



MAIZA GABRIELLA MENDONÇA SOUTO DE FREITAS

**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES NA CULTURA DO
SORGO FORRAGEIRO**

LAVRAS - MG

2020

MAIZA GABRIELLA MENDONÇA SOUTO DE FREITAS

**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES NA CULTURA DO
SORGO FORRAGEIRO**

Monografia apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do Curso de
Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Guilherme Vieira Pimentel

Orientador

LAVRAS - MG

2020

MAIZA GABRIELLA MENDONÇA SOUTO DE FREITAS

**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES NA CULTURA DO
SORGO FORRAGEIRO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Curso de
Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 08/07/2018

Dr. Guilherme Vieira Pimentel - DAG/UFLA

Júlia Rodrigues Macedo- DAG/UFLA

Wendel Marlon Nascimento Costa - DAG/UFLA

Prof. Dr. Guilherme Vieira Pimentel

Orientador

LAVRAS - MG

2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ser a força que me guia.

Aos meus pais, Hélio Lucio e Salma, por estarem sempre ao meu lado. Por todo amor, confiança e incentivo durante minha vida.

Ao meu namorado Antonio, por todo o apoio, amor e companheirismo.

Aos amigos que fiz ao longo desses 5 anos, pelo convívio e momentos inesquecíveis.

Ao professor Dr. Guilherme Vieira Pimentel, por todos ensinamentos, pela paciência e pela orientação.

Aos membros da banca examinadora, Dr. Guilherme Vieira Pimentel, Júlia Rodrigues Macedo e Wendel Marlon Nascimento Costa, pela disposição.

A Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realizar esse trabalho.

Ao Núcleo de Estudos em Sementes, por me acolher.

Ao Grupo de Pesquisa em Manejo de Produção, pela grande oportunidade.

Ao Núcleo de Estudos em Cana-de-Açúcar, por todos os ensinamentos.

Ao Grupo Colaborativo à Internacionalização Agro, pela confiança e amizade.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste sonho.

Muito obrigada!

RESUMO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) situa-se em quinto lugar, entre os cereais mais cultivados no mundo, sendo superado apenas pelo trigo, arroz, milho e cevada. Um dos maiores entraves da cultura é em relação a infestação de plantas daninhas. Para a maioria das culturas de grande interesse econômico, a indústria dispõe aos agricultores produtos altamente seletivos e eficientes no controle das diversas espécies de plantas daninhas. Porém o mesmo não ocorre com o sorgo. Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho avaliar a seletividade de herbicidas pós-emergentes na cultura do sorgo forrageiro. O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Fazenda Muquém, localizada no município de Lavras, em Minas Gerais, Brasil. O delineamento experimental utilizado, foi blocos casualizado (DBC), em parcelas subdivididas (4 × 4), com quatro repetições. A parcela correspondeu aos quatro híbridos de sorgo forrageiro (MSE 321, BRS 658, BRS 659, VOLUMAX) e as subparcelas corresponderam aos herbicidas aplicados em pós-emergência, sendo: testemunha (capina); mesotriona + atrazina + 0,2% óleo (24g + 2000 g ha⁻¹ i.a.); atrazina + 0,2% óleo (2000 g ha⁻¹ i.a.); e bentazona + 0,2% óleo (720 g ha⁻¹ i.a.). As unidades experimentais constaram de quatro linhas da cultura, com 5 m de comprimento e espaçadas a 0,6 m, totalizando 12 m². 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 utilização de mesotriona + atrazina + óleo não foi seletivo para os híbridos em estudo, promovendo efeitos visuais de fitointoxicação, redução inicial do crescimento e por fim, redução da biomassa seca (produtividade). Os herbicidas atrazina e bentazona apresentaram menor efeito de fitotoxicidade, podendo ser utilizados para o manejo de plantas daninhas em sorgo forrageiro. O híbrido BRS 658 apresentou maior desempenho agrônômico ao ser submetido aos tratamentos para o controle de plantas daninhas.

Palavras-Chave: fitotoxicidade, plantas daninhas, *Sorghum bicolor*

ABSTRACT

Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) is in fifth place, among the most cultivated cereals in the world, being surpassed only by wheat, rice, corn and barley. One of the biggest obstacles in the culture is weed infestation. For most crops of great economic interest, the industry provides farmers with highly selective products that are efficient in controlling the various weed species. However, the same does not happen with sorghum. Thus, objective of this work was to evaluate the selectivity of post-emergent herbicides in the culture of forage sorghum. The experiment was conducted at the Experimental Station of the Federal University of Lavras (UFLA) - Fazenda Muquém, located in the municipality of Lavras, in Minas Gerais, Brazil. The experiment was conducted in a randomized complete block design, in factorial scheme (4 × 4), with four replications. The first factor corresponds 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, being the four treatments: control (weeding); mesotrione + atrazine + 0.2% oil (24g + 2000 g ha⁻¹ a.i.); atrazine + 0.2% oil (2000 g ha⁻¹ a.i.); and bentazone + 0.2% oil (720 g ha⁻¹ a.i.). The experimental units consisted of four crop lines, 5 m long and spaced 0.6 m apart, totaling 12 m². The evaluated characters were: phytotoxicity, plant height at 28 DAA (days after application) and final height, final stand and dry matter productivity. The use of mesotrione + atrazine + oil was not selective for the studied hybrids, promoting visual effects of phytointoxication, initial growth reduction and, finally, reduction of dry biomass (productivity). The herbicides atrazine and bentazone showed less phytotoxicity effect and can be used for the management of weeds in forage sorghum. The hybrid BRS 658 showed higher agronomic performance when submitted to treatments for weed control.

Keywords: phytotoxicity, *Sorghum bicolor*, weed

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Origem do sorgo	3
2.2 Importância econômica	3
2.3 Exigências da cultura.....	4
2.4 Manejo de plantas daninhas.....	5
2.5 Controle químico de plantas daninhas na cultura do sorgo	6
2.5.1 Atrazina	7
2.5.2 Bentazona	8
2.5.3 Mesotriona	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1 Caracterização da área experimental	9
3.2 Delineamento experimental e condução do experimento em campo	10
3.3 Avaliações realizadas no experimento	11
3.4 Análise estatística	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5. CONCLUSÃO.....	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
APÊNDICE	23

1. INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é uma espécie de origem africana. Dentre os cereais mais cultivados no mundo, a cultura situa-se em quinto lugar, sendo superado apenas pelo trigo, arroz, milho e cevada (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2009).

