

## Efeitos fitotécnicos do manejo de herbicidas aplicados em pré e pós emergência na cultura do sorgo

Hebert Costa de Freitas<sup>1</sup>, Fernando Rezende Corrêa<sup>2</sup>, Nelmício Furtado da Silva<sup>3</sup>, Wendson Soares da Silva Cavalcante<sup>3</sup>, Daniele Ferreira Ribeiro<sup>4</sup> & Estevão Rodrigues<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil

<sup>2</sup> De Lollo Pesquisa e Experimentação Agrícola, Rio Verde, Goiás, Brasil

<sup>3</sup> Universidade de Rio Verde, UniRV, Rio Verde, Goiás, Brasil

<sup>4</sup> GPAC – Grupo de Pesquisa em Agricultura no Cerrado, Rio Verde, Goiás, Brasil

<sup>5</sup> MRE Agropesquisa, Rio Verde, Goiás, Brasil

Correspondência: Hebert Costa de Freitas, Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil. E-mail: webervd@gmail.com

Recebido: Novembro 07, 2022

Aceito: Janeiro 28, 2023

Publicado: Abril 01, 2023

DOI: 10.14295/bjs.v2i4.298

URL: <https://doi.org/10.14295/bjs.v2i4.298>

### Resumo

Partindo da hipótese de que a cultura do sorgo possui uma limitação no tocante ao manejo de plantas daninhas, e que alguns herbicidas aplicados em pré e pós emergência na cultura do sorgo podem causar alguns efeitos não desejáveis como fitotoxicidade que podem reduzir drasticamente o desenvolvimento da cultura e alguns vezes levar as plantas a morte. Objetivou-se com o presente estudo avaliar os efeitos fitotécnicos do manejo de herbicidas aplicados em pré e pós emergência na cultura do sorgo, bem como avaliar as características biométricas, fisiológicas e produtivas da cultura do sorgo, submetida a diferentes herbicidas. O experimento foi desenvolvido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade UniBRAS – Rio Verde – GO, em um Latossolo Vermelho Distroférico (LVDF). O delineamento experimental utilizado foi em bloco casualizados, com 10 tratamentos e 4 repetições, um total de 40 parcelas experimentais. Os tratamentos consistiram no uso de diferentes combinações entre os herbicidas Atrazina, Saflufenacil, 2,4D, Mesotriona, Trifluralina em pré e pós emergência da cultura do sorgo. Foram avaliadas o diâmetro de colmo, altura de planta, números de folhas, comprimento de folha, largura de folha, índice de área foliar aos 28 e 35 dias após aplicação dos herbicidas aplicados no estágio fenológico entre V4 – V6 e o índice de clorofila a, b e total aos 7 e 14 dias após aplicação dos herbicidas. Os dados foram submetidos a análise de variância ( $p < 0,05$ ) e os casos de significância foram submetidos ao teste de média Scoot-Knot ( $p < 0,05$ ), utilizando o software estatístico Sisvar<sup>®</sup>. Houve efeito na altura de planta, índice de área foliar e clorofila total. Atrazina tanto em pré como em pós emergência; e a Trifluralina em pré emergência e a Atrazina em pós emergência promoveram as menores massa de 100 grãos.

**Palavras-chave:** clorofila, manejo fitossanitário, plantas daninhas, Cerrado, gramíneas.

## Phytotechnical effects of herbicide management applied in pre and post emergence in sorghum crop

### Abstract

Starting from the hypothesis that the sorghum crop has a limitation regarding weed management, and that some herbicides applied in pre and post emergence in the sorghum crop can cause some undesirable effects such as phytotoxicity that can drastically reduce the development of the crop and sometimes lead to plant death. The objective of the present study was to evaluate the phytotechnical effects of the management of herbicides applied in pre and post emergence in the sorghum crop, as well as to evaluate the biometric, physiological and productive characteristics of the sorghum crop, submitted to different herbicides. The experiment was carried out at the Teaching, Research and Extension Farm of the UniBRAS Faculty – Rio Verde – GO, in an Oxisol Red Distroférico (LVDF). The experimental design used was a randomized block, with 10 treatments and 4 replications, a total of 40 experimental plots. The treatments consisted of the use of different combinations of the

herbicidas Atrazine, Saflufenacil, 2,4D, Mesotrione, Trifluralin in pre and post emergence of the sorghum crop. The stem diameter, plant height, number of leaves, leaf length, leaf width, leaf area index at 28 and 35 days after application of the herbicides applied in the phenological stage between V4 – V6 and the chlorophyll a index were evaluated. , b and total at 7 and 14 days after herbicide application. Data were submitted to analysis of variance ( $p < 0.05$ ) and cases of significance were submitted to the Scoot-Knot mean test ( $p < 0.05$ ), using the statistical software Sisvar®. There was an effect on plant height, leaf area index and total chlorophyll. Atrazine both in pre and post emergence; and Trifluralin in pre-emergence and Atrazine in post-emergence promoted the lowest mass of 100 grains.

**Keywords:** chlorophyll, phytosanitary management, weeds, *Cerrado*, grasses.

## 1. Introdução

O Brasil é um dos únicos países do mundo que possui a possibilidade de realizar duas safras por ano em várias regiões. Na época em que ocorre a semeadura do sorgo, entre janeiro a março, denominada de segunda safra ou safrinha, além dos fatores como temperatura e luminosidade, a frequência e o volume chuvas nesta época costumam ser oscilantes e insuficientes, o que reflete na redução da probabilidade do adequado atendimento da demanda hídrica da maioria das culturas. Para o sucesso da lavoura, é necessário um sistema de produção bem planejado, com uso de espécies adaptadas a essa condição ambiental que, geralmente, apresenta distribuição de chuvas instáveis e, muitas vezes, com índices pluviométricos insuficientes para o máximo potencial produtivo dependendo da cultura (Goes et al., 2011).

O sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é originária do continente africano, pertencente à família Poaceae, sendo o quinto cereal mais cultivados no mundo. Apresenta metabolismo fotossintético do tipo C4, e dotada de mecanismos bioquímicos e morfológicos que lhe conferem tolerância a seca, que confere à espécie alta produção de matéria seca e características específicas de tolerância à seca, se adaptando em ambientes caracterizados por possuir baixos índices pluviométricos (Fornasieri Filho & Fornasieri, 2009; Olembo et al., 2010).

