada parcela, que foram trituradas e delas retiradas uma amostra de aproximadamente 300g. Foram, em seguida, acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar à temperatura média de 60 °C até atingir massa constante e, posteriormente, pesadas em balança analítica para a determinação da porcentagem de massa seca da parte aérea.

No mesmo dia da colheita, foram feitas as avaliações de estande pela contagem do número de plantas das duas fileiras centrais de cada parcela. As medições

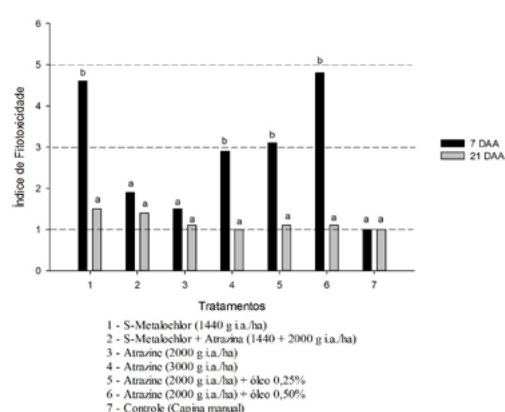
da altura também foram realizadas no dia da colheita. Para isso, mediu-se a altura de cinco plantas de cada parcela, tomadas aleatoriamente, do colo das plantas até a folha bandeira.

Para a análise estatística, os dados de fitotoxicidade e porcentagem de massa seca foram transformados em raiz quadrada ($x + 0,5$) para atender às premissas da Anova. Em seguida, foram submetidos à análise de variância e ao ser atendidos os pressupostos, realizaram-se os testes de médias por Scott-Knott, a 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). As médias constantes nas tabelas são dos dados originais, sem transformação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na safra 2016/17, a avaliação de fitotoxicidade não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre os fatores herbicidas e cultivares de sorgo, mas houve diferença entre os herbicidas isolados aos 7 DAA (Figura 1). Independentemente do cultivar selecionado, pode-se observar que os tratamentos com S-metalochlor (1440 g i.a. ha⁻¹), atrazina (3000 g i.a. ha⁻¹) e atrazina (2000 g i.a. ha⁻¹), nas duas concentrações de óleo mineral (0,25% e 0,50%), apresentaram índices de médios a moderados de fitotoxicidade (3 a 5), não diferindo entre si estatisticamente. Os demais tratamentos não apresentaram condições de fitotoxicidade severas, com índices variando entre 1 e 2, próximos ao do controle. Aos 21 DAA, não houve diferenças significativas entre os tratamentos, denotando-se total recuperação dos sintomas de fitointoxicação promovidos pelos herbicidas, com valores próximos do controle (Figura 1).

Figura 1: Índice de fitotoxicidade aos 7 e 21 dias após o controle (DAA), para ambos os híbridos de sorgo forrageiro. Médias seguidas de mesma letra nas barras, para cada período de avaliação não diferem estatisticamente entre si a 5% pelo teste de Scott-Knott.



Fonte: Autores

Na safra 2018/19, aos 7 DAA (dias após aplicação), houve interação significativa entre os tratamentos e os híbridos (Tabela 4). Com exceção da testemunha (capina), o híbrido Volumax apresentou mais sintomas de fitotoxicidade.

Tabela 4: Porcentagem de fitotoxicidade dos híbridos em relação aos tratamentos aos 7 dias após aplicação.

Tratamentos	Híbridos			
	BRS 659	BRS 658	MSE 321	Volumax
Testemunha (capina)	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa
Mesotrione + Atrazina + Óleo	9,5 Ab	10,3 Ac	12,5 Ab	20,1 Bc
Atrazina + Óleo	1,0 Aa	6,3 Bb	1,5 Aa	3,0 Bb
Bentazona + Óleo	0,8 Aa	3,9 Bb	0,5 Aa	3,9 Bb
C.V. 1 (%)			32,8	
C.V. 2 (%)			29,8	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Autores

Durante os demais períodos de avaliação (14, 21 e 28 DAA), não houve diferenças significativas para a interação herbicidas × híbridos de sorgo. O efeito de fitotoxicidade foi independente para cada fator (Tabela 4). Observou-se que aos 7 DAA, o tratamento mesotrione + atrazina + óleo (24g + 2000 g ha⁻¹ i.a.) ocasionou maior sensibilidade em todos os híbridos e, independente do período de avaliação, o maior percentual de fitotoxicidade foi verificado ao utilizar esse tratamento.

