



GUSTAVO LOPES RIBEIRO

**TOLERÂNCIA DO ALGODOEIRO A HERBICIDAS PÓS-
EMERGENTES**

Lavras – MG

2023

GUSTAVO LOPES RIBEIRO

**TOLERÂNCIA DO ALGODOEIRO A HERBICIDAS PÓS-
EMERGENTES**

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

Profa. Dra. Christiane Augusta Diniz Melo

Orientadora

Me. Marília Mendes dos Santos Guaraldo

Coorientadora

Lavras – MG

2023

GUSTAVO LOPES RIBEIRO

**TOLERÂNCIA DO ALGODOEIRO A HERBICIDAS PÓS-
EMERGENTES**

**TOLERANCE OF COTTON TO POST-EMERGENT
HERBICIDES**

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

Profa. Dra. Christiane Augusta Diniz Melo

Orientadora

Lavras - MG

2023

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha mais profunda gratidão a todos os professores, colaboradores e funcionários desta instituição, que foram fundamentais em minha jornada acadêmica. As aulas, orientações e cada momento compartilhado nesta universidade contribuíram imensamente para a minha formação.

Não poderia deixar de estender meu mais sincero agradecimento aos meus pais, Marinei e Luciano, por seu apoio constante e sacrifícios feitos para que eu pudesse realizar meus estudos.

Agradeço também aos amigos e colegas, cujo apoio e companheirismo tornaram essa jornada universitária mais enriquecedora e memorável. A troca de experiências e aprendizados foi fundamental para meu amadurecimento pessoal e profissional.

À minha professora orientadora, Christiane, expressei minha profunda gratidão pela orientação constante, paciência e apoio ao longo deste percurso acadêmico.

A oportunidade de participar desta graduação foi uma dádiva que me permitiu mergulhar no universo do conhecimento, expandir horizontes e adquirir habilidades que serão fundamentais em minha trajetória profissional. Sou imensamente grato por cada desafio superado, por cada lição aprendida e por todas as oportunidades oferecidas durante este período. Levarei comigo não apenas o conhecimento adquirido, mas também as experiências vividas e os laços construídos ao longo desta jornada.

A Universidade Federal de Lavras será sempre lembrada como um lugar de aprendizado, crescimento e inspiração.

“O vencedor não será o mais forte, será aquele que melhor se adaptar”

Charles Darwin

RESUMO

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de fibra de algodão. No entanto, devido ao aumento da incidência de plantas daninhas de difícil controle e biótipos resistentes e da limitada quantidade de moléculas de herbicidas seletivas registradas para a cultura, o controle de plantas daninhas tem se tornado árduo e eleva o custo de produção ao agricultor. Nesse contexto, objetivou-se com o trabalho avaliar a tolerância do algodoeiro a diferentes herbicidas pós-emergentes. O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições em casa de vegetação. Os tratamentos consistiram em 19 moléculas herbicidas mais uma testemunha sem aplicação. Sementes da cultivar DP 1536 B2RF foram semeadas em vasos de 10 dm³. No estágio V4 foi realizada a aplicação dos seguintes herbicidas (g i.a. ha⁻¹): 1-testemunha, sem aplicação de herbicida, 2- chlorimuron (15); 3- quinclorac (187,5); 4- s-metolachlor (960); 5- ethoxysulfuron (24); 6- imazapic (98); 7- metsulfuron-methyl (1,98); 8- flumioxazin (15); 9- cloransulam(19,9); 10- bentazon (720); 11- fomesafen (225); 12- fluazifop+fomesafen (187,5 + 187,5); 13- quinclorac(375); 14- imazamox + bentazon (21 + 450); 15- florpirazifen-benzil (20); 16- cialofop-butílico (180); 17- mesotrione (120); 18- mesotrione + atrazine (100 + 1000); 19- atrazine (2000) e 20- diclosulam (20). Foram avaliadas a fitotoxicidade, altura, diâmetro do caule e número de folhas aos 7, 14, 21, 35 e 50 dias após a aplicação (DAA) e aos 50 DAA a massa da matéria seca total (MST), após secagem em estufa. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias agrupadas pelo Teste de Scott Knott (p<0,05). Todos os tratamentos, excetuando-se cialofop-butílico, provocaram algum nível de dano por fitotoxicidade, em todas as avaliações. Quanto à altura aos 50 DAA o tratamento cialofop-butílico não apresentou redução. Aos 50 DAA os tratamentos com quinclorac (375), quinclorac (187,5) e cialofop-butílico não tiveram diferença significativa de diâmetro com a testemunha. Aos 50 DAA sete moléculas não apresentaram redução do número de folhas. Os tratamentos com cialofop-butílico, s-metolachlor, ethoxysulfuron e quinclorac (187,5) provocaram reduções da MST, na média de 16%, 28%, 35% e 35% respectivamente. Portanto, o algodoeiro é potencialmente tolerante às moléculas cialofop-butílico (180), s-metolachlor (960), ethoxysulfuron (24) e quinclorac (187,5), podendo estas, serem base para estudo de doses, momento de aplicação, eficácia de controle de plantas daninhas na cultura do algodão e impacto sobre a produtividade e qualidade de fibra.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*. Seletividade. Fitotoxicidade

ABSTRACT

Brazil is one of the largest producers and exporters of cotton fiber. However, due to the increased incidence of difficult-to-control weeds and resistant biotypes and the limited quantity of selective herbicide molecules registered for the crop, controlling weeds has become difficult and increases production costs for farmers. In this context, the objective of the work was to evaluate the tolerance of cotton plants to different post-emergent herbicides. The experiment was set up in a completely randomized design, with four replications in a greenhouse. The treatments consisted of 19 herbicide molecules plus a control without application. Seeds of the cultivar DP 1536 B2RF were sown in 10 dm³ pots. At stage V4, the following herbicides were applied (g a.i. ha⁻¹): 1-control, without herbicide application, 2-chlorimuron (15); 3- quinclorac (187.5); 4- s-metolachlor (960); 5- ethoxysulfuron (24); 6- imazapic (98); 7-metsulfuron-methyl (1.98); 8- flumioxazin (15); 9- cloransulam(19.9); 10- bentazon (720); 11-fomesafen (225); 12- fluazifop+fomesafen (187.5 + 187.5); 13- quinclorac(375); 14- imazamox + bentazon (21 + 450); 15- florpirazifen-benzyl (20); 16- cialofop-butyl (180); 17- mesotrione (120); 18- mesotrione + atrazine (100 + 1000); 19- atrazine (2000) and 20- diclosulam (20). Phytotoxicity, height, stem diameter and number of leaves were evaluated at 7, 14, 21, 35 and 50 days after application (DAA) and at 50 DAA the total dry matter mass (DMM), after oven drying. The data were subjected to analysis of variance and the means were grouped using the Scott Knott Test ($p < 0.05$). All treatments caused some level of damage due to phytotoxicity, in all evaluations, with the exception of cialofop-butyl. Regarding height at 50 DAA, cialofop-butyl treatment did not show any reduction. At 50 DAA, treatments with quinclorac (375), quinclorac (187.5) and cialofop-butyl had no significant difference in diameter with the control. At 50 DAA, seven molecules did not show a reduction in the number of leaves. Treatments with cialofop-butyl, s-metolachlor, ethoxysulfuron and quinclorac (187.5) caused reductions in MST, averaging 16%, 28%, 35% and 35% respectively. Therefore, the cotton plant is potentially tolerant to the molecules cialofop-butyl (180), s-metolachlor (960), ethoxysulfuron (24) and quinclorac (187.5), which can be the basis for studying doses, timing of application, efficacy of weed control in cotton cultivation and impact on productivity and fiber quality.

Keywords: *Gossypium hirsutum*. Selectivity. Phytotoxicity

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Massa da matéria seca da parte aérea das plantas de algodão aos 50 dias após a aplicação (DAA) de diferentes moléculas herbicidas em pós-emergência.31
- Figura 2** - Massa da matéria seca do sistema radicular das plantas de algodão aos 50 dias após a aplicação (DAA) de diferentes moléculas herbicidas em pós-emergência.....32
- Figura 3** - Massa da matéria seca de estrutura reprodutiva das plantas de algodão aos 50 dias após a aplicação (DAA) de diferentes moléculas herbicidas em pós-emergência33
- Figura 4** - Massa da matéria seca total das plantas de algodão aos 50 dias após a aplicação (DAA) de diferentes moléculas herbicidas em pós-emergência.35
- Figura 5** - Sintomas em plantas de algodão submetidas a diferentes herbicidas. Vaso da esquerda=testemunha sem herbicida e vaso da direita=com herbicida. DAA=dias após a aplicação.36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Espécies de plantas daninhas em áreas algodoeiras dos núcleos de produção de Mato Grosso, com biótipos resistentes a herbicidas	16
Tabela 2 - Características físico-químicas do solo utilizado no experimento.....	22
Tabela 3 - Relação dos tratamentos e doses utilizadas.	22
Tabela 4 - Escala de Frans: avaliação da fitotoxicidade das plantas.	23
Tabela 5 - Fitotoxicidade nas plantas de algodão aos 7, 14, 21, 35 e 50 dias após a aplicação (DAA) de diferentes moléculas herbicidas em pós-emergência.	25
Tabela 6 - Altura de plantas de algodão aos 7, 14, 21, 35 e 50 dias após a aplicação (DAA) de diferentes moléculas herbicidas em pós-emergência.....	27
Tabela 7 - Diâmetro de caule das plantas de algodão aos 7, 14, 21, 35 e 50 dias após a aplicação (DAA) de diferentes moléculas herbicidas em pós-emergência.	29
Tabela 8 - Número de folhas das plantas de algodão aos 7, 14, 21, 35 e 50 dias após a aplicação (DAA) de diferentes moléculas herbicidas em pós-emergência.	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 A cultura do algodão	12
2.2 Plantas daninhas na cotonicultura	14
2.3 Uso de herbicidas na cotonicultura	17
2.3.1 Herbicidas pós-emergentes com potencial de uso na cotonicultura	19
2.4 Fitotoxicidade e seletividade	20
3 METODOLOGIA	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5 CONCLUSÕES	39
REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

A cotonicultura é uma atividade de grande relevância no país, por ser uma grande e importante fonte de empregos e de renda no campo. A cultura do algodão integra uma atividade agrícola de grande importância na parte social e econômica (SILVA *et al.*, 2009).