No Brasil, predomina-se a utilização do sorgo para a fabricação de ração animal como alternativa ao milho a fim de reduzir o custo de produção. Além disso, apresenta outras vantagens agronômicas que o torna atrativo, como por exemplo, dinâmico sistema radicular capaz de descompactar e movimentar os nutrientes nas camadas do solo; ser tolerante a condições de estresse hídrico; permitir maior janela de semeadura que outras culturas de grãos; apresentar menos problemas com pragas e doenças que outras culturas e apresentar grande potencial produtivo.

De acordo com o último levantamento divulgado em março/2020, a área total de sorgo é estimada em 736,4 mil hectares, e deverá apresentar um aumento de 0,6% em relação à safra anterior. A estimativa de produção é de 2.181,9 mil toneladas e produtividade de 2.963 kg/ha na safra 2019/20 (CONAB, 2020).

Relata-se o aumento na demanda por sementes de sorgo nesta safra em virtude da proximidade do fim da janela ideal para a semeadura do milho de segunda safra, o que pode refletir em um aumento da área de sorgo. Por outro lado, devido aos preços atrativos do milho, ocorrerá um prolongamento da semeadura do milho segunda safra até março, podendo reduzir a área de sorgo no estado (CONAB, 2020).

Apesar das características favoráveis da cultura e das projeções de aumento do cultivo, há fatores que interferem de forma negativa na produtividade, como pragas, doenças e interferência por plantas daninhas.

A cultura do sorgo apresenta desenvolvimento inicial lento, o que o torna muito suscetível à interferência das plantas daninhas nos primeiros 60 dias após a emergência. Estas competem por água, luz, nutrientes, espaço e podem, em alguns casos, ter efeito alelopático. Dessa forma, a ausência de controle das mesmas até a quarta semana após a emergência do sorgo granífero poderá promover redução na produção de 35% a 70% (SILVA et al., 1986), enquanto que, para o sorgo forrageiro, essa redução pode chegar a 54% (KHARE et al., 1986). Além do impacto pela redução de produção da cultura principal, pode ocorrer o aumento da reserva de sementes no solo, dificultando o processo de colheita.

Para essa cultura são poucos os herbicidas registrados, destacando-se a atrazina, que é recomendado para uso em pré-emergência, mas que pode também, ser usado em pós-emergência inicial. No entanto, a escassez de produtos registrados é um dos maiores gargalos para o produtor (RODRIGUES; ALMEIDA, 1998).

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. Para a maioria das culturas de grande interesse econômico, a indústria dispõe aos agricultores produtos altamente seletivos e eficientes para se utilizar. Porém, o mesmo não ocorre com o sorgo. Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho avaliar a seletividade de herbicidas pós-emergentes na cultura do sorgo forrageiro.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Origem do sorgo

O sorgo é uma planta da família Poaceae, do gênero *Sorghum*, da espécie *Sorghum bicolor* L. Moench, sendo originado a partir da domesticação feita pelo homem. Sua origem é provavelmente a África, embora algumas evidências indiquem que possa ter havido duas regiões de dispersão independentes: África e Índia. A domesticação do sorgo, segundo registros arqueológicos, aconteceu por volta de 3000 a.C. (RIBAS, 2003; FILHO; FORNASIERI, 2009).

Chegou nas Américas, pelo Caribe e foi levado por escravos em meados do século XIX para os Estados Unidos, que atualmente é o maior produtor desta cultura (RIBAS, 2003), com uma área de produção estimada em 2.048.140 hectares (FAO, 2018). Em seguida, os maiores produtores são: Nigéria, Etiópia, México, Índia, Sudão, China e o Brasil, ocupando o 8º lugar no ranking mundial (FAO, 2018). O sorgo deve ter chegado ao Brasil da mesma forma como chegou à América do Norte e Central: através dos escravos africanos. Mais recentemente, a partir da segunda década do século XX até fins dos anos 60, a cultura é reintroduzida de forma ordenada no país através de pesquisas públicas e universidades (RIBAS, 2003).

2.2 Importância econômica

Sua reconhecida versatilidade se estende desde o uso de seus grãos como alimento humano e animal, como matéria-prima para produção de etanol, bebidas alcoólicas, colas e tintas, o uso de suas panículas para produção de vassouras, extração de açúcar de seus colmos, até as inúmeras aplicações de sua forragem na nutrição de ruminantes (RIBAS 2003).

Nos últimos anos a cultura do sorgo tem apresentado expansão significativa, ocasionada pelo aumento do potencial de produção, em especial, no estado de Goiás, do milho segunda safra ou safrinha (EMBRAPA, 2015).

De acordo com os dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), na safra 2019/20 a área de sorgo em Goiás chegou a 353,7 mil hectares (aumento de 35% em relação à safra anterior), com uma produtividade média em torno de 3.493 kg por hectare. Esses valores refletem a importância da produção goiana de sorgo no cenário brasileiro. Em relação a produção, Goiás foi responsável por cerca de 33,2% do sorgo produzido no Brasil na safra 2019/20 (CONAB, 2020).

Em Minas Gerais, na safra 2019/20 a área de sorgo segunda safra no estado foi de 209,1 mil hectares, houve uma queda em relação à safra anterior. Com uma produtividade média estimada em 3.371kg/ha, e a produção poderá alcançar 704,9 mil toneladas (CONAB, 2020). O principal destino do sorgo cultivado no Brasil, é o mercado interno, para atender confinamentos, fabricas de rações de aves e suínos.