O sorgo é uma planta com altas taxas fotossintéticas, podendo ser cultivado em quase todo território nacional, sendo uma cultura de grande utilidade em regiões muito quente e seca, sendo mais eficiente que o milho e o trigo na conversão de água em matéria seca (Molina et al., 2000).

Nativo do continente africano, onde atualmente se encontra maior variedade de espécies silvestres da cultura do sorgo (Adugna & Sormessa, 2013). Em relação ao ranking mundial, o sorgo é considerado o quinto cereal mais influente no mundo atrás apenas do trigo, arroz, milho e cevada (FAO, 2012). Por ser nativo da África, o sorgo é considerado principal fonte de alimento nesse país, a Ásia, e América Central importam grandes quantidades da planta para alimentação humana seguido da América do Norte, Austrália e América do Sul que importam para alimentação animal (Borém, 2015).

A cultura do sorgo tem uma capacidade de atuação muito presente em regiões de clima seco e quente e essa rusticidade da cultura proporciona a planta boa adaptação em ambientes que possuem pouco ou nenhuma condição hídrica, e por esse motivo a capacidade de produção de energia é alta se comparada a outras espécies (Bonfim-Silva et al., 2011).

O sorgo é uma cultura muito versátil, e apresenta grande potencial de uso para alimentos, fibras, rações e até mesmo a produção de etanol. Além disso, o sorgo tem sido valorizado como um potencial fonte de fibras, amido resistente, minerais, alguns compostos bioativos, e propriedades medicinais como ação anti-inflamatória e anticancerígeno (Dan et al., 2012; Moraes et al., 2012; Dykes et al., 2013).

Os produtores de sorgo encontram algumas dificuldades em sua produção e uma delas se relaciona ao controle de plantas daninhas, o sorgo apresenta características de desenvolvimento inicial lento adicionado ao fato de ser uma cultura vulnerável a interferência dessas plantas daninhas (Silva Júnior, 2015). Sobre as plantas daninhas vale a ressalva de que a realização eficaz e adequada do manejo dessas plantas é importante para o rendimento da cultura uma vez que a realização de forma inadequada traz prejuízos capazes de onerar custos ou interferir nas quantidades produtivas. Para que se tenha o controle eficaz das plantas daninhas é necessário aplicação de produtos químicos específicos como o herbicida que possuem atuação rápida, baixo custo e seu efeito residual no solo não é de forma degradante (MAPA, 2020).

A utilização de herbicidas no manejo das plantas daninhas na cultura do sorgo é o método mais utilizado e mais eficiente, estudos comprovam que o herbicida pode prevenir, desde o início do ciclo de produção, a interferência

das plantas daninhas. Já que é nesse período em que as perdas de produção são mais evidentes devido a competição da planta invasora com a produção. (Dan et al., 2012; Silva et al., 2014).

Magalhães et al. (2011), destacaram em seu estudo que as fitotoxicidades causadas pela aplicação de herbicida na fase inicial da produção do sorgo reduzem drasticamente o estande das plantas, bem como a redução no stand de plantas afetou diretamente a produção de panículas e de grãos. A competição com plantas daninhas é crítica, e, se medidas de controle não forem tomadas nas primeiras semanas após a emergência das plantas de sorgo, a produção de grãos pode ser reduzida em torno de 35% (Silva et al., 1998).

Deve-se considerar, entretanto, que herbicidas não totalmente seletivos podem causar injúrias às plantas de sorgo, quando estas são involuntariamente atingidas. Como esses agentes químicos são basicamente bloqueadores de processos metabólicos, entre os quais a fotossíntese, a grande questão que surge é: quais serão os efeitos dessas injúrias no processo produtivo da cultura? Durante o ciclo, a planta de sorgo depende das folhas, como os principais órgãos fotossintéticos, e a taxa de crescimento da planta depende tanto da taxa de expansão da área foliar como da taxa de fotossíntese por unidade de área foliar (Pimentel et al., 2010). Os herbicidas são os maiores aliados dos produtores no controle das plantas daninhas, porém, a aplicação de herbicida nas plantas deve ser controlada de uma forma abrangente pois o impacto que apresenta ao meio ambiente, a saúde humana, aos animais e também as plantas não alvo tem potencial impacto e devem ser cuidadosamente articuladas (Pimentel et al., 2010; Magalhães et al., 2011).

Outro meio eficaz de controlar as plantas daninhas e diminuir os impactos causados, existe a opção de misturar os herbicidas que possuem eficiências diferentes e podem controlar um número maior de plantas daninhas, com isso reduz o custo da aplicação e beneficia a prevenção de plantas daninhas (Owen & Zelaya, 2015). Em relação a mistura de herbicida, ainda se encontram em fase de teste as prováveis combinações, uma vez que algumas variedades podem atacar além das plantas daninhas, a cultura do sorgo (Vieira Júnior et al., 2015).

Para a produção de sorgo, ainda não existem registrados mistura de herbicidas para o controle das plantas daninhas causando assim uma sensibilidade no controle, tornando um fator limitante para a produção da cultura do sorgo, e diante da carência de pesquisas que envolvem o assunto de interações de herbicidas capazes de conter a propagação de plantas daninhas na cultura do sorgo, a produtividade acaba sendo prejudicada. Necessitando assim de maiores investimentos na demanda de interações de herbicidas para a cultura do sorgo

Partindo da hipótese de que a cultura do sorgo possui uma limitação no tocante ao manejo de plantas daninhas, e que alguns herbicidas aplicados em pré e pós emergência na cultura do sorgo podem causar alguns efeitos não desejáveis como fitotoxicidade que podem reduzir drasticamente o desenvolvimento da cultura e alguns vezes levar as plantas a morte, objetivou-se com o presente estudo avaliar os efeitos fitotécnicos do manejo de herbicidas aplicados em pré e pós emergência na cultura do sorgo, bem como avaliar as características biométricas, fisiológicas e produtivas da cultura do sorgo, submetida a diferentes herbicidas.