Na safra 2022/23, a área plantada de algodão chegou a 1.658.500 ha (ABRAPA, 2023), nos dias atuais o Brasil é o quarto do ranking de produção mundial com aproximadamente 3.170.066 toneladas, e o segundo maior exportador atrás apenas dos Estados Unidos (FAS USDA, 2023). A posição do Brasil como grande produtor e exportador possibilita elevado ganho econômico, visto que, a balança comercial anual de algodão do Brasil fechou com o saldo positivo de 2.827.168.154 US\$ na safra 22/23 (COMEX STAT, 2023). Além disso, a cultura tem elevado potencial de crescimento, em estudo realizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2020), as projeções para o algodão em pluma indicam a produção de 3,8 milhões de toneladas na safra 2029/30.

Há diversos desafios no campo para a produção de algodão, dentre eles está o controle de plantas daninhas, cuja presença na cultura pode causar danos na qualidade e produtividade devido à competição por luz, água e nutrientes (BARROSO *et al.*, 2020). Além disso, as plantas daninhas também podem afetar a qualidade de fibra do algodão, pois o crescimento excessivo das plantas daninhas pode levar contaminação por impurezas, sementes e espinhos que ficam aderidos à pluma, quanto pela perda das qualidades físicas da fibra, devido ao grande potencial competitivo que impõem à cultura, sem contar o potencial de tingimento das fibras no momento da colheita. O dano indireto pode ser causado pelo aumento da presença de pragas e doenças, que encontram nas plantas daninhas abrigo e fonte de alimento, e podem prejudicar ainda mais o desenvolvimento das plantas de algodão. Sendo assim, o controle adequado das plantas daninhas é fundamental para garantir a produtividade e qualidade do algodão (SILVA *et al.*, 2021).

A maioria do algodão (*Gossypium hirsutum* L.) produzido no Brasil ocorre em biomas de cerrado, como no Mato Grosso, maior estado produtor brasileiro (CONAB, 2023). Nos cerrados há grandes áreas destinadas à agricultura, sendo grandes áreas de plantio, nas quais são utilizadas práticas de manejo de plantas daninhas majoritariamente por meio de controle químico (GUIMARÃES; HRYCYK; MENDONÇA, 2007). O uso de herbicidas tornou-se rotina no manejo de plantas daninhas da cultura do algodão, ocorrendo em diversas épocas de aplicação como pré-semeadura, pós-semeadura incorporado, pré-emergência, pós-

emergência e dirigida (TAKIZAWA, 2000). Entretanto, devido à pressão de seleção causada pela aplicação dos mesmos produtos, já foram manifestados diversos relatos de produtores referentes a suspeita da ocorrência de biótipos de buva (*Conyza spp.*), capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) resistentes a glifosato em diversos municípios do Mato Grosso (SILVA *et al.*, 2017).

O algodoeiro apresenta uma baixa tolerância aos herbicidas e competição com plantas daninhas durante todo o ciclo (EMBRAPA, 2017), além disso, há poucas moléculas herbicidas seletivas registradas para a aplicação em pós-emergência para o algodoeiro (AGROFIT, 2023). É maior a escassez de herbicidas registrados para o controle de folhas largas nesta cultura, por este motivo foram desenvolvidos os materiais transgênicos de algodão RR[®] e LL[®], que apresentam tolerância aos herbicidas glyphosate e amônio-glufosinate, respectivamente (MONQUERO, 2005).

Nesse contexto, objetivou-se com esse trabalho, avaliar a tolerância do algodoeiro a herbicidas pós-emergentes que ainda não possuem registro para a cultura, identificando a seletividade de herbicidas com os seguintes mecanismos de ação, Inibidores da ACCase (acetilCoA carboxilase); Inibidores da ALS (Acetolactato sintase); Inibidores do fotossistema II (PSII); Inibidores da Protoporfirinogênio oxidase (PPO/PROTOX); Inibidores da síntese de ácidos graxos de cadeia muito longa (VLCFAs); inibidores da HPPD (Hidroxifenil Piruvato Dioxigenase) e Mimetizadores de auxina.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do algodão

Dentre vários setores do agronegócio, a cultura do algodão é uma das que se destacam no Brasil. Uma das fibras vegetais mais antigas que se tem registro é a de algodão, o qual é produzido em quase todos os continentes. Do algodoeiro quase tudo é aproveitado, principalmente, a fibra e a semente (MELO FILHO; RICHETTI, 2003). Segundo a Associação Matogrossense dos Produtores de Algodão (AMPA, 2023) os povos nativos do Brasil já conheciam o algodão e dominavam o seu plantio, antes mesmo do descobrimento pelos portugueses. Já a produção comercial de algodão começou nos estados da Região do Nordeste e o primeiro grande produtor foi o Maranhão que, em 1760, exportou para a Europa as primeiras sacas do produto. Bélot, Barros e Miranda (2016) descreveram a evolução do cultivo de algodão no Brasil em três ciclos.

O primeiro ciclo, do final do século XVIII até finais da década de 1980, caracterizou-se pela produção extensiva de algodão arbóreo no Semiárido do Nordeste. Em 1974, a produção arbórea representava um quarto da produção nacional.

No segundo ciclo, nos anos 80 até meados da década de 1990, foi baseado na produção de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) nos estados de São Paulo e Paraná, que estava relacionado ao emprego de mão de obra familiar, reduzido uso de insumos químicos e baixo nível de mecanização. O cultivo arbóreo diminuiu bastante sua participação.

O terceiro ciclo, que iniciou no final da década de 1990 e persiste atualmente, foi marcado pelo uso intensivo de insumos químicos, mecanização completa e associação de algodão herbáceo com as culturas de soja e milho dentro do sistema de produção. A produção arbórea foi praticamente extinta, enquanto a produção nacional de algodão destacou-se no mercado internacional. Nos dias atuais, os maiores estados produtores de algodão no Brasil são Mato Grosso, Bahia, Mato Grosso do Sul, Goiás, Maranhão e Minas Gerais, respectivamente (ABRAPA, 2023).

A área plantada de algodão chegou a 1.658.500 ha plantados na safra 22/23 (ABRAPA, 2023), sendo que, atualmente o Brasil é o quarto do ranking de produção mundial com aproximadamente 3.170.066 toneladas, e o segundo maior exportador atrás apenas dos Estados Unidos (FAS USDA, 2023). A relevância da cultura no mercado nacional e internacional, faz com que aconteçam grandes movimentações econômicas em torno dela, visto que, a balança comercial anual de algodão do Brasil fechou com o saldo positivo de 2.827.168.154 US\$ na safra 22/23 (COMEX STAT, 2023).

Atualmente a cultura do algodão no Brasil é altamente tecnificada e devido à adoção de tecnologias, a área de plantio da cultura do algodão no Brasil diminuiu para menos da metade, desde 1982 que era de 3.826,6 mil hectares para 2023, chegando a 1.663,7 mil hectares, e ainda sim foram observados no mesmo período, incrementos de produtividade na ordem de 905% (CONAB, 2023).

O Brasil tem como vantagem para a produção de algodão ser um país predominantemente tropical, pois o gênero do algodão é conhecido por sua adaptação nas regiões tropicais e subtropicais, sendo os fatores abióticos, também conhecidos na agricultura como fatores climáticos e edáficos, como a temperatura, precipitação pluvial, umidade, solo e a luminosidade, os maiores influenciadores em sua qualidade (VICCARI; SANTOS; SILVA, 2018). O algodão herbáceo é uma planta muito exigente em qualidade de solo, desenvolvendo-se bem em solos com elevada fertilidade, com propriedades físicas adequadas, bem drenados, estruturados e profundos (CARVALHO; FERREIRA; STAUT, 2011). Como essa cultura possui

um sistema radicular bem desenvolvido, sensível à acidez e com elevada demanda de nutrientes, torna-se necessário o monitoramento constante, correção e aplicação anual e adequada de fertilizantes para a manutenção de níveis de suficiência no solo e consequente obtenção de alta produtividade (ROSOLEM; MELLIS, 2010). Já os fatores bióticos, como os microrganismos, insetos e plantas daninhas são responsáveis por causar diversos problemas na cultura do algodão, reduzindo produtividade e causando perdas na qualidade da fibra, desvalorizando o produto principal a ser comercializado (ECHER, 2014).

2.2 Plantas daninhas na cotonicultura

O algodoeiro é uma espécie bastante sensível à interferência imposta por plantas daninhas, destacando-se a competição por fatores de crescimento (água, luz e nutrientes), a liberação de substâncias alelopáticas e a multiplicação de insetos-praga e doenças, que retardam o desenvolvimento da cultura (BALLAMINUT, 2009). Além disso, as plantas daninhas podem promover decréscimo na qualidade do produto colhido e dificultar a realização da colheita da cultura (FREITAS, 2003).

Um dos primeiros desafios do cultivo do algodão baseia-se no ciclo longo. A cultura apresenta baixa tolerância aos herbicidas e competição com plantas daninhas durante todo o ciclo (EMBRAPA, 2017). O fato desta cultura apresentar ciclo longo e ciclo inicial lento, ao contrário de plantas daninhas que inicialmente crescem rápido e algumas podem atingir a idade adulta após um mês de emergência, deixa a cultura em desvantagem para competir. Outro fator de desvantagem do algodoeiro na competição é devido seu metabolismo (C3), que apresenta elevada taxa de fotorrespiração, baixa taxa de fotossíntese líquida e dificuldade de translocação dos assimilados produzidos nas folhas para o resto da planta (BALLAMINUT, 2009). Em diferentes espaçamentos e épocas de cultivo, verificou-se que o período crítico de prevenção da interferência (PCPI) no algodoeiro foi entre 8 e 65 dias para o espaçamento de plantio de 0,90 m, entre 4 e 59 dias para o espaçamento de 0,76 m e entre 3 e 33 dias para o espaçamento de 0,45 m (RAIMONDI *et al.*, 2014). Isso mostra que mesmo com o cultivo muito adensado, ainda assim, o período de interferência é longo, expondo a necessidade e a importância do controle de plantas daninhas nesta cultura.