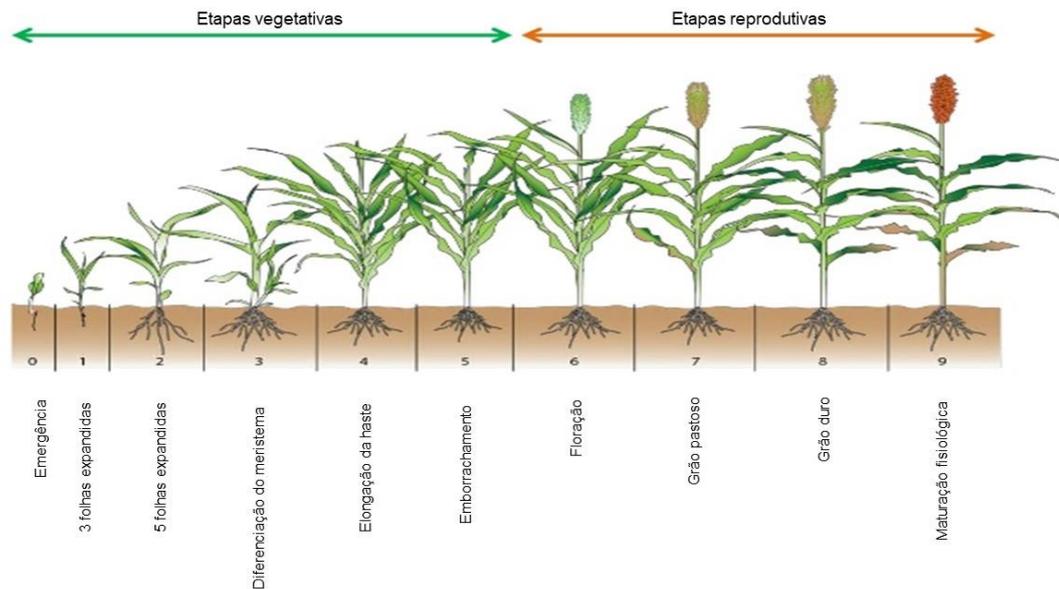
2.3 Exigências da cultura

O sorgo é uma planta C4, de dia curto e com altas taxas fotossintéticas, reduzindo assim a abertura dos estômatos e conseqüentemente a perda de água, com isso o aumento da exposição a luminosidade contribui para maior produtividade (MAGALHÃES et. al., 2009). A temperatura ótima para seu desenvolvimento oscila entre 16 e 38°C (RIBAS, 2009).

Sua necessidade hídrica para boas produtividades varia de 300 a 350 mm, sendo essas precipitações bem distribuídas, com maiores exigências na germinação e no florescimento. O sorgo tem boa resistência ao estresse hídrico, e mostra capacidade de recuperação após um período de seca. Mesmo após um longo período de murchamento, em apenas 5 dias com boas condições ambientais o sorgo se recupera e retorna às atividades fisiológicas normais (SANS et al., 2003).

É uma planta que apresenta tolerância/resistência aos fatores abióticos, tais como: estresse hídrico e salinidade. Alguns locais no Brasil, como no semiárido nordestino, ressalta-se o cultivo de sorgo para o aproveitamento dessa região, tendo em vista sua resistência a seca e substituição do milho na alimentação animal (PITOMBEIRA et al., 2004).

Figura 1. Resumo dos estádios fenológicos da cultura sorgo.



Fonte: Adaptado SIANEC, 2018.

2.4 Manejo de plantas daninhas

O sorgo, ainda que rústico, pode sofrer reduções na produção quando há competição com plantas daninhas. Além da competição, pode trazer outros problemas como, abrigar animais peçonhentos, embuchar máquinas e hospedar pragas e doenças.

É imprescindível conhecer os períodos de interferência destas com a cultura, sendo três relatos na literatura: período anterior à interferência (PAI), período total de prevenção à interferência (PTPI) e período crítico de prevenção à interferência (PCPI). PAI é o período após a emergência da cultura, em que plantas daninhas podem conviver com a cultura sem causar prejuízos significativos; PTPI é o período após a emergência da cultura que, se exercido o controle, após este, reflete o momento em que a cultura é capaz de prevenir a interferência das plantas daninhas; PCPI é o período que se prolonga do final do PAI até o final do PTPI, em que a convivência das plantas daninhas causa interferência na cultura (PITELLI; DURIGAN 1984). A determinação do período crítico pode ser feita considerando-se os estádios fenológicos da cultura ou períodos de tempo após a emergência desta (AMADOR-RAMÍREZ, 2002).

É importante salientar que a duração dos períodos de interferência e o nível de perdas na produtividade do sorgo são influenciados por uma série de fatores relacionados à cultura,

sendo esses, a espécie, cultivar, densidade de semeadura e espaçamento entre linhas e à comunidade infestante (PITELLI, 1984).

Os resultados encontrados por Freitas et al. (2012) e Rodrigues et al. (2010) indicam que a cultura deve permanecer livre da comunidade infestante até os 18 DAE (dias após a emergência) e 26 DAS (dias após a semeadura), respectivamente. Os autores indicam que a ausência de controle de plantas invasoras reduziu a produtividade do sorgo granífero em taxas variando de 33% a 52%, respectivamente.

2.5 Controle químico de plantas daninhas na cultura do sorgo

O controle químico consiste no uso de produtos de ação herbicida, registrados no Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento (MAPA) pelas empresas fabricantes. Os herbicidas utilizados para a cultura do sorgo são reunidos de acordo com a época de semeadura e os modos de aplicação em pré-emergência das plantas daninhas e/ou da cultura e pós-emergência.

De modo geral, o controle químico é o método de controle mais utilizado, por proporcionar vantagens como menor dependência de mão de obra; não causa danos ao sistema radicular das culturas; apresentar controle eficiente em solos úmidos; e controlar plantas daninhas na linha de semeadura (SILVA et al., 2014). Todas essas vantagens ocorrem quando o herbicida é eficiente no controle e seletivo para a cultura desejada.

No Brasil, apenas o ingrediente ativo atrazina possui registro para aplicação em pré e pós-emergência inicial na cultura do sorgo, sendo seu controle eficaz em um número pequeno de gramíneas (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

Outro herbicida com potencial de uso nessa cultura é o metolachlor {2-cloro-N-(2-etil-6-metilfenil)-N-(2-metoxi-1-metiletil) acetamida}. Porém no Brasil esse herbicida é registrado apenas para as culturas de cana-de-açúcar, feijão, milho e soja (RODRIGUES; ALMEIDA, 1998), enquanto, em outros países, é registrado também para o sorgo sendo obrigatório o uso de protetores (“safeners”) contra esse herbicida. Os protetores químicos são normalmente aplicados nas culturas na forma de tratamento de sementes (OLIVEIRA JR.; INOUE, 2011). No entanto, esses produtos ainda não estão disponíveis no mercado brasileiro.

O sorgo, naturalmente, apresenta maior suscetibilidade a herbicidas quando comparado ao milho, tanto que comumente é utilizado como planta indicadora de herbicidas, principalmente de gramínicas (MILLER et al., 2002). Alguns produtos como metolachlor e alachlor,

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 (PIMENTEL, 2019). No entanto, sabe-se que esses produtos são altamente fitotóxicos às principais cultivares utilizadas pelos produtores.

2.5.1 Atrazina

Apresenta como mecanismo de ação a inibição do Fotossistema II. As moléculas de herbicida quando absorvidas, encaixam-se no sítio de ligação da quinona Q_b, componente do sistema fotossintético, o que afeta o processo de transferência de elétrons da fotossíntese, a ponto de paralisá-la. Apesar disso, a principal causa da morte das plantas é devido à contínua captação de energia solar pelas clorofilas, não havendo a transferência de elétrons para os processos subsequentes da fotossíntese. Assim, as moléculas de clorofila ficam sobrecarregadas, passando a ser denominadas clorofilas tripleto (PETERSON et al., 2015), e os elétrons não convertidos em energia química (ATP/NADPH) formam radicais livres, que destroem as membranas lipídicas e causam a morte da planta (OLIVEIRA JR., 2011).