## **2. Material e Métodos**

O experimento foi desenvolvido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UniBRÁS – Faculdade Rio Verde - GO, na seguinte localização geográfica 17°44'59.22"S e 50°55'56.78"O, com 765 m de altitude. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distróferico (LVDF) (Santos et al., 2018), cuja características químicas e granulométricas estão descritas na Tabela 1.

Foi utilizada a variedade de sorgo IG100, semeado em 15 de março de 2020. A adubação foi realizada com base na análise de solo e de acordo com a recomendação de Sousa & Lobato (2004). A quantidades e adubo utilizado durante o cultivo estão descritos na Tabela 2.

Segundo a classificação de Köppen & Geiger (1928) e Alvares et al. (2013), clima da região é classificado como Aw (tropical), com chuva nos meses de outubro a maio, e com seca nos meses de junho a setembro. A temperatura média anual varia de 20 a 35 °C e as precipitações variam de 1.500 a 1.800 mm anuais e o relevo é suave ondulado (6% de declividade) (Silva et al., 2017).

Durante o desenvolvimento da cultura os dados climáticos locais, foram monitorados, e as médias semanais estarão dispostas na Figura 1.

**Tabela 1.** Análise química e granulométrica do solo, Grupo de Pesquisa em Agricultura no Cerrado - GPAC, Rio Verde - GO, safra 2019 – 2020.

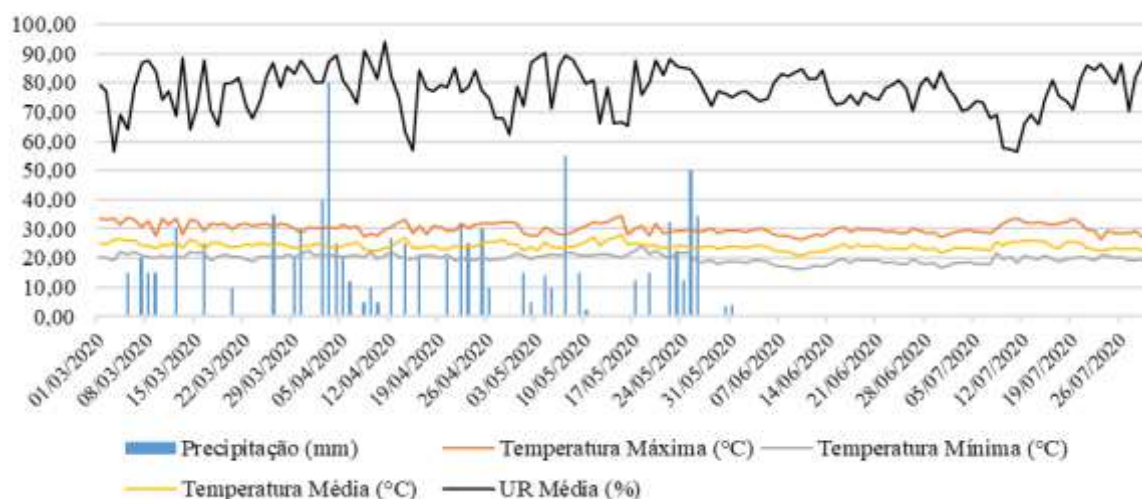
Macronutrientes													
Prof.	pH	P	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	M.O.	SB	CTC	V	m
cm	CaCl <sub>2</sub>	..... mg dm <sup>-3</sup> .....			..... cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> .....				g dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		%	
0-20	4,8	5,6	12,6	12,8	2,1	1,2	0,9	5,3	30,5	3,8	9,1	40,5	9,9
20-40	4,6	0,9	16,0	3,2	0,7	0,5	0,1	5,1	22,2	1,3	6,4	20,5	1,6
Micronutrientes							Granulometria						
	B	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	Areia	Silte	Argila	Classe textural			
	..... mg dm <sup>-3</sup> .....						%						
0-20	0,2	3,2	2,7	29,0	35,9	2,3	27,0	13,7	59,0	M. Argiloso			
20-40	0,1	3,2	3,0	32,0	9,7	0,2	23,0	1,5	61,5	M. Argiloso			

pH da solução do solo, determinado em solução de cloreto de cálcio; MO: matéria orgânica, determinação por método colorimétrico; P: fósforo, melhich; K<sup>+</sup>: potássio, melhich; Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>: teores trocáveis de cálcio e magnésio, respectivamente, em KCl; S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>: Enxofre na forma de sulfatos, extraído por fosfato de cálcio e determinado por colorimetria. Al<sup>3+</sup>: Alumínio trocável, extraído por solução de cloreto de potássio a 1 mol L<sup>-1</sup>. H+Al: acidez total do solo, determinada em solução tampão SMP a pH 7,5. SB: soma de bases (K<sup>+</sup> + Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>). CTC: capacidade de troca de cátions (K<sup>+</sup> + Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + H+Al). V: saturação por bases do solo (relação SB/CTC). m: saturação por alumínio [relação Al<sup>3+</sup>/(SB+Al<sup>3+</sup>)]. Cu, Fe, Mn e Zn: cobre, ferro, manganês e zinco, extraídos por solução melhich.

**Tabela 2.** Quantidades e adubos utilizados, Grupo de Pesquisa em Agricultura no Cerrado - GPAC, Rio Verde - GO, safra 2019 – 2020.

Adubação	Fonte	Quantidade
Lanço	Formulado 02-25-25*	400 kg ha <sup>-1</sup>

\*Aplicado a lanço em área total.



**Figura 1.** Dados diários, precipitação, temperatura e umidade relativa no período decorrente do experimento, Grupo de Pesquisa em Agricultura no Cerrado - GPAC, Rio Verde - GO, safra 2020. Fonte: Estação Normal INMET e corrigido com base nos dados coletados in loco – Rio Verde – GO.

Durante o desenvolvimento da cultura foram feitos os tratamentos culturais via aplicações de produtos químicos para o controle de pragas e doenças.