Tabela 5: Porcentagem de fitotoxicidade aos 14, 21 e 28 DAA em função dos tratamentos.

Tratamentos	Fitotoxicidade		
	14 DAA	21 DAA	28 DAA
Testemunha (capina)	0,0 a ¹	0,0 a	0,0 a
Mesotrione + Atrazina + Óleo	9,9 b	6,1 b	2,6 b
Atrazina + Óleo	1,6 a	0,1 a	0,0 a
Bentazona + Óleo	0,7 a	0,0 a	0,0 a
Híbridos			
BRS 659	0,9 a	0,5 a	0,1 a
BRS 658	3,4 a	1,8 a	0,8 a
MSE 321	3,8 a	2,0 a	1,1 a
Volumax	4,0 a	1,9 a	0,6 a
Média Geral	3	1,5	0,7
C.V. 1 (%)	45,2	44,4	40
C.V. 2 (%)	43,1	43,1	41,3

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Autores

O uso do herbicida atrazina em sorgo tem sido recomendado por diversos autores (MITCHELL et al., 2011; FROMME et al., 2012) por apresentar fitotoxicidade nula ou muito baixa. Contudo, durante a primeira safra, a aplicação de atrazina (2000 g i.a ha⁻¹) + óleo mineral promoveu maiores efeitos fitotóxicos na maior dose do adjuvante (0,50%), evidenciando que este produto intensifica a ação do herbicida, aumentando sua absorção foliar e causando, assim, um dano maior às plantas de sorgo. Em estudos realizados com a cultura do sorgo, observaram que a aplicação isolada de atrazina foi seletiva à cultura (MARTINS et al., 2006; GALON et al., 2016; MACHADO et al., 2016).

Analisando a variável altura de plantas, aos 28 DAA, na segunda safra, o híbrido MSE 321 apresentou menor desenvolvimento em comparação com o híbrido BRS 658 (Tabela 6). O híbrido MSE 321 também apresentou alturas inferiores ao utilizar os tratamentos mesotriome + atrazina + óleo e atrazina + óleo. Em relação ao híbrido BRS 658, alturas superiores foram encontradas na testemunha e no tratamento atrazina + óleo. A planta do sorgo inicialmente promove o crescimento do seu sistema radicular, para posteriormente investir em aumento da altura e massa verde de parte aérea (BIANCO et al., 2004), por isso recomenda-se efetuar o controle na fase inicial da cultura.

Tabela 6: Altura de plantas, em metros, aos 28 DAA dos tratamentos.

Tratamentos	Híbridos			
	BRS 659	BRS 658	MSE 321	Volumax
Testemunha (capina)	1,3 Bb	1,7 Aa	0,9 Da	1,2 Ca
Mesotriome + Atrazina + Óleo	1,1 Bc	1,5 Ab	0,8 Db	1,0 Cb
Atrazina + Óleo	1,4 Ba	1,7 Aa	0,8 Db	1,1 Ca
Bentazona + Óleo	1,3 Bb	1,6 Ab	0,9 Da	1,1 Ca

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a análise de estande final, na primeira safra, ocorreram diferenças significativas entre os herbicidas e as cultivares ($p < 0,05$), sendo o herbicida S-metolachlor, tanto isolado ou em conjunto com atrazina, o responsável pela redução dessa variável em comparação aos demais herbicidas em ambos os híbridos de sorgo (Tabela 7). Esse efeito demonstra que o herbicida causou mortalidade das plantas, fato também observado por Martins et al. (2006).