A atrazina pertence ao grupo químico das triazinas, sendo recomendada para pré-emergência ou pós-emergência. Em pré-emergência, a atrazina é absorvida pelo sistema radicular e translocada pelo xilema, até as folhas, provocando a inibição da fotossíntese. Neste caso, as plantas sensíveis emergem naturalmente sem sintomas de toxicidade, mas, quando as plantas iniciam o processo de fotossíntese, tornam-se cloróticas, com necrose, culminando com a morte das mesmas. Quando usado em pós-emergência, pode ocorrer absorção foliar, sendo maior quando feita com adição de óleo mineral (RODRIGUES; ALMEIDA, 1998; PIMENTEL, 2019).

Os sintomas de fitotoxicidade são visualizados algumas horas após sua aplicação, observando-se clorose ou branqueamento, e posteriormente necrose foliar (RODRIGUES; ALMEIDA, 1998). Diversos autores confirmam a alta tolerância da cultura do sorgo ao atrazina, independente da formulação utilizada, tanto em aplicações em pré-emergência como em pós-emergência. O sorgo possui mecanismo de tolerância que dificulta a absorção e translocação desse herbicida na planta, causado pelos elevados teores de benzoxazinonas, complexo enzimático responsável pela metabolização da atrazina em compostos não tóxicos (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

A atrazina é indicada principalmente no controle de folhas largas, apresentando baixo espectro de controle sobre gramíneas. Devido ao baixo espectro de controle sobre gramíneas, é comum encontrar lavouras de sorgo completamente infestadas por esse grupo de plantas, mesmo após a aplicação do herbicida em pré ou pós-emergência. A adição de óleo vegetal ou mineral à calda herbicida, melhora a eficiência de controle quando aplicado em pós-emergência inicial, antes do perfilhamento das gramíneas. Porém, deve-se verificar a bula do herbicida se há essa recomendação, caso não exista, não é indicado, pois pode potencializar o efeito do herbicida, causando intoxicação na cultura (SILVA et al., 2007).

2.5.2 Bentazona

O ingrediente ativo bentazona (2,2-dióxido de 3-isopropil (1H)-benzo-2,1,3-triadizin-4-ona), pertence ao grupo químico das benzotiadiazinonas sendo um herbicida indicado para controle pós-emergente de plantas daninhas nas culturas de soja, arroz, feijão, milho e trigo (OLIVEIRA JR., 2011).

É um herbicida de ação de contato e age inibindo o fluxo de elétrons no Fotossistema II (Grupo C3). Após a absorção, interfere na fotossíntese das plantas sensíveis, principalmente nas áreas das folhas tratadas, sendo de efeito localizado, sem ação sistêmica. Quando a área foliar recebe cobertura suficiente do produto ocorre a paralisação na elaboração de carboidratos levando as plantas à morte, sendo a fase inicial de desenvolvimento das plantas daninhas o momento indicado para ação do herbicida (OLIVEIRA JR., 2011).

2.5.3 Mesotriona

A mesotriona [2-(4-metil-2-nitrobenzoi) ciclo-hexano-1,3-diona] pertence ao grupo químico das tricetonas, herbicida seletivo, de ação sistêmica, indicado para controle pós-emergente de plantas daninhas, na cultura de milho. Age inibindo a biossíntese de carotenoides, interferindo na atividade da enzima HPPD (4 – hidroxifenilpiruvato - dioxigenase) nos cloroplastos, causando o branqueamento com posterior necrose e morte dos tecidos vegetais em cerca de uma a duas semanas (LEE, 1997; WITCHERT et al., 1999).

Sua formulação, caracteriza-se pelo seu amplo espectro de controle das plantas infestantes anuais de folhas largas e do capim-colchão, que ocorrem na cultura do milho, controlando também a corda-de-viola e o capim-colchão que ocorrem na cultura da cana-de-açúcar. O milho

e a cana-de-açúcar são tolerantes à mesotriona, devido à sua capacidade de metabolizar rapidamente o herbicida, produzindo metabólitos sem atividade herbicida, o que não ocorre nas plantas infestantes sensíveis (OLIVEIRA JR., 2011).

Em sistemas de manejo de plantas daninhas na cultura do milho, aplicações em pós-emergência com mistura em tanque de atrazina + mesotriona constituem uma das melhores alternativas para o manejo de *Digitaria insularis* (capim-amargoso). Uma das plantas que já é resistente a glyphosate (GEMELLI et al., 2013).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária da UFLA (CDCT) – Fazenda Muquém (44° 58` longitude oeste e 21° 12` latitude sul; altitude = 951 m), localizada no município de Lavras, em Minas Gerais, Brasil. A classificação climática da região segundo Köppen é tipo Cwa (temperado chuvoso) com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média anual é de 20,4 °C.

A semeadura do sorgo ocorreu em área sem irrigação, na safra 2019 em um Latossolo Vermelho-Amarelo, de textura argilosa, com a caracterização química, descrita na Tabela 1.

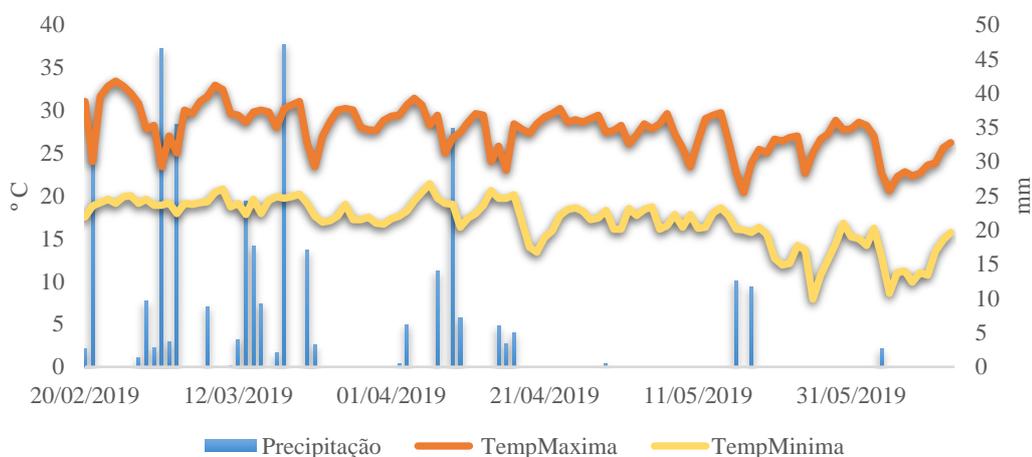
Tabela1. Propriedades químicas do Latossolo, em diferentes profundidades, antes da instalação do experimento.