O delineamento experimental utilizado foi em bloco casualizados, com 10 tratamentos e 4 repetições (Tabela 3). As aplicações dos tratamentos foram feitas utilizando um pulverizador costal com pressurização por CO<sub>2</sub> munido de barra de 2 m, contendo quatro pontas de pulverização do tipo TT 110.02 (0,45 m entre pontas), aplicando volume de calda equivalente a 100 L ha<sup>-1</sup>. As condições ambientais foram sempre monitoradas para obter uma condição favorável de temperatura média 25°C, UR média de 78% e velocidade do vento média de 2,5 km h<sup>-1</sup>.

As primeiras aplicações dos tratamentos herbicidas foram realizadas em pré emergência da cultura logo após semeadura e a segunda aplicação foi realizada em pós emergência, quando a cultura do sorgo estava entre os estádios fenológicos V3 e V5.

Os dados biométricos: diâmetro de colmo (DC), altura de planta (AP), números de folhas (NF), comprimento de folha (CF), largura de folha (LF) foram realizadas 35 dias após aplicação (DAA), já para o índice de área foliar (IAF) as avaliações ocorreram aos 28 e 35 DAA dos herbicidas aplicados em pós emergência, quando a cultura se encontrava entre os estádios fenológicos V4 e V6.

**Tabela 3.** Descrição dos tratamentos, momento de aplicação e dose dos herbicidas aplicados. Grupo de Pesquisa em Agricultura no Cerrado - GPAC, Rio Verde - GO, safreira 2020.

Aplicação em pré semeadura				Aplicação em pós emergência entre V4 – V6		
Tratamentos		Dose p.c <sup>1</sup> kg / L ha <sup>-1</sup>		Tratamentos		Dose p.c kg / L ha <sup>-1</sup>
T 1	Controle <sup>2</sup>	Sem Herbicida	0	Controle	Sem Herbicida	0
T 2	Atrazina	Atrazine Nortox	3	Atrazina	Atrazine Nortox	5
T 3	Atrazina	Atrazine Nortox	3	Atrazina + 2,4D	Atrazine Nortox + 2,4D Nortox	5 + 0,7
T 4	Atrazina	Atrazine Nortox	3	Atrazina + Mesotriona	Calaris	2
T 5	Saflufenacil	Heat	0,05	Atrazina	Atrazine Nortox	5
T 6	Saflufenacil	Heat	0,05	Atrazina + 2,4D	Atrazine Nortox + 2,4D Nortox	5 + 0,7
T 7	Saflufenacil	Heat	0,05	Atrazina + Mesotriona	Calaris	2
T 8	Trifluralina	Trifluralina Nortox Gold	2	Atrazina	Atrazine Nortox	5
T 9	Trifluralina	Trifluralina Nortox Gold	2	Atrazina + 2,4D	Atrazine Nortox + 2,4D Nortox	5 + 0,7
T 10	Trifluralina	Trifluralina Nortox Gold	2	Atrazina + Mesotriona	Calaris	2

<sup>1</sup> Produto Comercial.

A área foliar foi determinada com auxílio de fita métrica, onde foi medido o comprimento e a largura das folhas. Para obtenção da área foliar os dados foram coletadas e quantificadas em 7 plantas por parcela experimental, totalizando 28 plantas por tratamento a cada avaliação. A área foliar de cada folha foi obtida através da metodologia descrita e utilizada por Tollenaar (1992) (equação 1).

$$A = C \times L \times 0.75 \text{ (Eq. 1)}$$

Onde: Eq. 1: A (área foliar); C (Comprimento de folha); L (largura de folha).

A área foliar foi determinada com auxílio de fita métrica, onde foi medido o comprimento e a largura das folhas. Para obtenção da área foliar os dados foram coletadas e quantificadas em 7 plantas por parcela experimental, totalizando 28 plantas por tratamento a cada avaliação, aos 28 e 35 DAA.

Os dados fisiológicos: índice de clorofila *a*, *b* e total, foram obtidos de 4 plantas por parcela experimental, totalizando 16 plantas por tratamento a cada avaliação. Para determinação dos teores de clorofila foi utilizado um medidor de clorofila do tipo ClorofiLOG, modelo CFL1030 (Falker®, Porto Alegre, Brasil).

No final do ciclo, foram quantificadas a massa de 100 grãos e produtividade de grãos. A produtividade de grãos foi determinada colhendo e trilhando as plantas de uma área de 2 m<sup>2</sup> central de cada parcela experimental, totalizando 8 m<sup>2</sup> por tratamento. Foi determinada a umidade da massa total de grãos e corrigido para 13% (b.u) e os valores extrapolados para kg ha<sup>-1</sup>.

Os dados biométricos, fisiológicos e de produtividade foram submetidos a análise de variância ( $p < 0,05$ ) e os casos de significância foram submetidos ao teste de média Scott Knott ( $p < 0,05$ ), utilizando o software estatístico Sisvar® (Ferreira, 2011).

### 3. Resultados e Discussão

As variáveis diâmetro de colmo (DC), números de folhas (NF), comprimento de folha (CF), largura de folha (LF), não foram significativas em função dos tratamentos, por sua vez as variáveis altura de planta (AP), índice de área foliar (IAF) aos 28 dias após aplicação (DAA), índice de clorofila *a*, *b* e total aos 7 e 14 (DAA) (Tabela 4).

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância para as variáveis diâmetro de colmo (DC), altura de planta (AP), números de folhas (NF), comprimento de folha (CF), largura de folha (LF), índice de área foliar (IAF) aos 28 e 35 dias após aplicação (DAA) dos herbicidas aplicados no estágio fenológico entre V4 – V6 e clorofila *a*, *b* e total aos 7 e 14 DAA. Grupo de Pesquisa em Agricultura no Cerrado - GPAC, Rio Verde - GO, safreira 2020.