Algumas plantas daninhas são mais frequentes nas áreas de produção de algodão, conforme apresentado no quadro abaixo:

Quadro 1 - Algumas das plantas daninhas mais frequentes nas áreas de produção de algodão

Plantas daninhas	Descrição
Capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>)	Gramínea anual, encontrada em todo território brasileiro. Possui frutos espinescentes, os quais ferem os trabalhadores, grudam nas vestimentas e nos pelos dos animais, o que auxilia no processo de disseminação da espécie. Ao aderir na pluma do algodão, compromete a qualidade final do produto.
Capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i>)	Gramínea anual, entouceirada que se desenvolve em todo o país. Apresenta colmos cilíndricos a achatados, finos, eretos, podendo alcançar até 0,6 m de altura. Hospedeira de fungos do gênero <i>Piricularia</i> . A infestação em campo pode ser inibida por meio do cultivo de milheto (<i>Pennisetum glaucum</i>), espécie inserida no sistema de produção do algodão safra com a finalidade de produção de palha.
Picão-preto (<i>Bidens spp</i>)	Herbáceas anuais que se desenvolvem em todos os ambientes do país, sua altura varia de 5 a 10 cm de comprimento. Possui frutos que aderam nas vestimentas e nos animais, o que auxilia na disseminação da espécie. Ao aderir na pluma do algodão, compromete a qualidade final do produto.
Corda-de-viola (<i>Ipomoea spp</i>)	Herbáceas perenes que se desenvolvem em todo o país. Apresentam caule trepador, cilíndrico, que ramificam em longos ramos. Propagação por sementes. Sua presença, além de competir com a cultura, também compromete a qualidade da fibra do algodão. Podem, ser hospedeiras de nematoides como nematoide-das-galhas (<i>Meloidogyne spp</i>) e nematoide-das-lesões (<i>Pratylenchus spp</i>).
Caruru (<i>Amaranthus spp</i>):	Herbáceas anuais que se desenvolvem em todo o país. Podem chegar a até 180 cm de altura, reproduz-se por sementes. Hospedeiras de (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>), fungo causador do mofo-branco.
Traçoeraba (<i>Commelina benghalensis</i>)	Plantas herbáceas perenes que se desenvolvem em todo o País. Atingem de 30 a 60 cm de altura. Reprodução por sementes e pedaços de hastes. Planta daninha tolerante

	ao glyphosate. Hospedeira do nematoide-das-galhas (<i>Meloidogyne spp.</i>) e de percevejos.
--	--

Fonte: Adaptado de Júnior *et al.* (2021)

Muitas plantas daninhas tornam-se de difícil controle, requerendo a mistura de produtos e aplicações sequenciais, além dos biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas em campos de cultivo de algodão (Tabela 1). Segundo Carvalho (2018), a resistência a herbicidas é considerada: “um processo natural ou induzido que pode ser definido como a capacidade que o indivíduo (no caso, planta) possui em sobreviver e se reproduzir após ser exposto ao herbicida, nas condições recomendadas, deixando descendentes viáveis que apresentem capacidade semelhante (hereditária)”. A resistência não pode ser evitada, mas sim prevenida, pois é um processo natural de adaptação das plantas. (CARVALHO, 2018). A prevenção pode ser feita com métodos que evitam a pressão de seleção, como rotação de culturas, herbicidas com pouca atividade residual no solo e otimização de doses e número de aplicações; rotação de mecanismo de ação dos herbicidas, espaçamento adensado, uso de cobertura morta e entre outros (CHRISTOFFOLETI, 2000).

A importância do controle das plantas daninhas na cotonicultura é muito grande, pois, caso não controladas devidamente, podem reduzir a produtividade desta cultura em mais de 90% e, mesmo com algum controle, estima-se que de 15 a 25% da produção mundial de algodão em pluma são perdidos devido à interferência imposta pelas plantas daninhas (BELTRÃO, 2004)

Tabela 1 - Espécies de plantas daninhas em áreas algodoeiras dos núcleos de produção de Mato Grosso, com biótipos resistentes a herbicidas

Planta daninha	Herbicida	Mecanismo de ação
Picão preto (<i>Bidens subalternans</i>)	piritiobaque-sódico e trifoxissulfurom-sódico	Inibidores da ALS
Leiteiro (<i>Euphorbia heterophylla</i>)	piritiobaque-sódico e trifoxissulfurom-sódico	Inibidores da ALS
Caruru (<i>Amaranthus deflexus</i>)	piritiobaque-sódico e trifoxissulfurom-sódico	Inibidores da ALS
Caruru-gigante (<i>Amaranthus retroflexus</i>)	piritiobaque-sódico e trifoxissulfurom-sódico / fomesafen	Inibidores da ALS / inibidores da Protox
Caruru-palmeri (<i>Amaranthus palmeri</i>)	piritiobaque-sódico e trifoxissulfurom-sódico / glifosato	Inibidores da ALS / inibidores da EPSPS

Mentrasto (<i>Ageratum conyzoides</i>)	trifoxysulfuron-sodium	Inibidores da ALS
Buva (<i>Conyza spp.</i>)	piritiobaque-sódico e trifoxissulfurom-sódico / glifosato	Inibidores da ALS / inibidores da EPSPS
Capim-amargoso (<i>Digitaria insularis</i>)	glifosato	Inibidores da EPSPS
Capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>)	clethodim, tepraloxymid e haloxyfop / glifosato	Inibidores da ACCase / inibidores da EPSPS

Fonte: IMAmt, 2020.

2.3 Uso de herbicidas na cotonicultura

Dentre os métodos de controle de plantas daninhas na cotonicultura, destaca-se o controle químico, realizado pela aplicação de herbicidas (DE CARVALHO, 2013).

Há diferentes modalidades de aplicação de herbicidas em relação ao estágio de desenvolvimento da cultura e das plantas daninhas, os quais podem ser em condições de pré-semeadura, incorporado ou não ao solo; em pré-emergência; em pós-emergência e pós-emergência com o jato dirigido. Nas aplicações em pós-emergência, os herbicidas seletivos à cultura podem ser aplicados em área total, já os herbicidas não seletivos devem ser aplicados antes do fechamento das entrelinhas, na forma de jato dirigido, pois se o herbicida atingir as folhas do algodoeiro, ou a casca tenra do ramo e do caule, pode ocasionar-lhe intoxicação (FERREIRA; LAMAS; PROCÓPIO, 2007). Diante disto, é possível perceber a importância de se buscar herbicidas seletivos a cultura.

Hoje no Brasil, há 37 moléculas herbicidas registradas para a cultura do algodoeiro (AGROFIT, 2023), entre elas há boas opções de herbicidas exclusivos para o controle de gramíneas. Contudo, são limitadas as opções de herbicidas seletivos para o algodão visando o controle de folhas largas.

Para fazer o uso de herbicidas é necessário entender como eles funcionam na planta e adquirir informações relativas ao grupo químico e mecanismo de ação. Segundo o Comitê de Ação a Resistência aos Herbicidas (HRAC-BR, 2023) na cotonicultura são utilizados diversos herbicidas com vários mecanismos de ação que são: Inibidores da ACCase (acetil CoA carboxilase); Inibidores da ALS (Acetolactato sintase); Inibidores da fotossíntese no fotossistema II (PSII); Inibidores da fotossíntese no fotossistema I (PSI); Inibidores da Protoporfirinogênio oxidase (PPO/PROTOX); Inibidores da Deoxi-D-Xilulose Fosfato (DOXP) sintase; Inibidores da EPSP sintase (Enol Piruvil Shiquimato Fosfato sintase);

Inibidores da glutamina sintetase; Inibidores da formação de microtúbulos; Inibidores da síntese de ácidos graxos de cadeia muito longa (VLCFAs) e Mimetizadores de auxina.

Segundo HRAC-BR (2023), entre os mecanismos de ação de herbicidas utilizados no manejo em pós-emergência do algodoeiro estão:

Inibidores da ACCase (acetil-CoA carboxilase): Pode-se citar ariloxifenoxipropionatos e ciclohexanodionas como dois grupos químicos de herbicidas com este mecanismo de ação e são utilizados para o controle de gramíneas perenes e anuais, em condições de pós-emergência. Esses herbicidas são geralmente recomendados para culturas pertencentes à classe das eudicotiledôneas (CHRISTOFFOLETI, 2001). Inibem a Acetil Coa carboxilase, que é uma das enzimas responsável pela síntese de ácidos graxos. A enzima atua na fase inicial da síntese de ácidos graxos, que são constituintes dos lipídios que ocorrem nas membranas de células e organelas. Esses lipídios regulam a permeabilidade seletiva (KISSMANN, 2023).

Inibidores da ALS (Acetolactato sintase): Pertencem a diversos grupos químicos, dentre eles as sulfoniluréias, imidazolinonas e triazolopirimidinas e pirimidiloxitiobenzoatos, são herbicidas que inibem a formação da acetolactato sintase, esta que é a primeira enzima na via metabólica de biossíntese dos aminoácidos alifáticos de cadeia ramificada leucina (Leu), valina (Val) e isoleucina (Ile) (CHRISTOFFOLETI, 1997).

Inibidores da EPSP sintase (Enol Piruvil Shiquimato Fosfato sintase): As glicinas são do grupo químico dos herbicidas com este mecanismo de ação. O mecanismo de ação atua na inibição da biossíntese de aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina e triptofano), através da inibição da enzima EPSPs (5- enolpiruvilshikimate-3-fosfato-sintase) na via do shikimato. (MONACO; WELLER; ASHTON, 2000).