Prof.	pH	P-resina	K	Ca	Mg	H+Al	T	V	MO	B	Cu	Fe	Mn	Zn
cm	(CaCl ₂)	-- mg.dm ⁻³ --	----	----- cmolc.dm ⁻³ -----	----	-----	----	---- % ----	-----	----- cmolc.dm ⁻³ -----	-----	-----	-----	-----
0-20	5,7	17,2	109	5	1,2	3,1	9,6	67,7	3,7	0,21	2,1	19,3	45,4	0,9
20-40	5,5	ns	132,7	3,5	1,0	3,3	8,2	59,6	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns = não solicitada.

Na figura 1 são apresentadas as precipitações pluviométricas e as temperaturas máximas e mínimas registradas durante o cultivo. Nesse período a precipitação total foi de 371,5 mm (atendendo as necessidades hídricas da cultura) e a temperatura média de 22,4°C.

Figura 2 - Precipitações pluviométricas e temperaturas médias mensais ocorridas durante o período do experimento (data inicial do plantio até a colheita).



Fonte: Rede do INMET.

3.2 Delineamento experimental e condução do experimento em campo

O delineamento experimental utilizado, foi blocos casualizado (DBC), em parcelas subdivididas (4×4), com quatro repetições. A parcela correspondeu aos quatro híbridos de sorgo forrageiro (MSE 321, BRS 658, BRS 659, VOLUMAX). As subparcelas corresponderam aos herbicidas aplicados em pós-emergência, sendo os quatro tratamentos: testemunha (capina); mesotriona + atrazina + 0,2% óleo ($24\text{g} + 2000\text{ g ha}^{-1}$ i.a.); atrazina + 0,2% óleo (2000 g ha^{-1} i.a.); e bentazona + 0,2% óleo (720 g ha^{-1} i.a.).

As unidades experimentais constaram de quatro linhas da cultura, com 5 m de comprimento e espaçadas a 0,6 m, totalizando 12 m^2 . Foram consideradas úteis apenas as duas linhas centrais, para efeito de coleta de dados e observações, excluindo-se, como bordadura, as linhas externas.

A semeadura dos híbridos ocorreu no dia 20 de fevereiro de 2019. Para todos os híbridos em estudo, utilizou-se a mesma densidade populacional, 140.000 mil plantas por hectare. Antes da implantação do experimento foi realizada amostragem do solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade para a caracterização dos atributos químicos do solo da área. Os procedimentos para a coleta seguiram as recomendações de Resende et al. (2012). As amostras de solo coletadas foram secas ao ar, peneiradas e enviadas para análise (Tabela 1). Houve a necessidade de realizar adubação química de plantio com 350 kg ha^{-1} do formulado NPK 08-28-16 e na adubação de cobertura 300 kg ha^{-1} do formulado NPK 30-00-20.

A aplicação dos tratamentos herbicidas foi feita com um pulverizador costal pressurizado a CO_2 , utilizando pressão constante de 207 kPa e barra de quatro pontas de jato “leque” TT110015, posicionada a 50 cm de altura do alvo biológico, com volume de calda de 200 L ha^{-1} . A aplicação ocorreu no estágio fenológico V6 (seis folhas completamente expandidas) das plantas de sorgo.

O tratamento testemunha, foi representado por parcelas onde não houve aplicação de nenhum herbicida, somente uma capina manual. No dia 23 de março, mesmo dia em que houve a aplicação dos tratamentos químicos, foi realizada uma capina a fim de controlar as plantas daninhas. Naquele momento, as principais espécies de plantas daninhas observadas na área experimental foram: *Digitaria horizontalis* (capim-amargoso), *Eleusine indica* (capim pé-de-galinha), *Richardia brasiliensis* (poaia branca), *Sonchus oleraceus* (serralha verdadeira), *Commelina benghalensis* (trapoeraba) e *Cenchrus echinatus* (timbête).

3.3 Avaliações realizadas no experimento

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.

As avaliações de fitotoxicidade, foram realizadas aos 7, 14, 21 e 28 DAA. O método utilizado para avaliar, foi por meio de uma escala visual com base na proposta descrita pela Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995), onde: 0% significa ausência de danos e 100% morte das plantas.

A colheita foi realizada no dia 13 de junho de 2019. No mesmo dia da colheita, no estádio de ponto de silagem, com grãos do terço médio da panícula no estádio pastoso. Foram feitas também as avaliações de estande, pela contagem do número de plantas das duas fileiras centrais de cada parcela.

A altura de plantas foi avaliada, com trena graduada, em dois momentos. O primeiro momento foi 28 dias após aplicação, e o segundo, foi no dia da colheita. Mediu-se a altura de cinco plantas de cada parcela, tomadas aleatoriamente, do colo das plantas até a folha bandeira.

A avaliação de produtividade foi feita através da colheita de duas linhas centrais, que posteriormente foram pesadas. A partir disso, foram separadas cinco plantas de cada parcela. Tais plantas foram moídas e separadas em sub amostras que em seguida foram secas na estufa por 48 horas a fim de analisar a porcentagem de matéria seca (parte aérea).

3.4 Análise estatística

Todos os dados obtidos, foram submetidos à análise de variância e o teste de agrupamento de médias Scott Knott ao nível de 5 %, através do programa Sisvar (FERREIRA, 2011). Foi realizado a transformação dos dados para os caracteres em porcentagens (fitotoxidez), adotando raiz ($x + 0,5$), para atender as premissas da Anova.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante as avaliações visuais de fitotoxicidade, os sintomas pronunciados foram, o branqueamento nas folhas, conhecido como albinismo, clorose, as vezes acompanhada de necrose, semelhantes aos sintomas descritos por Abit et al. (2009), ao estudar o efeito de fitotoxicidade em sorgo.

Aos 7 DAA (dias após aplicação) houve interação significativa entre os herbicidas e os híbridos (Tabela 2). Durante os demais períodos de avaliação (14, 21 e 28 DAA), não houve diferenças significativas para a interação herbicidas × híbridos de sorgo, o qual, o efeito de fitotoxicidade foi independente para cada fator (Tabela 3).

Tabela 2. Médias 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 ¹	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa
Mesotriona + 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

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% pelo teste de Scott-Knott. C.V. 1 – 32,8%; C.V. 2 – 29,8%.

Tabela 3. Valores médios de percentual de fitotoxicidade aos 14, 21 e 28 DAA na pré-colheita do sorgo, em função dos tratamentos.

Tratamentos	Fitotoxicidade		
	14 DAA	21 DAA	28 DAA
Testemunha (capina)	0,0 a ¹	0,0 a	0,0 a
Mesotriona + 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	3,0	1,5	0,7
C.V. 1 (%)	45,2	44,4	40,0
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.