Já durante a safra 2016/17, a cultivar BRS 655 apresentou redução no estande de 28,3 e 39,3% para os herbicidas S-metolachlor (1440 g i.a. ha⁻¹) e S-metolachlor + atrazina (1440 g + 2000 g i.a. ha⁻¹), respectivamente, quando comparados ao controle. Para o BRS 658, as

reduções foram de 55,5 e 53,3% para os mesmos tratamentos. Assim como observado por Martins et al. (2006), os quais observaram redução de 63 e 83% para os herbicidas metolachlor + atrazina e metolachlor, respectivamente. Esse cenário é causado pela fitotoxicidade que o herbicida S-metolachlor provocou em ambas os híbridos, reduzindo o número de plantas. Os demais tratamentos com a atrazina não influenciaram essa característica estudada para o cultivar BRS 655. Apenas a cultivar BRS 658 apresentou diferença para os herbicidas atrazina (3000 g i.a. ha⁻¹) e atrazina (2000g i.a. ha⁻¹) associado ao óleo mineral em ambas as concentrações (Tabela 7). Isso evidencia que o cultivar BRS 658 foi mais sensível à atrazina na maior dose e quando esta estava associada ao óleo mineral em comparação a cultivar BRS 655.

Tabela 7: Estande final (STAND) dos diferentes tratamentos aplicados dois híbridos de sorgo forrageiro.

Herbicidas (H)	Dose (g i.a. ha ⁻¹)	STAND	
		BRS 655	BRS 658
S-Metolachlor	1440	95140,8 Ab	75001,5 Bc
S-Metolachlor + Atrazina	1440 + 2000	80557,2 Ab	78705,3 Bc
Atrazina	2000	144447,3 Ba	163892,2 Aa
Atrazina	3000	132641,5 Aa	141669,5 Ab
Atrazina + óleo mineral	2000 + 0,25%	138197,2 Aa	137502,8 Ab
Atrazina + óleo mineral	2000 + 0,50%	134724,9 Aa	148614,1 Ab
Controle - capina	-	132641,5 Ba	168521,9 Aa

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Estes resultados indicam que a permanência ou o desaparecimento dos sintomas de fitointoxicação dos híbridos pode estar relacionado ao maior ou menor grau de sensibilidade destes quando submetidos aos herbicidas estudados. Teixeira et al. (2016) avaliaram a seletividade de herbicidas pós-emergentes sobre os efeitos na produtividade e constataram diferenças entre os cultivares de sorgo sacarino, com destaque ao BRS 506 que apresentou melhor resultado em relação à produtividade de massa fresca independente do herbicida.

Considerando a altura de plantas, no ano agrícola 2016/17, os tratamentos com S-metolachlor (1440 g i.a. ha⁻¹) e S-metolachlor + atrazina (1440 g + 2000 g i.a. ha⁻¹) reduziram a altura de plantas apresentando média de 2,3m, enquanto os demais tratamentos obtiveram média de 2,4 m. Para o fator cultivar, o BRS 658 obteve a maior altura, porcentagem de massa seca e consequentemente uma maior produtividade de massa seca em relação ao BRS 655, independente dos herbicidas utilizados (Tabela 8).

Tabela 8: Médias dos caracteres agrônômicos, altura de plantas, produtividade em massa fresca (M.F.) e massa seca (M.S.), e porcentagem de massa seca (% M.S.) em plantas de sorgo forrageiro, em função dos diferentes tratamentos¹.

Safrá 2016/2017					
Herbicidas	Dose (g l.a./ha)	Altura (m)	Produtividade (kg ha ⁻¹)		% M.S.
			M.F.	M.S.	
S-Metolochlor	1440	2,3 b1	31562,5 a	9307,3 b	30,0 b
S-Metolochlor + Atrazina	1440 + 2000	2,3 b	34409,7 a	10373,4 b	28,8 b
Atrazina	2000	2,4 a	33762,5 a	11324,5 a	33,6 a
Atrazina	3000	2,4 a	34333,3 a	11129,1 a	31,2 b
Atrazina + óleo mineral	2000 + 0,25%	2,5 a	34020,8 a	11340,4 a	33,3 a
Atrazina + óleo mineral	2000 + 0,50%	2,4 a	33791,7 a	11502,9 a	32,5 a
Controle - capina	-	2,4 a	38843,8 a	12028,2 a	31,1 b
Híbridos					
BRS 655		2,3 b	35547,6 a	10181,6 b	28,1 b
BRS 658		2,5 a	33230,8 a	11820,1 a	34,9 a