Inibidores da glutamina sintetase: Os herbicidas com este mecanismo de ação fazem parte do grupo químico dos ácidos fosfínicos. O mecanismo de ação atua inibindo diretamente a glutamina enzima sintetase na via de assimilação de nitrogênio das plantas. A glutamina sintetase (GS) é a enzima responsável por converter glutamato mais amônia em glutamina. A inibição da GS resulta na diminuição dos níveis de glutamina, que por sua vez resulta na diminuição dos níveis de vários outros aminoácidos vegetais importantes como, glutamato, aspartato, asparagina, alanina e serina, cuja síntese final depende da presença de glutamina (MONACO; WELLER; ASHTON, 2000).

Mimetizadores de auxina: Os benzoatos e fenoxicarboxilatos são alguns dos grupos químicos que possuem esse mecanismo de ação. O local de inibição deste mecanismo de ação não é conhecido, porém, ocorrem em vários locais que perturbam o equilíbrio hormonal, o

metabolismo dos ácidos nucleicos e a síntese proteica, resultando em alteração da atividade das auxinas nas plantas, produzindo paredes celulares enfraquecidas, rápida proliferação celular (crescimento improdutivo) e morte das plantas em vários dias ou semanas (MONACO; WELLER; ASHTON, 2000).

É importante destacar que apesar destes mecanismos de ação serem utilizados em pós-emergência, alguns deles, como os mimetizadores de auxina, inibidores da glutamina sintetase e inibidores da EPSP, apenas podem ser utilizados em algodão com características de tolerância, como o algodão OGM (HRAC-BR, 2023).

2.3.1 Herbicidas pós-emergentes com potencial de uso na cotonicultura

A rotação e o uso de diferentes mecanismos de ação é um dos métodos de diminuir a pressão de seleção e a resistência de plantas daninhas aos herbicidas (CHRISTOFFOLETI, 2000). Em razão disso, mostra-se a importância de ter várias opções de diferentes mecanismos de ação a serem utilizados.

No presente trabalho, foram testados 19 herbicidas comerciais com 7 diferentes mecanismos de ação, sendo eles: Inibidores da ACCase (acetilCoA carboxilase); Inibidores da ALS (Acetolactato sintase); Inibidores da fotossíntese no fotossistema II (PSII); Inibidores da Protoporfirinogênio oxidase (PPO/PROTOX); Inibidores da síntese de ácidos graxos de cadeia muito longa (VLCFAs); inibidores da HPPD (Hidroxifenil Piruvato Dioxigenase) e Mimetizadores de auxina.

Dentre as moléculas testadas, há alguns mecanismos de ação que não são utilizados na cultura do algodoeiro em pós-emergência como:

Inibidores da fotossíntese no fotossistema II (PSII): Os herbicidas atualmente em uso e que apresentam mecanismo de ação de inibição da fotossíntese são pertencentes a três principais grupos químicos: triazinas, ureias substituídas e uracilas (HRAC, 2023). O local de ação destes herbicidas é na membrana do cloroplasto, onde ocorre a fase luminosa da fotossíntese, mais especificamente no transporte de elétrons (CHRISTOFFOLETI, 1997).

Inibidores da Protoporfirinogênio oxidase (PPO/PROTOX): O mecanismo de ação dos herbicidas inibidores da Protox está baseado na inibição da reação de transformação do protoporfirinogênio em protoporfirina. Esta reação é catalizada pela protoporfirinogênio oxidase (PROTOX). Com a inibição desta enzima, presente no cloroplasto, existe um acúmulo de protoporfirinogênio que se desloca do cloroplasto para o citoplasma e em contato com o

oxigênio, na presença de luz, forma radicais livres e provoca a peroxidação de lipídeos das membranas, levando a morte das plantas. (CHRISTOFFOLETI, 1997).

Inibidores da síntese de ácidos graxos de cadeia muito longa (VLCFAs): Pode-se citar α -Cloroacetamidas como um grupo químico pertencentes a esse mecanismo de ação. Os herbicidas com esse mecanismo de ação inibem a enzima acil-CoA elongases, que são responsáveis pela síntese de lipídios de cadeia muito longa, precursores de cera, suberina e cutina, e impedem a síntese de giberelina e transformação de amido em glicose nas gramíneas (OLIVEIRA JR., 2011).

Inibidores da HPPD (Hidroxifenil Piruvato Dioxigenase): As tricetonas são um exemplo de grupo químico com este mecanismo de ação. O mecanismo de ação se dá pela inibição da enzima hidroxifenil piruvato dioxigenase, essencial para a síntese de carotenoides. O caroteno é um pigmento que uma de suas funções é proteção da clorofila da foto-oxidação, por este motivo os sintomas das plantas suscetíveis a ingredientes ativos com esse mecanismo de ação é o albinismo dos tecidos fotossintéticos (MONACO; WELLER; ASHTON, 2000).

2.4 Fitotoxicidade e seletividade

Quando um herbicida entra em contato com uma planta, sua ação é influenciada pela morfologia e anatomia da planta, bem como por numerosos processos fisiológicos e bioquímicos que ocorrem na planta e no ambiente. Esses processos incluem a absorção, translocação, destino molecular do herbicida na planta e efeito do herbicida no metabolismo da planta (MONACO; WELLER; ASHTON, 2000). O termo fitotoxicidade por herbicida retrata qualquer dano visual apresentado pela planta, em razão do seu contato com o defensivo. A fitotoxicidade é resultante de uma complexa interação entre o herbicida, a planta e as condições ambientais (WELLER, 2000), e seus efeitos podem ser muito variáveis.

Dentre os sintomas observados de fitotoxicidade, os mais comuns, são: redução do porte, necroses, murchas, epinastia (aumento do crescimento da superfície de um órgão da planta ou de suas partes, fazendo-o curvar-se para baixo), clorose (esmaecimento do verde em órgãos clorofilados, decorrente da falta de clorofila e, conseqüentemente, amarelecimento), albinismo (planta com pigmentação anormal); encarquilhamento (deformação de órgãos da planta, resultado da hiperplasia ou hipertrofia exagerada de células). A fitotoxicidade resultante de herbicidas sistêmicos, normalmente, é mais danosa ao algodoeiro, em relação a provocada por produtos de contato (FERREIRA; LAMAS; PROCÓPIO, 2007).

A seletividade é um conceito muito importante no controle de plantas daninhas. Devido a esse fenômeno, as plantas daninhas podem ser controladas nas lavouras com herbicidas sem a necessidade de se fazer o uso de jato dirigido e entre outras técnicas protetivas. Para ser útil, o herbicida (ou mistura de herbicidas) deve fornecer um nível aceitável de controle de plantas infestantes, sem prejudicar a cultura a ponto de ocorrer perda de produtividade (MONACO; WELLER; ASHTON, 2000).

Segundo Ferreira; Lamas; Procópio (2007), a seletividade de determinado herbicida geralmente é resultante de um ou mais fatores, como: formulação da molécula herbicida, forma como ele é aplicado (posicionamento no tempo e no espaço), dose, uso de protetores, diferenças anatômicas entre a cultura e as plantas daninhas, diferenças entre as plantas daninhas e culturas nos vários estádios fenológicos, mecanismos fisiológicos de degradação ou metabolização e biotecnologia ou da resistência natural. A seletividade não pode ser determinada somente pela observação ou não de sintomas de fitotoxicidade, pois sabe-se que existem herbicidas que podem reduzir a produtividade da cultura sem produzir-lhes efeitos visuais que possam ser detectados pelos humanos, além do mais, também existem aqueles que ocasionam danos e dependendo do grau de fitotoxicidade, ainda permitem às culturas agrícolas manifestar perfeitamente seus potenciais produtivos (VELINI *et al.* 1992).

Por fim, isto mostra a importância de procurar alternativas de herbicidas seletivos para culturas como o algodão.

3 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Setor de Grandes Culturas da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Campus Universitário Lavras – MG, situada à latitude de 21°13'35" S, longitude 44°58'21" W e altitude de 900 m. O clima de Lavras, segundo a classificação climática de Köppen, é Cwa, temperado chuvoso (mesotérmico) com inverno seco e verão chuvoso.

Foram utilizados vasos de plástico com capacidade de 10 dm³, preenchidos com solo previamente adubado com 443,3 g de ureia (45% N) m⁻³ de solo, 283 g de Cloreto de Potássio (58% de K₂O) m⁻³ de solo e 3333 g de MAP (11% N e 52% P₂O₅) m⁻³ de solo, de acordo com a análise de solo (Tabela 2) e baseando nas recomendações de Novais e Alvarez (2002).

Tabela 2 - Características físico-químicas do solo utilizado no experimento.

Solos	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+AL	CTC	Areia	Argila
	água	dag/kg	mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³				%
	5,60	1,41	0,53	0,16	2,71	0,59	2,20	5,66	28,00	59,00

Legenda: MO: Matéria orgânica; CTC: Capacidade de troca catiônica. P -Na -K -Fe -Zn -Mn -Cu - Extrator Mehlich 1 pH em água, KCl e CaCl₂ -Relação 1:2,5

Fonte: (Do Autor 2023)

No experimento foram utilizados 19 tratamentos, além de uma testemunha sem aplicação (Tabela 3), os tratamentos foram atribuídos de forma inteiramente casualizada (DIC), com quatro repetições.

Tabela 3 - Relação dos tratamentos e doses utilizadas.

Nome comercial	Tratamentos	Dose (g i.a. ha ⁻¹)
-	Testemunha	-
Clipper Sinon [®]	Clorimurom-etílico	15
Facet [®]	Quinclorac	187,5
Dual Gold [®]	S-Metolachlor	960
Gladium [®]	Etoxyssulfuron	24
Plateau [®]	Imazapic	98
Zartan [®]	Metsulfurom-metílico	1,98
Flumyzin 500 SC [®]	Flumioxazin	15
Pacto [®]	Cloransulam-metílico	19,9
Basagran [®]	Bentazon	720
Flex [®]	Fomesafem	225
Flex [®] + Fusilade [®]	Fomesafem + Fluazifop-p-butílico	187,5 + 187,5
Facet [®]	Quinclorac	375
Amplo [®]	Bentazon + Imazamox	450 + 21
Loyant [®]	Florpirauxifen-benzil	20
Clincher [®]	Cialofop-butílico	180
Meristo [®]	Mesotrione	120
Calaris [®]	Mesotrione + Atrazine	100 + 1000
Ultimato SC [®]	Atrazine	2000
Spider [®]	Diclosulam	20

Fonte: (Do autor, 2023)

Realizou-se a semeadura do algodão (*Gossypium hirsutum*) da cultivar DP 1536 B2RF, que possui ciclo precoce e tolerância ao glyphosate, colocando em cada vaso quatro sementes. Foram mantidas até o desbaste feito 18 dias após o plantio, mantendo duas plantas por vaso. Durante a condução do experimento os vasos foram irrigados sempre que necessário visando manter a umidade próxima à capacidade de campo.