FV	GL	QM						
		DC	AP	NF	CF	LF	IAF	
							28 DAA <sup>7</sup>	35 DAA
Blocos	3	6,29 <sup>ns</sup>	9,26 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	13,65 <sup>ns</sup>	2,75 <sup>ns</sup>	0,0007 <sup>ns</sup>	0,0009 <sup>ns</sup>
Tratamentos	9	3,63 <sup>ns</sup>	200,41**	0,17 <sup>ns</sup>	15,33 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>	0,0017**	0,0006 <sup>ns</sup>
Resíduo	27	2,50	13,22	0,43	11,63	1,26	0,0005	0,0012
CV (%)		8,13	5,20	6,48	5,55	16,85	2,90	4,68

FV	GL	QM					
		Índice de clorofila Falker					
		7 DAA Pós			14 DAA Pós		
		<i>a</i>	<i>b</i>	total	<i>a</i>	<i>b</i>	total
Blocos	3	2,76 <sup>ns</sup>	4,41 <sup>ns</sup>	14,15 <sup>ns</sup>	2,67 <sup>ns</sup>	1,43 <sup>ns</sup>	8,01 <sup>ns</sup>
Tratamentos	9	54,89**	46,84**	198,85**	7,95**	10,29**	35,68**
Resíduo	27	2,84	2,36	9,98	1,09	1,34	4,32
CV (%)		4,86	11,38	6,56	2,81	7,63	3,97

FV – Fonte de Variação; GL – Grau de Liberdade; QM – Quadrado Médio; CV – Coeficiente de Variação; <sup>ns</sup> não significativo e \*\* significativo 1% de probabilidade segundo teste F.

Os maiores valores de altura de planta (AP), foi observado no tratamento T1 (Controle) porém o Controle não difere dos tratamentos T6 (Pré: Saflufenacil e Pós: Atrazina + 2,4D) e T9 (Pré: Trifluralina e Pós: Atrazina + 2,4D), porém quando os tratamentos T6 e T9 comprado ao tratamento ao Controle promoveram uma redução média de 1,32% na AP (Tabela 5). Quando comparamos os tratamentos T2 (Pré: Atrazina e Pós: Atrazina); T3 (Pré: Atrazina e Pós: Atrazina + 2,4D); T5 (Pré: Saflufenacil e Pós: Atrazina); e T8 (Pré: Trifluralina e Pós:

Atrazina) observa-se uma redução média de 8,44% quando comparados com o T1 (Tabela 5). Os tratamentos T4 (Pré: Atrazina e Pós: Atrazina + Mesotriona); T7 (Pré: Saflufenacil e Pós: Atrazina + Mesotriona); e T10 (Pré: Trifluralina e Pós: Atrazina + Mesotriona) promoveram uma redução de 22,33% na AP quando comparados ao Controle (Tabela 5).

No índice de área foliar (IAF) aos 28 DAA o Controle não apresentou diferença dos tratamentos T2; T3; e T5, que apresentaram um IAF médio de 0,78, porém, esses tratamentos diferem dos tratamentos T4; T6; T7; T8; T9; T10 que quando comprados aos demais tratamentos promoveram uma redução média de 5,13% no IAF (Tabela 5).

A intoxicação do sorgo ocasionada por este herbicida está relacionada a incapacidade das plantas em degradarem as moléculas dos herbicidas (Silva et al., 2014). Afetando negativamente o metabolismo da cultura e assim reduzindo a sua taxa fotossintética e/ou ocasionado algum estresse que contribuiu para a menor taxa de crescimento da cultura (Silva et al., 2016).

**Tabela 5.** Índices fitotécnicos da cultura do sorgo com diferentes manejos herbicidas aplicados em pré e pós emergências da cultura. Grupo de Pesquisa em Agricultura no Cerrado - GPAC, Rio Verde - GO, safreinha 2020.

Tratamentos	Pré	Pós	DC <sup>1 ns</sup>	AP <sup>2</sup>	NF <sup>3</sup> <sub>ns</sub>	CF <sup>4 ns</sup>	LF <sup>5 ns</sup>	IAF <sup>6</sup>	
								28 DAA <sup>7</sup>	35 DAA <sup>ns</sup>
T 1	Controle <sup>2</sup>	Controle	20,31	78,06 a	10,31	63,81	6,68	0,79 a	0,75
T 2	Atrazina	Atrazina	19,80	70,44 b	10,19	64,11	6,72	0,78 a	0,75
T 3	Atrazina	Atrazina + 2,4D	18,50	73,44 b	9,88	61,76	6,61	0,78 a	0,72
T 4	Atrazina	Atrazina + Mesotriona	19,95	60,63 c	10,00	58,02	6,16	0,75 b	0,76
T 5	Saflufenacil	Atrazina	20,83	73,06 b	10,19	60,56	7,27	0,78 a	0,76
T 6	Saflufenacil	Atrazina + 2,4D	19,72	77,56 a	10,06	61,58	6,16	0,75 b	0,74
T 7	Saflufenacil	Atrazina + Mesotriona	19,36	60,25 c	10,19	63,54	6,51	0,73 b	0,73
T 8	Trifluralina	Atrazina	19,91	68,94 b	10,25	59,99	6,73	0,76 b	0,76
T 9	Trifluralina	Atrazina + 2,4D	18,63	76,50 a	9,63	61,45	6,56	0,75 b	0,74
T 10	Trifluralina	Atrazina + Mesotriona	17,64	61,00 c	9,94	59,82	7,35	0,73 b	0,75
CV (%)			8,13	5,20	6,48	5,55	16,85	2,90	4,68

<sup>1</sup>Diâmetro de Colmo; <sup>2</sup>Altura de Planta; <sup>3</sup>Número de Folhas; <sup>4</sup>Comprimento de Folha; <sup>5</sup>Largura de Folha; <sup>6</sup>Índice de Área Foliar; <sup>7</sup>Dias Após Aplicação dos herbicidas aplicados em pós; <sup>ns</sup>Não significativo pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na avaliação de clorofila *a* aos 7 DAA os tratamentos T1; T2; T3; T5; T6; T8; T9 não apresentaram diferenças entre si, por sua vez estes diferem do tratamento T10 que apresentou uma redução média de 8,80%. Os tratamentos que apresentaram as maiores reduções no teor de clorofila *a* foram T4 e T7 que quando comparados aos demais tratamentos proporcionou uma redução média de 23,20%. No teor de clorofila *b* aos 7 DAA o controle apresentou o maior valor, e quando comparamos os tratamentos T2; T3; T8; T9 ao Controle observa-se uma redução de 16,05%; O T10 quando comparado ao Controle promoveu uma redução de 34,67%, já os

tratamentos T4; e T7 promoveu uma redução de 56,88%. No teor de clorofila total aos 7 DAA o Controle não apresentou diferença dos tratamentos T1; T2; T3; T5; T6; T8; T9 e esses quando comparados ao T10; e aos tratamentos T4; e T7 promoveram respectivamente uma redução média de 13,40% e 31,74% (Tabela 6).