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A produtividade de massa fresca (M.F.), seca (M.S.) e porcentagem de massa seca (% M.S.) não foram influenciadas pela interação dos fatores cultivar e herbicidas (Tabela 7). Entretanto, para M.S. e % M.S., verificaram-se efeitos isolados em ambos os fatores, diferentemente da M.F. A aplicação de S-metolachlor, isolado ou em associação com atrazina, reduziu a produtividade em aproximadamente 22,6% e 13,8%, respectivamente, quando comparados ao tratamento controle, enquanto os demais tratamentos não afetaram essa variável. Esses dados corroboram com os resultados encontrados por Martins et al. (2006), que observaram decréscimo de 43% e 77% de produtividade de grãos nos tratamentos com atrazina + metolachlor (3,50 kg ha⁻¹) e metolachlor (2,52 kg ha⁻¹), respectivamente.

Alguns autores afirmam que os herbicidas a base de metolachlor são eficientes no controle de gramíneas, mas não podem ser utilizados em pré-emergência na cultura do sorgo devido à baixa tolerância dos materiais (RADOSEVICH et al., 1997). Quando isso acontece, os danos podem ser muito severos, pois há relatos de reduções de estande superiores a 90% (RODRIGUES; SANTOS, 2006). Contudo, ressalta-se que não há informações para os dois cultivares testados no presente estudo.

O S-metolachlor tem ação no início do desenvolvimento das plantas, sendo absorvido na região do coleótilo das gramíneas e hipocótilo das eudicotiledôneas (Rodrigues; Almeida, 2011). Nessas regiões, as células encontram-se pouco desenvolvidas e não apresentam cera na cutícula. No entanto, mesmo em menores concentrações (1440 g i.a. ha⁻¹), o S-metolachlor pode ser absorvido pela parte aérea das plantas de sorgo, provocando fitointoxicação e redução no crescimento e produtividade, como observado neste trabalho e por Machado et al. (2016) na dose de 768 g i.a. ha⁻¹ ou também para as maiores doses do produto 2520 g i.a. ha⁻¹, como observado por Martins et al. (2006).

Quanto à atrazina, o sorgo possui mecanismo de tolerância que dificulta a absorção e translocação desse herbicida na planta ou pelos elevados teores de benzoxazinonas, complexo enzimático responsável pela metabolização da atrazina em compostos não tóxicos (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

Para o ano 2018/19, os híbridos BRS 658 e BRS 659 demonstraram alturas superiores em relação aos demais híbridos (Tabela 9). Em relação à produtividade, ressalta-se que, os tratamentos bentazona + óleo e mesotrione + atrazina + óleo causaram redução da matéria seca.

Tabela 9: Médias dos caracteres agrônômicos (altura de plantas e produtividade de massa seca) em plantas de sorgo forrageiro, em função dos diferentes tratamentos¹.

Safrá 2018/19		
Híbridos	Altura Final	Produtividade MS (kg ha ⁻¹)
BRS 659	2,2 a	4705,1 b
BRS 658	2,3 a	6946,9 a
MSE 321	2,0 b	3180,1 c
Volumax	2,0 b	5149,1 b
Herbicidas		
Testemunha (capina)	2,1 b	5788,5 a
Mesotrione + Atrazina + Óleo	2,1 b	3834,3 c
Atrazina + Óleo	2,2 a	5607,7 a
Bentazona + Óleo	2,1 b	4750,7 b

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A associação de mesotrione + atrazina + óleo apresenta bom controle de plantas daninhas e é seletiva para a cultura do milho, não ocorrendo o mesmo para o sorgo

(GIRALDELI et al., 2019; MATTE et al., 2018). Já a bentazona, apresenta baixa toxicidade para sorgo, podendo afetar a produtividade de massa fresca e seca, de acordo com a cultivar utilizada (TEXEIRA et al., 2016).

CONCLUSÕES

A atrazina aplicada em pós-emergência na dose de 2000 g i.a. ha⁻¹ é seletiva às cultivares de sorgo BRS 655 e BRS 658.