No estágio fenológico V4 do algodoeiro foi realizada a aplicação dos herbicidas com uso de um pulverizador costal, com pressão constante mantida por CO₂, acoplado de barra com

ponta tipo leque 11002, a pressão de 2 bar, com volume de calda de 200 L ha⁻¹. Antes da aplicação foi realizada medição da altura de planta (ALT), número de folhas (NF) e diâmetro de caule (DC) do algodoeiro em todas as unidades experimentais para possibilitar a avaliação do impacto dos herbicidas sobre o incremento no crescimento.

Foram realizadas avaliações de (ALT), (NF), (DC) e fitotoxicidade aos 7, 14, 21, 35 e 50 dias após a aplicação (DAA). Aos 50 DAA foi quantificada a massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), massa de matéria seca do sistema radicular (MSSR) e massa de matéria seca de estrutura reprodutiva (MSER).

A altura foi mensurada com o auxílio de uma régua, medindo-se a distância entre colo da planta (rente ao solo) ao meristema apical (cm), o diâmetro de caule também foi mensurado com um paquímetro (cm) e a contagem de folhas foi realizada de forma visual nas plantas.

As avaliações de fitotoxicidade foram realizadas usando a escala de notas proposta por Frans *et al.* (1986), em que 0 corresponde a ausência de injúria e 100 morte das plantas (Tabela 4). Por fim, a MSPA (g), MSSR (g), MSER (g) e MST (g) foram obtidas após a retirada das plantas dos vasos com sistema radicular e parte aérea e secagem em estufa com circulação de ar a 60 °C, até atingir massa constante.

Tabela 4 - Escala de Frans: avaliação da fitotoxicidade das plantas.

%	Descrição das categorias principais	Descrição da fitotoxicidade da cultura
0	Sem efeito	Sem injúria
10	Efeito leve	Leve descoloração ou atrofia
20		Alguma descoloração ou atrofia
30		Injúria mais pronunciada, mas não duradoura
40	Efeito Moderado	Injúria moderada, normalmente com recuperação
50		Injúria mais duradoura, recuperação duvidosa
60		Injúria duradoura, sem recuperação
70	Efeito severo	Injúria pesada, redução de estande
80		Cultura próxima da destruição
90		Raramente restam algumas plantas
100	Efeito total	Destruição completa da cultura

Fonte: (FRANS; CROWLEY,1986).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e quando significativas as médias foram agrupadas pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2003).

Durante a apresentação dos resultados, para não repetir informações contidas nas tabelas, foram realizados cálculos de redução por meio de regra de três usando como referência os valores da testemunha, que representou 100%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificaram-se diferenças percentuais de fitotoxicidade no algodão aos 7, 14, 21, 35 e 50 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA) (Tabela 5). Todos os tratamentos provocaram algum nível de dano por fitotoxicidade, a partir da avaliação feita aos 14DAA, excetuando-se o tratamento cialofop-butílico. Aos 7 DAA apenas os tratamentos cialofop-butílico e quinclorac nas duas doses não apresentaram danos por fitotoxicidade. Os tratamentos bentazon, mesotrione + atrazine e atrazine foram as moléculas mais danosas ao algodoeiro.

Foram observados diversos sintomas de fitotoxicidade referentes aos herbicidas aplicados, desde ausência de injúria (Figura 5A) até efeito total, destruição completa da cultura (Figura 5S).

Tabela 5 - Fitotoxicidade nas plantas de algodão aos 7, 14, 21, 35 e 50 dias após a aplicação (DAA) de diferentes moléculas herbicidas em pós-emergência.

Moléculas herbicidas (g i.a. ha⁻¹)	7 DAA	14 DAA	21 DAA	35 DAA	50 DAA
Atrazine (2000)	70,00 d	96,25 g	100,00 g	100,00 i	100,00 f
Bentazon (720)	92,50 e	98,75 g	100,00 g	100,00 i	100,00 f
Bentazon + Imazamox (450 + 21)	66,25 d	81,25 f	85,00 f	85,25 h	72,50 d
Cialofop-butílico (180)	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
Cloransulam-metílico (19,9)	43,75 c	50,00 d	50,50 d	41,25 d	25,00 b
Clorimurrom-etílico (15)	42,50 c	52,50 d	56,75 d	53,00 e	40,00 c
Diclosulam (20)	43,75 c	50,00 d	53,50 d	48,00 e	37,50 c
Etoxyssulfuron (24)	27,50 b	35,00 c	37,50 c	26,75 c	16,25 b
Florpirauxifen-benzil (20)	50,00 c	55,00 d	53,00 d	50,50 e	40,00 c
Flumioxazin (15)	50,00 c	55,00 d	56,50 d	38,75 d	22,50 b
Fomesafem (225)	65,00 d	70,50 e	68,75 e	56,25 e	41,25 c
Fomesafem + Fluazifop-p-butílico (187,5 + 187,5)	73,75 d	82,50 f	84,25 f	74,25 g	63,75 d
Imazapic (98)	30,00 b	42,50 c	48,75 d	60,00 f	50,00 c
Mesotrione (120)	20,00 b	46,75 d	58,75 d	73,75 g	85,00 e
Mesotrione + Atrazine (100 + 1000)	90,00 e	100,00 g	100,00 g	100,00 i	100,00 f
Metsulfurom-metílico (1,98)	43,75 c	52,50 d	57,50 d	62,50 f	50,00 c
Quinclorac (187,5)	10,00 a	15,00 b	30,00 c	40,00 d	40,00 c
Quinclorac (375)	10,00 a	21,25 b	33,75 c	42,50 d	41,25 c
S-Metolachlor (960)	17,50 b	18,75 b	20,00 b	15,00 b	11,25 b
Testemunha	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
Coefficiente de variação (%)	19,28	15,08	11,14	12,12	20,21

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott Knott ($p < 0,05$).

O tratamento cialofop-butílico (180 g i.a. ha⁻¹) não apresentou fitotoxicidade até os 50 DAA, o que já era esperado, devido ao fato de seu mecanismo de ação ser a inibição da acetil-CoA carboxilase. As espécies latifoliadas, como o algodão, possuem uma forma de acetil-CoA

carboxilase, diferente das gramíneas, não sendo, portanto, afetada pelo herbicida. Sendo assim, os herbicidas inibidores da ACCase não possuem ação inibitória sobre a ACCase de culturas e de plantas daninhas eudicotiledôneas, o que lhes confere alta tolerância a tais compostos (Roman *et al.*, 2005).

O tratamento etoxyssulfuron (24 g i.a. ha⁻¹), apresentou sintomas de fitotoxicidade nas primeiras avaliações, como amarelecimento, sintoma típico dos herbicidas inibidores da ALS (PORTERFIELD *et al.* 2002). Contudo, as plantas demonstraram recuperação em relação aos sintomas nas outras avaliações (Figura 5 C). Aos 50 DAA os herbicidas etoxyssulfuron, cloransulan-metílico (Figura 5 E), s-metolachlor (Figura 5 B) e flumioxazin (Figura 5 F) formaram o segundo grupo que causou, em média, 18,7% de fitotoxicidade no algodoeiro.

O tratamento Bentazon (720 g i.a. ha⁻¹), ocasionou efeitos de fitotoxicidade total (100%) já aos 21 DAA, ocasionando a morte de plantas (Figura 5 Q). Segundo Roman *et al.* (2005) os sintomas dos inibidores do FSII desenvolvem-se rapidamente, ocasionando a morte das plantas suscetíveis à molécula.

As plantas que receberam o tratamento mesotrione + atrazine (100 + 1000 g i.a. ha⁻¹), apresentaram efeitos de fitotoxicidade total já aos 14 DAA, ocasionando a morte de plantas (Figura 5 R). No trabalho de Cavenaghi *et al.* (2013) foi avaliado controle de plantas de algodão resistente ao glyphosate (RR) à mistura herbicida (glyphosate + mesotrione 930 + 72 g i.a. ha⁻¹) e foi concluído que o herbicida mesotrione associado ao glyphosate foi eficiente no controle de plantas de algodoeiro no estágio V2, o que reforça a não seletividade da molécula mesotrione para o algodoeiro. Já o herbicida atrazine segundo Ferreira; Lamas; Procópio (2007) quando é aplicado em pós-emergência dos algodoeiros, em jato dirigido nas suas entrelinhas, e atinge as folhas do algodoeiro, é absorvido rapidamente e, neste caso, atua por contato, provocando o amarelecimento entre as nervuras, do tipo folha “carijó”, e, às vezes, necrose localizada dos tecidos atingidos. Dessa forma, fica evidenciado a suscetibilidade da cultura a este herbicida, isto também esclarece o tratamento atrazine (2000 g i.a. ha⁻¹), apresentarem efeitos de fitotoxicidade total aos 21 DAA e ocasionarem a morte de plantas (Figura 5 S). Tais moléculas associadas ou a atrazine isolada constituem ferramentas para a destruição da soqueira do algodoeiro, atividade legalmente exigida na cultura e fundamental para reduzir os problemas com patógenos e com o bicudo-do-algodoeiro nas próximas safras.