Os tratamentos Controle (T1); T2; T3; T5; T6; T7; T8; T9; e T10 na clorofila *a* aos 14 DAA não diferem entre si, porém quando comparamos estes ao tratamento T4 observa-se uma redução média de 9,92%. No teor de clorofila *b* aos 14 DAA os tratamentos Controle; T2; T3; T5; T8; T9; e T10 não apresentaram diferenças entre si, quando comparamos estes aos tratamentos T6; e T7 observa-se uma redução média de 11,88%. O tratamento T4 comparado aos tratamentos Controle; T2; T3; T5; T8; T9; e T10 proporcionou uma redução de 26,95% no teor de clorofila *b*. O teor de clorofila total aos 14 DAA nos tratamentos Controle; T2; T3; T5; T7; T8; T9; e T10 não apresentou diferença entre si, porém estes diferem do tratamento T6 que reduziu 6,42% e do T4 proporcionou uma redução de 14,92% no teor de clorofila total (Tabela 6).

**Tabela 6.** Avaliação de Índice de Clorofila *a*, *b* e total da cultura do sorgo aos 7 e 14 dias após aplicação (DAA) dos herbicidas em pós emergência. Grupo de Pesquisa em Agricultura no Cerrado - GPAC, Rio Verde - GO, safreina 2020.

Tratamentos			Dose p.c <sup>1</sup> kg / L ha <sup>-1</sup>		Índice de clorofila Falker					
					7 DAA Pós			14 DAA Pós		
Pré	Pós	Pré	Pós	<i>a</i>	<i>b</i>	total	<i>a</i>	<i>b</i>	total	
T 1	Controle <sup>2</sup>	Controle	0	0	36,75 a	17,88 a	54,63 a	37,70 a	15,65 a	53,35 a
T 2	Atrazina	Atrazina	3	5	36,40 a	14,08 b	50,48 a	37,08 a	15,65 a	52,73 a
T 3	Atrazina	Atrazina + 2,4D	3	5 + 0,7	36,45 a	14,55 b	51,00 a	37,58 a	15,40 a	52,98 a
T 4	Atrazina	Atrazina + Mesotriona	3	2	28,23 c	8,13 d	36,35 c	33,80 b	11,68 c	45,48 c
T 5	Saflufenacil	Atrazina	0,05	5	37,05 a	15,45 b	52,50 a	37,33 a	15,55 a	52,88 a
T 6	Saflufenacil	Atrazina + 2,4D	0,05	5 + 0,7	37,00 a	15,18 b	52,18 a	36,10 a	13,93 b	50,03 b
T 7	Saflufenacil	Atrazina + Mesotriona	0,05	2	27,53 c	7,30 d	34,83 c	36,75 a	14,25 b	51,00 a
T 8	Trifluralina	Atrazina	2	5	36,68 a	15,75 b	52,43 a	38,00 a	16,38 a	54,38 a
T 9	Trifluralina	Atrazina + 2,4D	2	5 + 0,7	36,65 a	15,08 b	51,73 a	38,90 a	17,68 a	56,58 a
T 10	Trifluralina	Atrazina + Mesotriona	2	2	33,48 b	11,68 c	45,15 b	38,20 a	15,58 a	53,78 a
CV (%)					4,86	11,38	6,5	2,81	7,63	3,97

<sup>1</sup>Produto Comercial; <sup>2</sup>Sem Herbicida. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os resultados encontrados neste trabalho corroboram com os observados por Galon et al. (2016), que ao analisarem a tolerância de cultivares de sorgo sacarino a vários tratamentos herbicidas, observaram que os materiais foram sensíveis as misturas formuladas de atrazine + s-metolachlor.

Archangelo et al. (2002) avaliando a tolerância do sorgo à aplicação de atrazine constataram que aplicações mais precoces foram mais prejudiciais à cultura, decrescendo com aplicações mais tardias. No entanto, houve tendência de recuperação do desenvolvimento das plantas em função do tempo, após a aplicação do herbicida



para todas as doses avaliadas, independente do estágio em que foi feita a aplicação. O uso do herbicida atrazine na cultura do sorgo vem sendo recomendado por diversos autores (Mitchell et al., 2011) por apresentar fitotoxicidade nula ou muito baixa.

As áreas produtoras de safrinha, tanto de milho quanto de sorgo, estão susceptíveis ao aumento das populações de gramíneas infestantes. Situação semelhante ocorreu quando da ampla utilização da formulação de 2,4-D aplicado tanto no milho quanto no sorgo (Oliveira & Karam, 2015).

As variáveis massa de 100 grãos (M100G) apresentou efeito significativo em função dos tratamentos, já produtividade de grãos não foi significativa (Tabela 7).

**Tabela 7.** Resumo da análise de variância para as variáveis massa de 100 grãos (M100G) e produtividade de grãos (PG) ao final do experimento. Grupo de Pesquisa em Agricultura no Cerrado - GPAC, Rio Verde - GO, safrinha 2020.

FV	GL	QM	
		M100G	PG
Blocos	3	0,038 <sup>ns</sup>	1161112,342 <sup>ns</sup>
Tratamentos	9	0,118 <sup>**</sup>	351007,118 <sup>ns</sup>
Resíduo	27	0,031	511979,455
CV		5,21	22,25

FV – Fonte de Variação; GL – Grau de Liberdade; QM – Quadrado Médio; CV – Coeficiente de Variação; <sup>ns</sup> não significativo; e <sup>\*\*</sup> significativo 1% de probabilidade segundo teste F.

Os tratamentos T3; T4; T5; T6; T7; T9; e T10 proporcionaram uma maior M100G, já os tratamentos Controle; T2; e T8 quando comparados aos demais tratamentos promoveram uma redução média de 9,71% na M100G (Tabela 8).