Observou-se que aos 7 DAA, o tratamento Mesotriona + Atrazina + Óleo ocasionou maiores níveis de fitotoxicidade no híbrido Volumax. Para o tratamento Atrazina + Óleo, os híbridos mais sensíveis foram BRS 658 e Volumax. O mesmo observou-se para o tratamento Bentazona + Óleo (Tabela 2). Em relação aos híbridos, o BRS 659 foi mais sensível ao tratamento Mesotriona + Atrazina + Óleo, enquanto os demais tratamentos foram estatisticamente iguais a testemunha, ou seja, apresentaram baixo nível de fitotoxicidade. O híbrido BRS 658 apresentou maior sensibilidade ao utilizar-se o tratamento Mesotriona + Atrazina + Óleo, já os tratamentos utilizando Atrazina e Bentazona, não se diferenciaram entre si. O híbrido MSE 321 apresentou maior sensibilidade ao tratamento Mesotriona + Atrazina + Óleo, enquanto que os demais tratamentos apresentaram menores níveis de fitotoxicidade, não se diferenciando estatisticamente. O híbrido Volumax apresentou maior sensibilidade ao tratamento Mesotriona + Atrazina + Óleo. Todos os tratamentos em estudos (exceto a capina), mostraram-se mais sensíveis quando utilizou-se os híbridos Volumax e BRS 658. E o tratamento Mesotriona + Atrazina + Óleo apresentou maior fitotoxicidade quando comparado com os demais (Tabela 2).

Em áreas com infestação mista (folha larga e estreita), a associação de herbicidas é uma prática promissora, uma vez que pode proporcionar aumento do espectro de controle. Além disso, é considerada uma prática benéfica no manejo e prevenção de plantas daninhas resistentes aos herbicidas (GREEN; OWEN, 2010). A associação de atrazina com outros herbicidas é uma importante forma de controle de plantas daninhas muito utilizada.

A mistura em tanque é utilizada pela maioria dos produtores visando reduzir o número de pulverizações na fazenda. Porém para realizar esta prática de forma eficiente, é importante levar em consideração as espécies ocorrentes na área, espectro de ação de cada produto, dose empregada, compatibilidade entre os produtos e também o custo de tratamento (GUIMARÃES, 2014).

Cataneo et al. (2004) trabalhando com sete híbridos de milho, observaram que a maioria deles apresentam fitotoxicidade quando da aplicação de Mesotriona + Atrazina (mistura em tanque) em pós-emergência, porém este efeito não excedeu em nenhum dos casos 10% de fitotoxicidade, uma porcentagem aceitável.

Conforme apresentado na tabela 3, houve menor fitotoxicidade nos tratamentos contendo o herbicida bentazona e atrazina aplicados em pós-emergência. 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.

O herbicida bentazona tem sido recomendado para utilização na cultura do milho para controle de plantas daninhas de “folhas largas”, porém sua utilização na cultura do sorgo ainda é bastante questionada. Todavia, este trabalho mostra que a aplicação do herbicida bentazona, não se difere estatisticamente do herbicida atrazina, ambos apresentaram pouca fitotoxicidade à cultura do sorgo, bem como os resultados encontrados por Croon e Merkle (1988).

Independente do período de avaliação, o maior percentual de fitotoxicidade foi verificado ao utilizar o tratamento Mesotriona + Atrazina + Óleo (Tabela 3). Enquanto, para os híbridos, o fator fitotoxicidade foi anulado após os 7 DAA, ou seja, houve recuperação das plantas.

Em um estudo prévio (2018) realizado em casa de vegetação, no qual avaliei a tolerância do sorgo granífero ao herbicida tembotrione em diferentes estádios fenológicos da cultura, o herbicida tembotrione ocasionou maiores níveis de fitotoxicidade (entre 40 e 70%) quando a aplicação foi realizada no estágio fenológico V3 (três folhas expandidas), e não apresentou recuperação ao longo dos 35 DAA (dias após a aplicação). Sugerindo que o híbrido em estudo (DKB 550), apresentou maior sensibilidade nas aplicações realizadas nos estádios mais precoces (APÊNDICE A).

Resultado esse colabora com os estudos de Archangelo et al. (2002) que ao avaliar a tolerância do sorgo forrageiro à aplicação de atrazina 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.

Analisando a variável altura de plantas aos 28 DAA, o híbrido BRS 659 apresentou alturas superiores quando utilizou-se o tratamento Atrazina + Óleo. Já os tratamentos capina e Bentazona, não se diferiram entre si, enquanto que o tratamento Mesotriona + Atrazina + Óleo ocasionou alturas inferiores. Para o híbrido BRS 658, os tratamentos Mesotriona + Atrazina + Óleo e Bentazona + Óleo, ocasionaram menores alturas, enquanto que o tratamento utilizando Atrazina e a capina, não se diferenciaram estatisticamente. Já ao observar o híbrido MSE 321, alturas superiores foram constatadas quando utilizou-se os tratamentos capina e Bentazona + Óleo. O híbrido Volumax apresentou menores alturas para o tratamento Mesotriona + Atrazina + Óleo e os demais tratamentos não se diferenciaram entre si (Tabela 4). Em relação aos tratamentos, todos eles apresentam comportamento similar. Observou-se, maiores alturas para o híbrido BRS 658, seguido do híbrido BRS 659, Volumax e menores alturas foram observadas para o híbrido MSE 321 (Tabela 4).

Tabela 4. Altura de plantas aos 28 DAA e altura final dos híbridos em relação aos tratamentos.

Altura aos 28 DAA				
Tratamentos	Híbridos			
	BRS 659	BRS 658	MSE 321	Volumax
Testemunha (capina)	1,3 Bb	1,7 Aa	0,9 Da	1,2 Ca
Mesotriona + 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
Altura Final				
Tratamentos	Híbridos			
	BRS 659	BRS 658	MSE 321	Volumax
Testemunha (capina)	2,1 Ac	2,2 Aa	2,0 Ba	1,9 Bb
Mesotriona + Atrazina + Óleo	2,2 Ab	2,2 Aa	1,9 Bb	1,9 Bb
Atrazina + Óleo	2,4 Aa	2,3 Aa	1,9 Bb	2,0 Ba
Bentazona + Óleo	2,3 Ab	2,2 Aa	2,0 Ba	1,9 Bb

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% pelo teste de Scott-Knott. C.V. 1 – 15, 32%; C.V. 2 – 6,51%.