Aos 7 DAA somente o tratamento quinclorac (187,5) não obteve diferença significativa em referência à testemunha, já os demais tratamentos afetaram a altura de plantas (Tabela 6). Aos 14 DAA todos os tratamentos provocaram redução no crescimento em altura

comparados à testemunha. As plantas submetidas aos tratamentos s-metolachlor, quinclorac (375), quinclorac (187,5) e flumioxazin apresentaram uma redução média de 9,87% aos 21 DAA. Aos 35 DAA os tratamentos representados por quinclorac (187,5), flumioxazin, cialofop-butílico, etoxyssulfuron, s-metolachlor, quinclorac (375) e cloransulam-metílico apresentaram redução de altura média de 27,58%. Em relação à altura aos 50 DAA somente não houve diferença significativa entre a testemunha e ao tratamento cialofop-butílico, já agrupados no segundo grupo cloransulam-metílico, flumioxazin, s-metolachlor, quinclorac (187,5) e etoxyssulfuron causaram redução média de 28,6%.

Tabela 6 - Altura de plantas de algodão aos 7, 14, 21, 35 e 50 dias após a aplicação (DAA) de diferentes moléculas herbicidas em pós-emergência.

Moléculas herbicidas (g i.a. ha ⁻¹)	7DAA	14DAA	21DAA	35DAA	50DAA
Atrazine (2000)	2,37 f	0,00 h	0,00 g	0,00 f	0,00 f
Bentazon (720)	1,37 g	0,00 h	0,00 g	0,00 f	0,00 f
Bentazon + Imazamox (450 + 21)	2,41 f	0,12 h	0,08 g	0,10 f	0,16 f
Cialofop-butílico (180)	7,65 d	13,00 d	21,16 c	32,66 b	44,08 a
Cloransulam-metílico (19,9)	4,56 e	10,58 e	18,7 d	28,75 b	31,44 b
Clorimurom-etílico (15)	4,33 e	3,41 g	5,00 f	6,87 e	16,5 d
Diclosulam (20)	2,16 f	4,19 g	10,41 e	19,58 c	22,19 c
Etoxyssulfuron (24)	9,33 c	16,08 c	21,25 c	32,5 b	33,25 b
Florpirauxifen-benzil (20)	0,00 g	0,80 h	2,91 f	13,58 d	22,25 c
Flumioxazin (15)	6,06 e	12,66 d	24,5 b	33,75 b	34,44 b
Fomesafem (225)	2,92 f	3,75 g	8,66 e	13,75 d	19,00 c
Fomesafem + Fluazifop-p-butílico (187,5 + 187,5)	2,08 f	1,87 h	0,82 g	7,75 e	10,12 e
Imazapic (98)	2,66 f	4,00 g	3,91 f	4,41 f	4,08 f
Mesotrione (120)	5,00 e	6,25 f	4,16 f	3,6 f	0,00 f
Mesotrione + Atrazine (100 + 1000)	2,16 f	0,00 h	0,00 g	0,00 f	0,00 f
Metsulfurom-metílico (1,98)	2,75 f	2,16 h	1,92 g	0,66 f	0,165 f
Quinclorac (187,5)	14,00 a	19,00 b	25,08 b	34,33 b	32,08 b
Quinclorac (375)	11,44 b	14,75 d	26,25 b	30,66 b	23,75 c
S-Metolachlor (960)	11,62 b	18,06 c	26,66 b	32,08 b	33,91 b
Testemunha	14,50 a	21,08 a	35,08 a	44,33 a	46,58 a
Coeficiente de variação (%)	20,28	19,01	14,08	18,95	22,01

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott Knott ($p < 0,05$).

O tratamento cloransulam-metílico (19,9 g i.a. ha⁻¹), pertence ao grupo dos herbicidas com o mecanismo de ação inibidores da ALS (Acetolactato sintase) e provocou redução de altura. Morte do meristema apical e redução do crescimento da planta são sintomas típicos dos inibidores da ALS (PORTERFIELD *et al.*, 2002).

No que diz respeito ao diâmetro (Tabela 7), aos 7 DAA e 14 DAA cialofop-butílico, s-metolachlor, quinclorac (187,5), quinclorac (375), etoxyssulfuron e flumioxazin não apresentaram diferença significativa comparados à testemunha. Os tratamentos imazapic, cloransulam-metílico, clorimurom-etílico, diclosulam e mesotrione, agrupados no segundo grupo, apresentaram redução de 64,4% aos 7 DAA.

Aos 21 DAA somente o tratamento cialofop-butílico não apresentou diferença significativa em relação à testemunha, e as plantas submetidas aos tratamentos etoxyssulfuron, quinclorac (187,5), s-metolachlor, quinclorac (375) e flumioxazin apresentaram, em média, uma redução de 11,62%. Os tratamentos cialofop-butílico e quinclorac (187,5) não apresentaram diferença significativa em relação à testemunha aos 35 DAA, já os herbicidas pertencentes ao grupo B, quinclorac (375), etoxyssulfuron, s-metolachlor, cloransulam-metílico e flumioxazin causaram redução de 13,3%.

Aos 50 DAA notou-se que os tratamentos quinclorac (375), quinclorac (187,5) e cialofop-butílico não tiveram diferença significativa de diâmetro com a testemunha. Os tratamentos como s-metolachlor, etoxyssulfuron, flumioxazin, cloransulam-metílico e florigoxifen-benzil, aos 50 DAA, provocaram redução na média de 11,7% em relação à testemunha.

Tabela 7 - Diâmetro de caule das plantas de algodão aos 7, 14, 21, 35 e 50 dias após a aplicação (DAA) de diferentes moléculas herbicidas em pós-emergência.

Moléculas herbicidas (g i.a. ha ⁻¹)	7 DAA	14 DAA	21 DAA	35 DAA	50 DAA
Atrazine (2000)	0,25 c	0,00 e	0,00 f	0,00 f	0,00 f
Bentazon (720)	0,31 c	0,00 e	0,00 f	0,00 f	0,00 f
Bentazon + Imazamox (450 + 21)	0,29 c	0,46 d	0,15 f	0,25 f	0,29 f
Cialofop-butílico (180)	1,52 a	2,70 a	4,10 a	5,05 a	5,25 a
Cloransulam-metílico (19,9)	0,78 b	1,50 b	2,6 c	4,10 b	4,40 b
Clorimurom-etílico (15)	0,71 b	1,15 c	1,83 d	2,76 c	3,30 c
Diclosulam (20)	0,61 b	1,30 b	1,77 d	3,01 c	3,48 c
Etoxyssulfuron (24)	1,41 a	2,32 a	3,30 b	4,25 b	4,43 b
Florpirauxifen-benzil (20)	0,25 c	0,62 d	1,46 d	2,96 c	4,65 b
Flumioxazin (15)	1,30 a	1,95 a	3,06 b	4,03 b	4,27 b
Fomesafem (225)	0,39 c	0,51 d	1,22 e	2,05 d	2,23 d
Fomesafem + Fluazifop-p-butílico (187,5 + 187,5)	0,25 c	0,58 d	0,15 f	0,35 f	0,41 f
Imazapic (98)	0,93 b	1,43 b	2,18 c	2,86 c	3,01 c
Mesotrione (120)	0,60 b	0,85 c	0,81 e	1,16 e	0,00 f
Mesotrione + Atrazine (100 + 1000)	0,40 c	0,00 e	0,00 f	0,00 f	0,00 f
Metsulfurom-metílico (1,98)	0,51 c	0,94 c	1,22 e	1,70 d	1,75 e
Quinclorac (187,5)	1,61 a	2,64 a	3,26 b	4,87 a	5,37 a
Quinclorac (375)	1,33 a	2,35 a	3,11 b	4,35 b	4,93 a
S-Metolachlor (960)	1,68 a	2,46 a	3,13 b	4,13 b	4,48 b
Testemunha	1,70 a	2,56 a	3,59 a	4,81 a	5,02 a
Coeficiente de variação (%)	35,03	22,5	21,97	13,83	11,5

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott Knott ($p < 0,05$).

No tocante ao número de folhas (Tabela 8), ocorreu diferença significativa entre a testemunha e todos os tratamentos aos 7 DAA. Aos 14 DAA s-metalochlor, etoxyssulfuron, flumioxazin, cloransulam-metílico, quinclorac (187,5) e cialofop-butílico não apresentaram diferença significativa em relação à testemunha, sendo agrupados. Aos 21 DAA somente o tratamento s-metalochlor, foi agrupado juntamente com a testemunha. Aos 35 DAA apenas os tratamentos flumioxazin e s-metalochlor integravam o grupo A em conjunto com a testemunha. Porém, aos 50 DAA os tratamentos clorimurom-etílico, quinclorac (187,5), s-metalochlor, etoxyssulfuron, flumioxazin, cloransulam-metílico e cialofop-butílico não apresentaram esta desigualdade em referência à testemunha, mostrando recuperação das plantas, emitindo novas folhas ao longo dos dias de condução do experimento.