A atrazina na dose de 2000 g i.a. ha⁻¹ em mistura com óleo mineral (0,25% e 0,50%) ou isolada na maior dose (3000 g i.a. ha⁻¹) causa fitotoxicidade aos híbridos de sorgo, mas sem afetar a produtividade.

O S-metolachlor aplicado em pré-emergência não é seletivo aos híbridos de sorgo BRS 655 e BRS 658.

A utilização de mesotrione + atrazina + óleo não foi seletivo para os híbridos MSE 321, BRS 658, BRS 659, VOLUMAX.

REFERÊNCIAS

- ARCHANGELO, E. R.; da SILVA, J. B.; da SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; KARAM, D. Tolerância do sorgo forrageiro ao herbicida Primestra SC. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 02, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (MAPA). **Agrofit**: sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 22 fev. 2021.
- BIANCO, S.; BARBOSA JUNIOR, A. F.; PITELLI, R. A. Crescimento e nutrição mineral de capim-camalote. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 375-380, 2004.
- CABRAL, P. H. R.; JAKELAITIS, A.; CARDOSO, I. S.; ARAÚJO, V. T. D.; PEDRINI, E. C. F. Interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo cultivado em safrinha. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 3, p. 308-314, 2013.
- DAN, H.A.; DAN, L.G.M.; BARROSO, A.L.L.; OLIVEIRA JR, R.S.; ALONSO, D.G.; FINOTTI, T. R. Influência do estágio de desenvolvimento de *Cenchrus echinatus* na supressão imposta por atrazine. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 179-184, 2011.
- EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2013.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- GALON, L.; FERNANDES, F. F.; ANDRES, A.; SILVA, A. F. D.; FORTE, C. T. Selectivity and efficiency of herbicides in weed control on sweet sorghum. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 46, n. 2, p. 123-131, 2016.
- GEIER, P.W.; STAHLMAN, P.W.; REGEHR, D.L.; OLSON, B.L. Preemergence herbicide efficacy and phytotoxicity in grain sorghum. **Weed Science Society of America**. [S.l.], v. 23, n. 2, p. 197- 201, 2009.
- GONTIJO NETO, M. M.; OBEID, J. A., PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; CÂNDIDO, M. J. D.; MIRANDA, L. F. Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação. Rendimento, proteína bruta e digestibilidade in Vitro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1640-1647, 2002.
- FROMME, D.D.; DOTRAY, P.A.; GRICHAR, W.J.; FERNANDEZ, C.J. Weed control and grain sorghum (*Sorghum bicolor*) tolerance to pyrasulfotole plus bromoxynil. **International Journal of Agronomy**, [S.l.], v. 2012, p. 110, 2012.
- GIRALDELI, A. L.; SILVA, G. S. D.; SILVA, A. F. M.; GHIRARDELLO, G. A.; MARCO, L. R. D.; VICTORIA, R. Efficacy and selectivity of alternative herbicides to glyphosate on maize. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 66, p. 279-286, 2019.
- LOOMIS, R. S.; WILLIAMS, W. A. Maximum Crop Productivity: An Estimate 1. **Crop Science**, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 67-72, 1963.
- MACHADO, F. G.; JAKELAITIS, A.; GHENO, E. A.; OLIVEIRA JR, R. S.; RIOS, F. A.; FRANCHINI, L. H. M.; LIMA, M. S. Performance de herbicidas para o controle de plantas daninhas no sorgo. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 15, n. 3, p. 281-289, 2016.
- MACIEL, C.D.G.; OLIVEIRA NETO, A.M.; GUERRA, N.; LEAL, G.B.; SILVA, A.A.P.; SOARES, C.R.B.; KARPINSKI, R.A.K. Selectivity of Herbicide Associations with Chemical Protector in the Treatment of Sweet Sorghum Hybrid Seeds. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 35, 2017.
- MAGALHÃES, P.C., DURÃES, F.O.M., OLIVEIRA, A.C., GAMA, E.E.G. Efeitos de dife-rentes técnicas de despendoamento na produção de milho. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 77-82, 1999.
- MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; MARTINS, D. Seletividade de Herbicidas sobre a Produtividade e a Qualidade de Sementes de Sorgo Granífero. **Revista Agropecuária Técnica**, Paraíba, v. 27, p. 37-42, 2006.
- MATTE, W. D.; OLIVEIRA JR, R. S.; MACHADO, F. G.; CONS-TANTIN, J.; BIFFE, D. F.; GUTIERREZ, F. D. S. D.; SILVA, J. R. V. Eficácia de [atrazine+ mesotrione] para o controle de plantas daninhas na cultura do milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 17, n. 2, p. 587-1-15), 2018.