Para a altura final, o híbrido BRS 659 apresentou maiores alturas para o tratamento Atrazina + Óleo e menores alturas para a capina. Isso pode ter ocorrido devido ao fato da capina ter sido realizada apenas uma vez no estágio fenológico V6 (seis folhas completamente expandidas) das plantas de sorgo. Após a capina, as plantas daninhas podem ter emergido novamente ou até mesmo ter surgido novas plantas. Já ao utilizar o tratamento com herbicidas, o mesmo causa um efeito residual impedindo desenvolvimento das plantas daninhas. Porém a infestação dessas não foi avaliada no estudo. Os tratamentos Mesotriona + Atrazina + Óleo e Bentazona + Óleo, foram iguais estatisticamente. Já para o híbrido BRS 658 não houve diferença em relação aos tratamentos. O híbrido MSE 321 apresentou maiores alturas para a capina e Bentazona + Óleo e menores alturas para Mesotriona + Atrazina + Óleo e Atrazina + Óleo. O Volumax, apresentou maiores alturas para o tratamento Atrazina + Óleo, enquanto que os demais tratamentos não se diferenciaram entre si. O BRS 658 não demonstrou diferença de altura final em relação aos tratamentos utilizados, fato esse não observado para a altura aos 28 DAA.

Em relação aos tratamentos, todos eles apresentam comportamento similar. Observou-se, maiores alturas para os híbridos BRS 658 e BRS 659. E menores alturas foram observadas para os híbridos MSE 321 e Volumax (Tabela 4).

Calvo et al. (2010) afirmam que o crescimento do sorgo nos primeiros estádios vegetativos é relativamente lento, enfatizando maior atenção e necessidade de controle de plantas daninhas nesse período. 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.

Um rápido crescimento inicial do sorgo faria com que ele tivesse uma dianteira competitiva em relação as plantas invasoras. As plantas de sorgo promoveriam um sombreamento que reduziria a interceptação da radiação solar pelas plantas daninhas e retardaria o seu crescimento da parte aérea (DINIZ et al., 2016).

Ao analisar o estande final de plantas e produtividade (biomassa, em massa seca), o BRS 658 apresentou superioridade em relação aos demais híbridos (Tabela 5). Sendo que o MSE 321 apresentou produtividade inferior. Essas variáveis seguiram a mesma tendência da variável altura. Os tratamentos usados não interferiram no estande final.

Tabela 5. Estande final e produtividade dos diferentes tratamentos aplicados aos diferentes híbridos de sorgo.

Híbridos	Estande final	Produtividade MS (Kg/ha)
BRS 659	82421,9 b	4705,1 b
BRS 658	94140,6 a	6946,9 a
MSE 321	71354,2 b	3180,1 c
Volumax	79166,7 b	5149,1 b
Herbicidas		
Testemunha (capina)	85026,0 a	5788,5 a
Mesotriona + Atrazina + Óleo	80208,3 a	3834,3 c
Atrazina + Óleo	82682,3 a	5607,7 a
Bentazona + Óleo	79166,7 a	4750,7 b
Média Geral	81770,8	4995,3
C.V. 1 (%)	8,5	27,8
C.V. 2 (%)	7,9	21,6

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

Ressalta-se que, todos os herbicidas testados causaram redução da matéria seca quando comparados com a testemunha, com exceção da Atrazina + Óleo. Sendo o tratamento Mesotriona + Atrazina + Óleo interferiu na produtividade final (Tabela 5). Loomis e Williams (1963), num estudo de estimativa do nível teórico possível de uma produção, afirmaram que cerca de 90% do peso seco das plantas consiste de produtos da fotossíntese. As folhas, portanto, são importantes como fonte supridora de fotoassimilados para cereais (MAGALHÃES et al., 1999).

Como observado por Freitas et al. (2019), sintomas mais elevados foram observados para aplicação de Atrazina + Mesotriona. Todos os híbridos de sorgo em estudo, dentre eles BRS 658 e BRS 659, tiveram reduções em massa seca, para a aplicação de Atrazina + Mesotriona (Tabela 5).

Com base nos resultados, nota-se a importância de realizar avaliações de sintomas visuais de intoxicação e de crescimento do sorgo, obtido pela matéria seca da parte aérea, para a escolha de herbicidas seletivos. Alguns herbicidas apesar de causarem pouca injúria visual interferem negativamente no acúmulo de matéria seca pela cultura. Assim, torna-se essencial a avaliação conjunta dos sintomas visuais de intoxicação e da produtividade da cultura (SBCPD, 1995).

5. CONCLUSÃO

A utilização de Mesotriona + Atrazina + Óleo não foi seletivo para os híbridos em estudo, promovendo efeitos visuais de fitotoxicidade, redução inicial do crescimento e por fim, redução da biomassa seca (produtividade).

Os herbicidas Atrazina e Bentazona apresentaram menor efeito de fitotoxicidade. Porém o herbicida Bentazona reduziu a produtividade dos híbridos em estudo, portanto não pode ser utilizado para o manejo de plantas daninhas em sorgo forrageiro. Recomenda-se somente o Atrazina.

O híbrido BRS 658 apresentou maior desempenho agrônômico ao ser submetido aos tratamentos para o controle de plantas daninhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIT, J. M.; AL-KHATIB, K.; REGEHR, D. L.; TUINSTRA, M. R.; CLAASSEN, M. M.; GEIER, P. W.; STAHLMAN, P. W.; GORDON, B. W.; CURRIE, R. S. Differential response of grain sorghum hybrids to foliar-applied mesotrione. **Weed Technology**, Champaign, v. 23, n. 1, p. 28-33, 2009.
- AMADOR-RAMÍREZ, M. D. Critical period of weed control in transplanted chili pepper. **Weed Research**, Oxford, v. 42, n. 3, p. 203-209, 2002.
- ARCHANGELO, E.R.; SILVA, J. B.; 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. 2, p. 5966, 2002.
- BIANCO S, BARBOSA JUNIOR AF; PITELLI RA. **Crescimento e nutrição mineral de capim-camalote**. Planta Daninha, 22:375-380, 2004.
- CALVO, C.L.; FOLONI, J.S.S.; BRANCALÃO, S.R. Produtividade de fitomassa e relação c/n de monocultivos e consórcios de guandu-anão, milho e sorgo em três épocas de corte. **Bragantia**, 69:77-86, 2010.
- CATANEO, A.C., VELINI, E.D., ALVES, E., FERREIRA, L.C. Identificação da susceptibilidade diferencial de híbridos de milho (*Zea mays* L.) a mistura dos herbicidas callisto e primóleo, através de determinações bioquímicas e fisiológicas. Boletim Informativo - **Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, Brasil**, v.10, n. Suplemento, p.134-134, 2004.
- CONAB - Companhia Nacional De Abastecimento. **Safra Brasileira de Grãos 2020**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 28 jun. 2020.
- CROON, K.A.; MERKLE, M.G. Effects of bentazon, imazaquim, or chlorimuron on haloxyfop or fluazifop efficacy. **Weed Technology**, Champaign, 2:3640, 1988.
- DINIZ, G. M. M.; BATISTA, R. O.; BORGES, I. D.; SILVEIRA, H. M. Período anterior a interferência de plantas daninhas em sorgo granífero e forrageiro. **Revista brasileira de milho e sorgo**, v. 15, n. 3, p. 470-480. 2016.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistemas de Produção Embrapa – Cultivo de Sorgo**. Disponível em: Acesso em: < <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/> > 21 jan. 2020.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L. **Manual da cultura do sorgo**. Jaboticabal: Funep, 2009.
- FREITAS, D. R. M.; LIMA, R. J. N.; SILVA, A. F. M.; OLIVEIRA, S. M.; SOUSA, L. F. N.; FILHO, R. V. Atrazina e mesotrione, isolados e associados, no desenvolvimento inicial de híbridos de sorgo. **Anais do Congresso Brasileiro de Fitossanidade**. Curitiba, 2019.