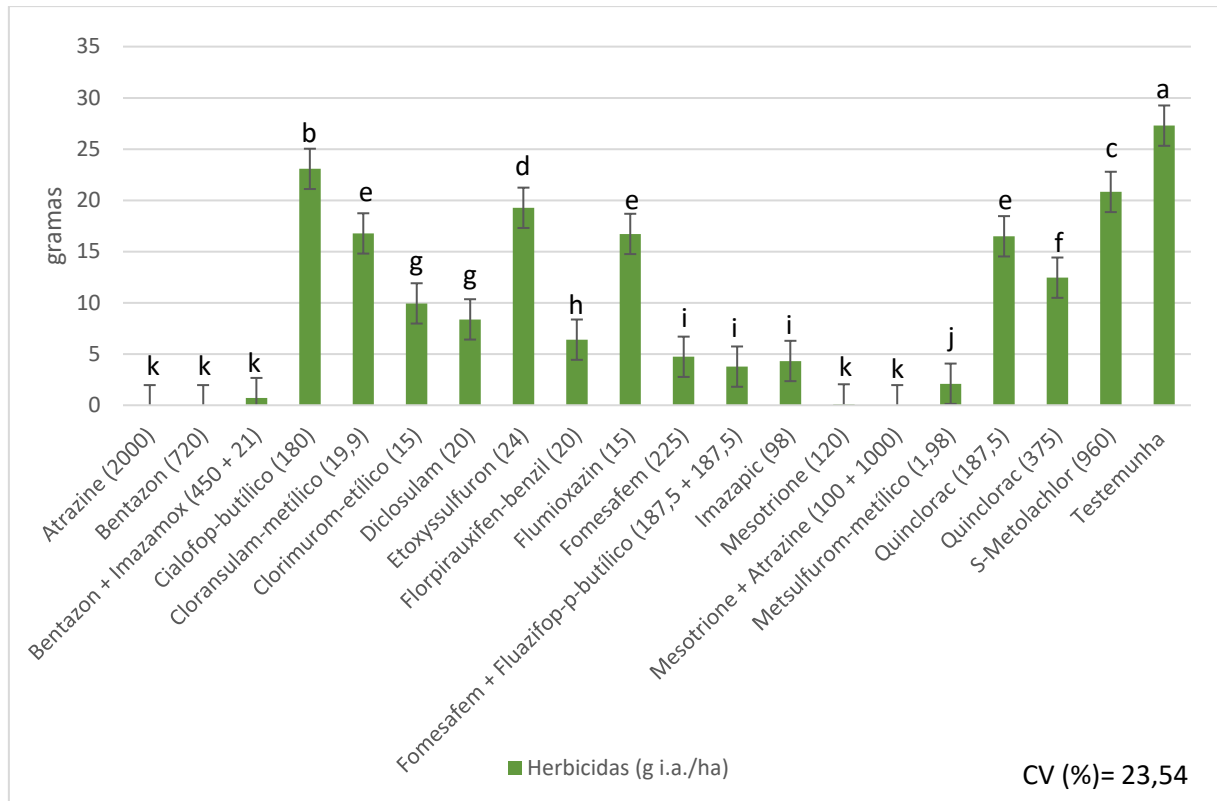
Tabela 8 - Número de folhas das plantas de algodão aos 7, 14, 21, 35 e 50 dias após a aplicação (DAA) de diferentes moléculas herbicidas em pós-emergência.

Moléculas herbicidas (g i.a. ha ⁻¹)	7 DAA	14 DAA	21 DAA	35 DAA	50 DAA
Atrazine (2000)	0,50 g	0,00 e	0,00 g	0,00 g	0,00 f
Bentazon (720)	0,50 g	0,00 e	0,00 g	0,00 g	0,00 f
Bentazon + Imazamox (450 + 21)	0,75 g	0,00 e	0,00 g	0,00 g	0,00 f
Cialofop-butílico (180)	9,00 c	11,5 a	19,62 b	20,66 b	25,5 a
Cloransulam-metílico (19,9)	9,17 c	11,50 a	17,50 c	20,12 b	23,00 a
Clorimurrom-etílico (15)	7,83 c	9,83 b	14,50 d	18,33 b	24,33 a
Diclosulam (20)	5,33 d	7,50 c	16,66 c	15,00 c	19,83 b
Etoxyssulfuron (24)	9,17 c	12,75 a	17,83 c	20,5 b	25,00 a
Florpirauxifen-benzil (20)	0,83 g	0,50 e	3,66 f	9,83 e	14,66 c
Flumioxazin (15)	7,83 c	11,83 a	20,00 b	23,17 a	23,17 a
Fomesafem (225)	4,00 e	4,50 d	8,17 e	5,83 f	11,33 d
Fomesafem + Fluazifop-p-butílico (187,5 + 187,5)	3,50 e	3,00 d	2,17 g	5,33 f	6,37 e
Imazapic (98)	1,00 g	2,00 d	0,00 g	0,00 g	0,00 f
Mesotrione (120)	3,67 e	3,00 d	3,83 f	0,00 g	0,00 f
Mesotrione + Atrazine (100 + 1000)	0,75 g	0,00 e	0,00 g	0,00 g	0,00 f
Metsulfurom-metílico (1,98)	2,37 f	2,00 d	0,33 g	0,00 g	0,00 f
Quinclorac (187,5)	8,50 c	11,17 a	15,00 d	15,33 c	25,87 a
Quinclorac (375)	5,50 d	7,00 c	7,00 e	11,5 d	17,17 c
S-Metolachlor (960)	12,87 a	14,17 a	22,37 a	22,67 a	25,16 a
Testemunha	11,00 b	13,00 a	21,67 a	22,62 a	27,37 a
Coeficiente de variação (%)	17,98	26,19	17,85	18,81	17,01

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott Knott ($p < 0,05$).

Quanto a massa da matéria seca da parte aérea (Figura 1) observou-se, que todos os tratamentos provocaram redução. O tratamento cialofop-butílico foi o que mais se aproximou da testemunha, com uma redução de 15,5%, já os tratamentos s-metolachlor e etoxyssulfuron, também estiveram próximos, em grupos subsequentes, com reduções de 23,7% e 29,4% respectivamente. Os tratamentos flumioxazin, cloransulam-metílico e quinclorac (187,5) causaram redução média de 38,9%. Já o tratamento quinclorac (375) reduziu 55,7%. Os clorimurrom-etílico e diclosulam reduziram 66,4%. O tratamento Florpirauxifen-benzil resultou em redução de 76,5%. Fomesafem, imazapic, fomesafem + fluazifop-p-butílico obtiveram reduções severas na média de 84,3%. Metsulfurom-metílico reduziu 92,3%.

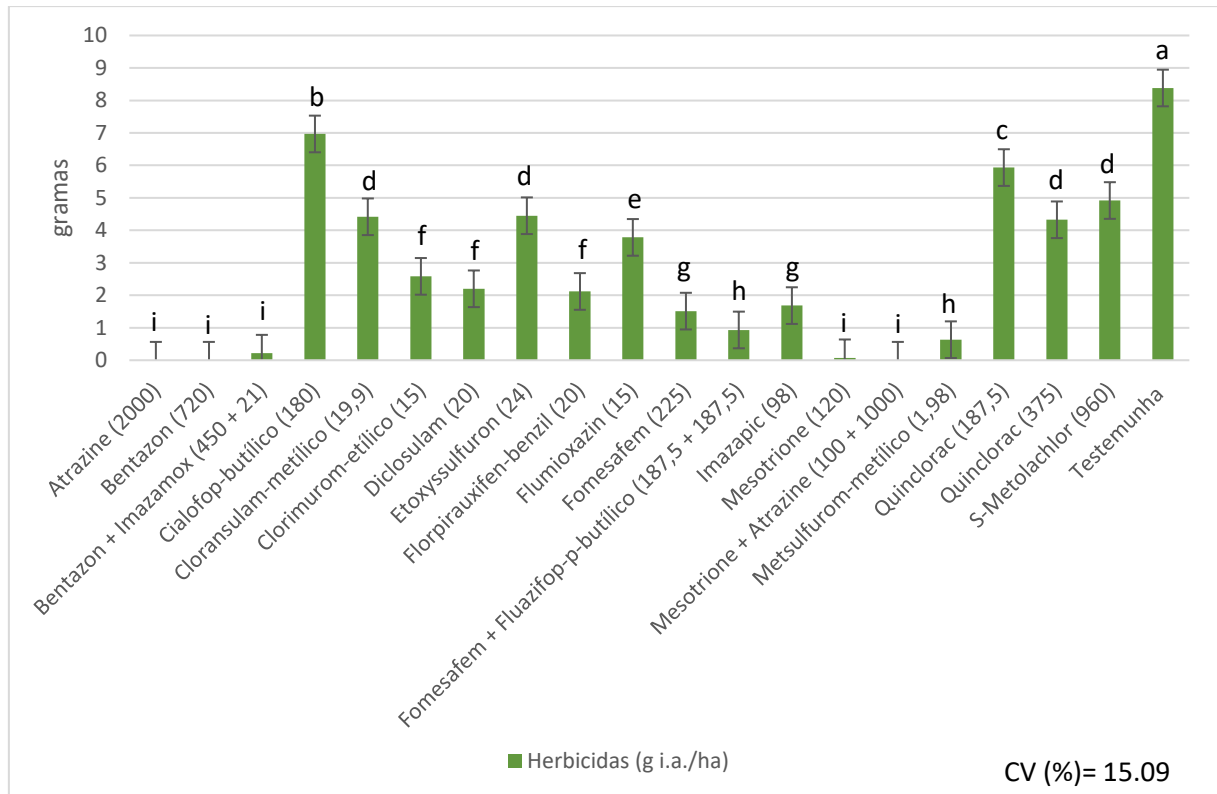
Figura 1 - Massa da matéria seca da parte aérea das plantas de algodão aos 50 dias após a aplicação (DAA) de diferentes moléculas herbicidas em pós-emergência.



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$), os traços representam o erro padrão.

Quanto a massa da matéria seca do sistema radicular (Figura 2), a diferença em relação à testemunha foi significativa em todos os tratamentos, o tratamento cialofop-butílico foi o que esteve mais próximo, no grupo B, com uma redução de 16,9%. O tratamento quinclorac (187,5) causou redução de 29,2%. Os tratamentos s-metolachlor, etoxyssulfuron, cloransulam-metílico e quinclorac (375) provocaram uma redução média em referência a testemunha de 46%. O tratamento flumioxazin apresentou redução de 54,9%. Os tratamentos clorimurom-etílico, diclosulam e florpiauxifen-benzil resultaram em redução média de 72,6%. Imazapic e fomesafem reduziram cerca de 80,9%. Os tratamentos fomesafem + fluazifop-p-butílico e metsulfurom-metílico apresentaram redução de 90,7%.

Figura 2 - Massa da matéria seca do sistema radicular das plantas de algodão aos 50 dias após a aplicação (DAA) de diferentes moléculas herbicidas em pós-emergência.