**Tabela 8.** Índices de massa de 100 grãos (M100G) e produtividade de grãos (PG em kg ha<sup>-1</sup> e Sc ha<sup>-1</sup>) da cultura do sorgo com diferentes manejos herbicidas aplicados em pré e pós emergências da cultura. Grupo de Pesquisa em Agricultura no Cerrado - GPAC, Rio Verde - GO, safrinha 2020.

	Tratamentos		Dose		Produtividade		
			p.c <sup>1</sup> kg / L ha <sup>-1</sup>		M100G	PG <sup>ns</sup>	
	Pré	Pós	Pré	Pós	g	kg ha <sup>-1</sup>	<sup>3</sup> Sc ha <sup>-1</sup>
T 1	Controle <sup>2</sup>	Controle	0	0	3,13 b	2871,78 a	47,86 a
T 2	Atrazina	Atrazina	3	5	3,17 b	3478,58 a	57,98 a
T 3	Atrazina	Atrazina + 2,4D	3	5 + 0,7	3,38 a	3012,50 a	50,21 a
T 4	Atrazina	Atrazina + Mesotriona	3	2	3,65 a	3413,90 a	56,90 a
T 5	Saflufenacil	Atrazina	0,05	5	3,38 a	3120,55 a	52,01 a
T 6	Saflufenacil	Atrazina + 2,4D	0,05	5 + 0,7	3,45 a	3416,73 a	56,95 a
T 7	Saflufenacil	Atrazina + Mesotriona	0,05	2	3,48 a	3241,83 a	54,03 a
T 8	Trifluralina	Atrazina	2	5	3,20 b	3750,08 a	62,50 a
T 9	Trifluralina	Atrazina + 2,4D	2	5 + 0,7	3,58 a	3012,18 a	50,20 a
T 10	Trifluralina	Atrazina + Mesotriona	2	2	3,38 a	2835,33 a	47,26 a

<sup>1</sup>Produto Comercial; <sup>2</sup>Sem Herbicida; <sup>3</sup>Sacas (60 kg). Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Miller & Regehr (2002) e Abit et al. (2009) observaram que alguns genótipos de sorgo granífero apresentaram 60% de fitointoxicação quando submetidos ao herbicida mesotrione (inibidor da HPPD) no estágio de quatro folhas.

Segundo Grossmann & Ehrhardt (2007), a inibição da síntese de alguns compostos causado pela ação de alguns herbicidas leva à decomposição da clorofila pela luz, como resultado da perda da fotoproteção fornecida pelos carotenoides, resultando na degradação oxidativa da clorofila e, em casos mais extremos, na oxidação das membranas celulares, o que justifica o efeito não significativo da produtividade, bem como os resultados do presente estudo

#### 4. Conclusões

Os tratamentos Controle; T6) com Saflufenacil em pré emergência e a Atrazina + 2,4D em pós emergência; e o T9) com a Trifluralina em pré emergência e Atrazina + 2,4D pós emergência promoveram uma maior altura de plantas;

Os tratamentos T4) Atrazina pré emergência e a Atrazina + Mesotriona em pós emergência; T7) Saflufenacil em pré emergência e a Atrazina + Mesotriona em pós emergência; e T10) a Trifluralina em pré emergência e a Atrazina + Mesotriona em pós emergência promoveram as maiores reduções na altura de planta.

Os maiores índice de área foliar foram promovidos pelas combinações Atrazina tanto em pré como em pós emergência (T2); Atrazina em pré emergência e a Atrazina + 2,4D em pós emergência (T3); e o Saflufenacil em pré emergência e a Atrazina em pós emergência.

Os menores índices de clorofila total aos 7 DAA foram observadas na aplicação de Trifluralina em pré emergência e a Atrazina + Mesotriona em pós emergência (T10).

Aos 14 DAA a aplicação de Atrazina pré emergência e a Atrazina + Mesotriona em pós emergência promoveu o menor índice de clorofila.

As maiores reduções no índice de área foliar foram observadas na aplicação de Atrazina pré emergência e a Atrazina + Mesotriona em pós emergência (T4); Saflufenacil em pré emergência e a Atrazina + 2,4D em pós emergência (T6); Saflufenacil em pré emergência e a Atrazina + Mesotriona em pós emergência (T7); A Trifluralina em pré emergência e a Atrazina em pós emergência (T8); Trifluralina em pré emergência e Atrazina + 2,4D pós emergência (T9); Trifluralina em pré emergência e a Atrazina + Mesotriona em pós emergência (T10),

Atrazina tanto em pré como em pós emergência; e a Trifluralina em pré emergência e a Atrazina em pós emergência promoveram as menores massa de 100 grãos.

#### 5. Agradecimentos

Ao Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil e ao Grupo de Pesquisa em Agricultura no Cerrado - GPAC, Rio Verde, Goiás, Brasil.

#### 6. Contribuições dos autores

*Hebert Costa de Freitas*: Coleta de dados experimentais, escrita do artigo, correções gramaticais e científicas, análise estatística. *Fernando Rezende Corrêa*: Orientador, análise estatística, escrita do artigo, correções gramaticais e científicas. *Nelmício Furtado da Silva*: análise estatística, escrita do artigo, correções gramaticais e científicas. *Wendson Soares da Silva Cavalcante*: Colaborador, coleta de dados experimentais, análise estatística, escrita do artigo, correções gramaticais e científicas. *Estevão Rodrigues*: Colaborador, coleta de dados experimentais, análise estatística, escrita do artigo, correções gramaticais e científicas.

#### 7. Conflitos de interesses

Não há conflitos de interesses.

#### 8. Aprovação ética

Não aplicável.