FREITAS, R. S.; BORGES, W. L. B.; TEIXEIRA, I. R.; TICELLI, M. Efeito de períodos de controle de plantas daninhas na produtividade de sorgo granífero. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindoia, SP. **Anais...** Águas de Lindoia, SP, 2012. p. 1144-1150.

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**, v. 2012, p. 110, 2012.

GEMELLI, A.; OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J.; BRAZ, G.B.P.; JUMES, T.M.C.; GHENO, E.A.; et al. Estratégias para o controle de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate na cultura milho safrinha. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.12, n.2, p.162-170, 2013.

GREEN, J.M.; OWEN, M.D. Herbicide-resistant crops: utilities and limitations for herbicide-resistant weed management. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.59, n.11, p.5819-5829, 2010.

GUIMARÃES, G. L. Principais fatores comerciais condicionantes da disponibilidade de produtos isolados e em misturas. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS**, 29., 2014, Gramado: 2014. CD ROM.

KHARE, P. D.; SHARMA, S. M.; TIWARI, D. P.; RATHORE, R. S. Nutrients uptake by forage sorghum and weeds as affected by herbicides. **Indian Journal of Weed Science**, v.18, p.231-237, 1986.

LEE, D. L. The discovery and structural requirements of inhibitors of p-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase. **Weed Sci.**, v. 45, n. 4, p. 601-609, 1997.

LOOMIS, R.S., WILLIAMS, W.A. 1963. "Maximum crop productivity: an estimate". **Crop Sci.**, v.3, p.67, 1963.

MAGALHÃES, P. C; RODRIGUES, J. A. S.; DURÃES, F. O. M. **Ecofisiologia do sorgo**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, n. 2,5. ed., Sete Lagoas, 2009.

MAGALHÃES, P.C., DURÃES, F.O.M., OLIVEIRA, A.C., GAMA, E.E.G. Efeitos de diferentes técnicas de despendoamento na produção de milho. **Sci. Agríc.**, v.56, n.1, p.77-82, 1999.

MILLER, J. N.; REGEHR, D. L. Grain sorghum tolerance to postemergence mesotrione applications. In: **Proc. N. Cent. Weed Sci.** 2002. p. 136.

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. 1201-1208, 2011.

OLIVEIRA JR., R. S.; INOUE, M. H. Seletividade de Herbicidas para Culturas e Plantas Daninhas: Protetores ou "Safeners". In: **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. 22. ed. Curitiba, PR: Omnipax Editora Ltda, 2011. cap. 10, p. 254-255.

OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. Mecanismo de Ação de Herbicidas. In: **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Omnipax Editora Ltda: Curitiba - PR, 2011. Cap. 7, p.141-191, 2011.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA (FAO): **Crops**, 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>>. Acesso em: 30 mar. 2020.

PETERSON, D.E.; THOMPSON, C.R.; SHOUP, D.E.; JUGULAM, M. Herbicide Mode of Action. **Kansas State University**, p. 1–28, 2015.

PIMENTEL, G. V.; GUIMARAES, D. F.; MOREIRA, S. G.; AVILA, M. O. T.; MARTINS, I. A.; BRUZI, A. T. Selectivity and Effectiveness of Herbicides in the Grain Sorghum Crop. **Planta Daninha**, v. 37, 2019.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS**, 15., 1984, Belo Horizonte. Resumos... Piracicaba: Auegraf, 1984. p. 37.

PITOMBEIRA, J. B.; CYSNE, J. R. B. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de sorgo forrageiro em cinco ambientes do estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 33, n. 01, p. 20-24, 2004.

RESENDE, A.V.; COELHO, A.M.; SANTOS, F.C.; LACERDA, J.J.J. **Fertilidade do Solo e Manejo da Adubação NPK para Alta Produtividade de Milho no Brasil Central**. Embrapa Milho e Sorgo. (Circular Técnica, 181), p. 1–12, 2012.

RIBAS, P. M. Importância econômica: cultivo do sorgo. Sete Lagoas, MG: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2009. 73p

RIBAS, P. M. **Sorgo: Introdução e importância econômica**. Pag 16. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 26) - Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/16217/1/Doc_26.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2020.

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**, p. 23-31, 2010.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 4. ed. Londrina: IAPAR, 1998. 648p.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. Londrina: UEL, 2011. 697p.

SANS, LUIZ MARCELO AGUIAR; MORAIS, A. D. C.; GUIMARÃES, DANIEL PEREIRA. **Época de plantio de sorgo**. Embrapa Milho e Sorgo, 2003.

SILVA, A. F.; D'ANTONINO, L.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R. **Manejo de plantas daninhas**. In: BORÉM, A. et al (Eds). *Sorgo: do plantio a colheita*. Viçosa: UFV, 2014.

SILVA, AA da; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, Lino Roberto. *Herbicidas: classificação e mecanismo de ação*. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, v. 2, p. 58-117, 2007.

SILVA, J.B.; PASSINI, T.; VIANNA, A.C. **Controle de plantas daninhas na cultura do sorgo**. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.12, n.144, p. 43-45, 1986.

SISTEMA INTEGRAL ASOCIACION NACIONAL DE EMPRESAS COMERCIALIZADORAS (SIANEC): **Sorgo**, 2018. Disponível em: < <http://siafemor.inifap.gob.mx/anec/ficha-tecnica-sorgo.php>>. Acesso em: 14 jul. 2020.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS – SBPCPD. *Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas*. Londrina: 1995. 42 p.

WICHERT, R. A. et al. Technical overview of ZA1296, a new corn herbicide from ZENECA. **Weed Sci. Soc. Am. Abstr.**, n. 39, p. 65, 1999.

APÊNDICE

Apêndice A. Gráfico de regressão da fitotoxicidade aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA) do herbicida tembotrione.