MELHORANÇA, A.L. **Efeito dos herbicidas pós-emergentes no desenvolvimento e na produção de grãos de soja**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1984.

MILLER, J. N.; REGEHR, D. L. Grain sorghum tolerance to postemergence mesotrione applications. **Weed Science**, [S.l.], p. 136, 2002.

MITCHELL, G. D. W.; BARTLETT, D. W.; FRASER, T. E.; HAWKES, T. R.; HOLT, D. C.; TOWNSON, J. K.; WICHERT, R. A. Mesotrione: A new selective herbicide for use in maize. **Pest Management Science**, Essex, v. 57, n. 4, p. 120128, 2011.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. Herbicide use and application. In: RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology: implications for management**. New York: J. Wiley, p. 398-444. 1997.

RIBAS, P. M. Origem e importância econômica. In: BO-RÉM, A.; PIMENTEL, L.; PARRELA, R. **Sorgo: do plantio à colheita**. Viçosa: Ed. UFV, 2014. p. 9-36.

RIZZARDI, M. A.; KARAM, D.; CRUZ, M. B. Manejo de plantas daninhas em milho e sorgo. In: Vargas, L.; Romam, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 571-594.

RODRIGUES, A. C. P.; COSTA, N. V.; CARDOSO, L. A.; CAMPOS, C. F.; MARTINS, D. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 23-31, 2010.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. Londrina: UEL, 2011.

RODRIGUES, J. A. S.; SANTOS, F. G. **Cultivo do sorgo** - 2.ed., 2006, Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo/autores.htm>. Acesso em: 11 jan. 2021.

SILVA, A. D.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R. Herbicidas: classificação e mecanismo de ação. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**, Viçosa, v. 2, p. 58-117, 2007.

SILVA, J. R. V.; MARTINS, C. C.; SILVA JUNIOR, A. C.; MARTINS, D. Fluxofenim used as safener on sorghum seed for S-Metolachlor herbicide. **Bioscience Journal**, [S.l.], v. 30, p. 158-167, 2014. Supplement 1.

SOUSA, D. D.; LOBATO E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004.

TAKANO, H. K.; RUBIN, R. S.; MARQUES, L. H.; TRONQUINI, S. M.; FADIN, D. A.; KALSING, A.; NEVES, R.; JÚNIOR, O. P. Potential use of herbicides in different sorghum hybrids. **African Journal of Agricultural Research**, [S.l.], v. 11, n. 26, p. 2277-2285, 2016.

TEIXEIRA, M. F. F.; ASPIAZU, I.; BARROS, T. T. V.; KARAM, D.; CARVALHO, A. J.; de FREITAS, N. M. Seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência na cultura do sorgo sacarino. **Espacios** (Caracas), v. 38, n. 13, p. 18, 2016.

THOMPSON, C.R.; PETERSON, D.E.; FICK W.H.; STAHLMAN, P. W.; SLOCOMBE, J.W. Chemical weed control for field crops, pastures, rangeland, and non crop land. Herbicides for grain sorghum. Kansas State University Agricultural Experiment. **Report of Progress**, [S.l.], p. 48-59, 2016.

VARGAS, L.; ROMAN, E.S. **Conceitos e aplicações dos adjuvantes**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006.

VASCONCELOS, M. C. C. A.; SILVA, A. F. A.; LIMA, R. S. Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. **Agropecuária científica no semiárido**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 01-06, 2012.

VELINI, E. D.; OSIPE, R.; GAZZIERO, D. L. P. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995.