## 9. Referências

- Abit, M. J. M., Al-Khatib, K., Regehr, D. L., Tuinstra, M. R., Claassen, M. M., Geier, P. W., ... & Currie, R. S. (2009). Differential response of grain sorghum hybrids to foliar-applied mesotrione. *Weed Technology*, 23(1), 28-33. <https://doi.org/10.1614/WT-08-086.1>
- Archangelo, E. R., Da Silva, J. B., Da Silva, A. A., Ferreira, L. R., & Karam, D. (2002). Tolerância do sorgo forrageiro ao herbicida Primestra SC. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 1(2), 59-66. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v1n02p%25p>
- Bonfim-Silva, E. M., Valadão Júnior, D. D., dos Reis, R. H., Campos, J. J., & Scaramuzza, W. L. (2012). Establishment of Xaraés and Marandu grasses under levels of soil compaction. *Engenharia Agrícola*, 32(4), 727-735. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162012000400012>
- Borém, A., Almeida, L. A., Kihl, R. A. S. (2015). *Hibridação em soja*. In: Borém, A. (Ed) *Hibridação Artificial de Plantas*. 2. ed. Viçosa: Editora UFV.
- Dan, H. A., de Moraes Dan, L. G., de Lemos Barroso, A. L., de Oliveira Neto, A. M., & Guerra, N. (2012). Resíduos de herbicidas utilizados na cultura da soja sobre o milho cultivado em sucessão. *Revista Caatinga*, 25(1), 86-91.
- Dykes, L., Rooney, W. L., & Rooney, L. W. (2013). Evaluation of phenolics and antioxidant activity of black sorghum hybrids. *Journal of Cereal Science*, 58(2), 278-283. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.06.006>
- FAO (2012). *FAOSTAT*. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 06 jun. 2021.
- Fornasier Filho, D., Fornasier, J. L. (2009). *Manual da cultura do sorgo*. Jaboticabal: Funep.
- Galon, L., Fernandes, F. F., Andres, A., Silva, A. F. D., & Forte, C. T. (2016). Selectivity and efficiency of herbicides in weed control on sweet sorghum. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 46(2), 123-131. <https://doi.org/10.1590/1983-40632016v46i2p123>
- Goes, R. J., Rodrigues, R. A. F., Arf, O., De Arruda, O. G., & Vilela, R. G. (2011). Fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no sorgo granífero na safrinha. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 10(2), 121-129. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v10n2p121-129>
- Grossmann, K., & Ehrhardt, T. (2007). On the mechanism of action and selectivity of the corn herbicide topramezone: a new inhibitor of 4 - hydroxyphenylpyruvate dioxygenase. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 63(5), 429-439. <https://doi.org/10.1002/ps.1341>
- Gubena, A. F., & Sormessa, T. (2017). Variation in forest carbon stocks along environmental gradients in Egdu Forest of Oromiya Region, Ethiopia, Implications for Sustainable Forest Management. *American Journal of Environmental Protection Special issues, Forest Ecosystem Carbon Stock variation along altitudinal and slope gradient*, 1(6), 1-8.
- Magalhães, P. C., Silva, J. B., Durães, F. O. M., Karam, D., & Ribeiro, L. S. (2001). Efeito de doses reduzidas de glyphosate e paraquat simulando deriva na cultura do milho. *Planta Daninha*, 19(2), 247-253. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582001000200013>
- Miller, J. N., Regehr, D. L. (2002). Grain sorghum tolerance to postemergence mesotrione applications. *Weed Science*, 57(2), 136-143.
- Mitchell, G., Bartlett, D. W., Fraser, T. E. M., Hawkes, T. R., Holt, D. C., Townson, J. K., & Wichert, R. A. (2001). Mesotrione: a new selective herbicide for use in maize. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 57(2), 120-128. [https://doi.org/10.1002/1526-4998\(200102\)57:2%3C120::AID-PS254%3E3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/1526-4998(200102)57:2%3C120::AID-PS254%3E3.0.CO;2-E)
- Molina, L. R., Gonçalves, L. C., Rodriguez, N. M., Rodrigues, J. A. S., Ferreira, J. J., & Ferreira, V. C. P. (2000). Avaliação agrônômica de seis híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 52, 385-390. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352000000400017>
- Moraes, É. A., Queiroz, V. A. V., Shaffert, R. E., Costa, N. M. B., Nelson, J. D., Ribeiro, S. M. R., & Martino, H. S. D. (2012). In vivo protein quality of new sorghum genotypes for human consumption. *Food Chemistry*, 134(3), 1549-1555. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.079>
- Olembó, K. N., M'mboyi, F., Kiplagat, S., Sitiénye, J. K., & Oyugi, F. K. (2010). *Sorghum Breeding in Sub-Saharan Africa: The success stories*. Nairobi: African Biotechnology Stakeholders Forum.

- Oliveira, M. F., Karam, D. (2015). *Manejo de plantas daninhas*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro científico (ALICE).
- Owen, M. D., & Zelaya, I. A. (2005). Herbicide - resistant crops and weed resistance to herbicides. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 61(3), 301-311. <https://doi.org/10.1002/ps.1015>
- Pimentel, M. H., Oliveira Junior, R. S., Ben, R., Dallacort, R., Sztoltz, C. L. (2010). Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura do sorgo. *Ciência Agrônômica*, 44, 123-132.
- Santos, H. G. dos, Jacomine, P. K. T., Dos Anjos, L. H. C., De Oliveira, V. A., Lumbreras, J. F., Coelho, M. R., Cunha, T. J. F. (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 5.ed. Brasília: Embrapa.
- Silva, A. F., D'Antonino, L., Ferreira, F. A., Ferreira, L. R. (2014). *Manejo de plantas daninhas*. In: BORÉM, A. et al (Eds). *Sorgo: do plantio a colheita*. Viçosa: UFV.
- Silva, N. F., Cunha, F. N., Teixeira, M. B., Soares, F. A. L., Vidal, V. M., & Moraes, W. A. (2017). Reposição hídrica e adubação nitrogenada na cana-de-açúcar via gotejamento subsuperficial: cana-planta e cana-soca. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 11(6), 1862. <https://doi.org/107127/rbaiv11n600642>
- Silva, W. T., Schio, L. A., Wagner, P. K., Modanese, B. P., Karam, D., Da Silva, A. F. (2016). Tolerância de genótipos de sorgo sacarino a herbicidas pré-emergentes. In: *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso* (ALICE). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. *Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: anais*. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo.
- Vieira Júnior, N. S., Jakelaitis, A., Cardoso, I. S., Rezende, P. N., Moraes, N. C., Araújo, V. T., Tavares, C. J. (2015). Associação de herbicidas aplicados em pós-emergência na cultura do sorgo. *Global Science Technol.*, 8, 1.

### Copyrights

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).