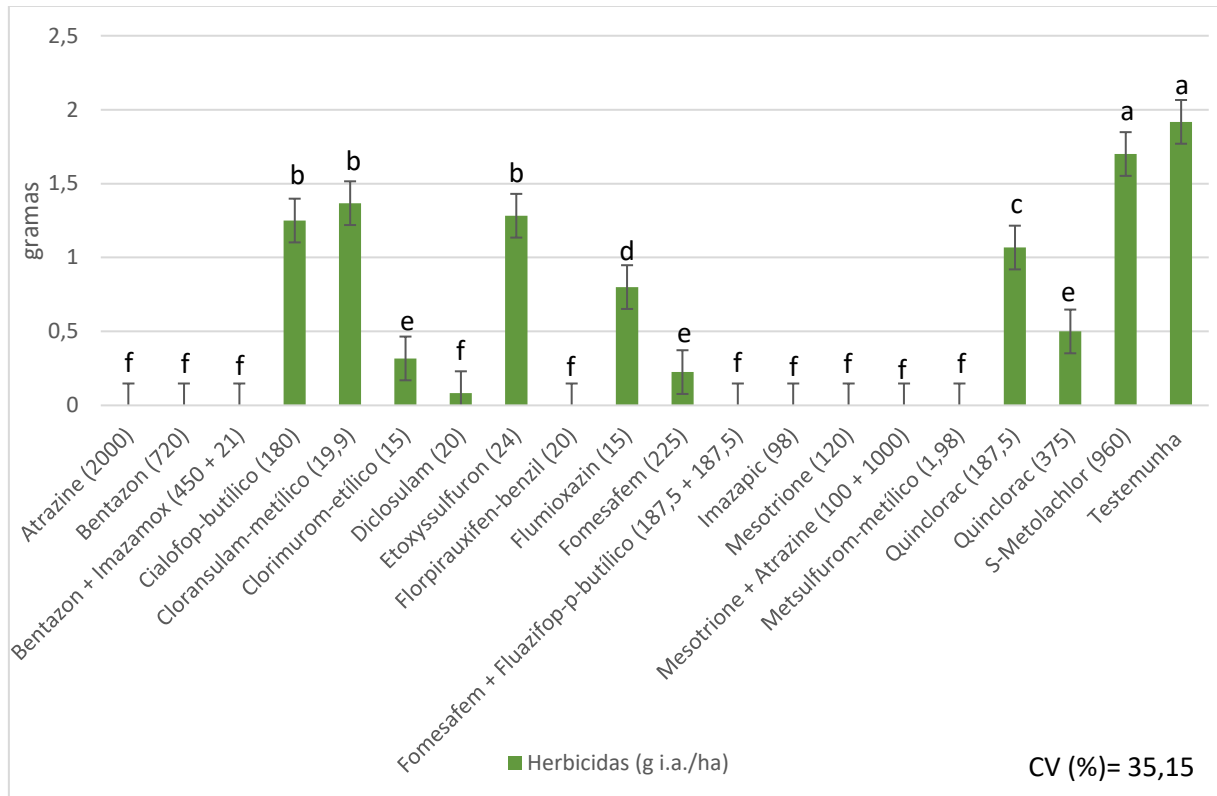
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$), os traços representam o erro padrão.

No tocante a massa de matéria seca de estruturas reprodutivas (Figura 3), o único tratamento que não obteve diferença significativa em relação à testemunha foi o s-metolachlor, embora na MSPA e MSSR tenham se diferenciado. Os tratamentos cloransulam-metílico, etoxyssulfuron e cialofop-butílico resultaram em reduções na média de 32,2%. Os tratamentos, quinclorac (375), clorimurom-etílico e fomesafem resultaram em reduções na média de 89,1% em relação à testemunha. Houve tratamentos que comprometeram o crescimento e desenvolvimento dos algodoeiros, que não formaram estruturas reprodutivas como, imazapic, metsulfurom-metílico, mesotrione, fomesafem + fluazifop-p-butílico, bentazon + imazamox e florpirauxifen-benzil.

Segundo o trabalho de Inoue *et al.* (2014), no qual foi aplicado 21 dias após a emergência do algodão tolerante ao glyphosate (TG) a mistura, glyphosate + s-metolachlor (798 + 1.062 g i.a. ha⁻¹) não foi observado sintoma de fitotoxicidade nas plantas de algodão TG aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) e a produtividade também não foi influenciada. Além disso, a molécula s-metolachlor tem registro para cultura do algodão para aplicação em

pré-emergência das plantas daninhas e da cultura ou em pós-emergência inicial das plantas daninhas, com a cultura possuindo 1 a 2 folhas verdadeiras (AGROFIT, 2023).

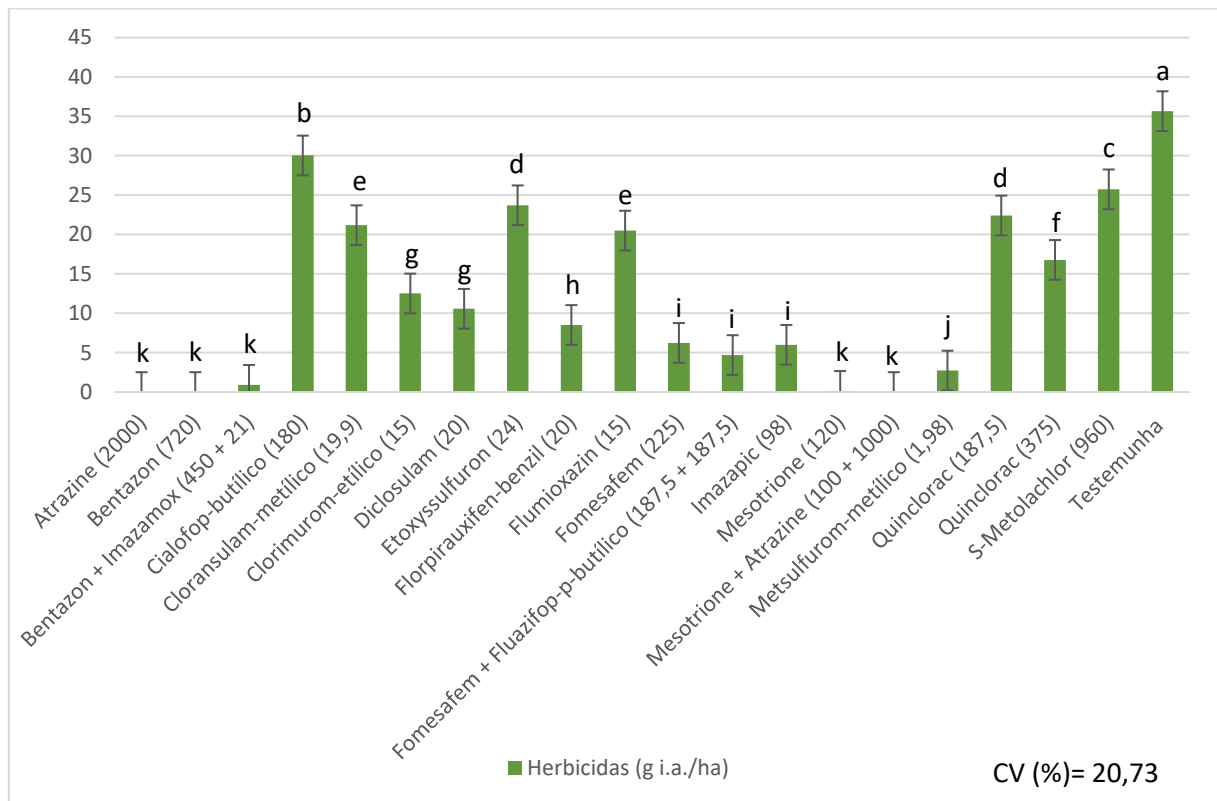
Figura 3 - Massa da matéria seca de estrutura reprodutiva das plantas de algodão aos 50 dias após a aplicação (DAA) de diferentes moléculas herbicidas em pós-emergência.



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$), os traços representam o erro padrão.

Houve diferença significativa da massa de matéria seca total (Figura 4) em relação à testemunha em todos os tratamentos, entretanto, o tratamento com cialofop-butílico apresentou redução de 16% e s-metolachlor de 28%. Já os tratamentos pertencentes ao grupo D, etoxyssulfuron e quinclorac (187,5) provocaram reduções na média de 35%. Os tratamentos do grupo E, flumioxazin e cloransulam-metílico, provocaram maiores reduções de cerca de 38,9%, seguido de quinclorac (375) que resultou em redução de 53%. Clorimurom-etílico e diclosulam apresentaram reduções na média de 32,4%. O tratamento florpirauxifen-benzil apresentou redução de 76,1%. Os tratamentos fomesafem, imazapic e fomesafem + fluazifop-p-butílico resultaram em reduções na média de 84,2%. O tratamento Metsulfurom-metílico provocou redução de 92,3%.

Figura 4 - Massa da matéria seca total das plantas de algodão aos 50 dias após a aplicação (DAA) de diferentes moléculas herbicidas em pós-emergência.



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$), os traços representam o erro padrão.

Apesar das plantas de algodão obterem reduções de MST menores quando submetidas ao tratamento quinclorac ($187,5 \text{ g i.a. ha}^{-1}$), o algodoeiro é uma planta extremamente sensível aos mimetizadores de auxina, mesmo em baixas concentrações (FERREIRA; LAMAS; PROCÓPIO, 2007). Ele interfere na ação da enzima RNAPolimerase e, conseqüentemente, na síntese de ácidos nucleicos e proteínas. É possível que os resultados positivos sejam em razão da dose utilizada do produto de $187,5 \text{ g i.a. ha}^{-1}$, visto que, o tratamento com quinclorac com dose $375 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ apresentou resultados diferentes, alta fitotoxicidade e elevada redução de massa da matéria seca em relação à testemunha. Além disso, os tratamentos que receberam a molécula florpirauxifen-benzil ($20 \text{ g i.a. ha}^{-1}$), sofreram elevadas perdas de MST. Esses resultados são em função de seu mecanismo de ação, já que é uma molécula mimetizadora de auxina, que tem ação direta sobre plantas latifoliadas como o algodoeiro.

As plantas de algodão apresentaram sintomas visuais de fitotoxicidade (Figura 5 F) e diminuição de MST quando submetidas ao tratamento flumioxazin ($15 \text{ g i.a. ha}^{-1}$). Em contrapartida, no estudo de Costa *et al.* (2002), foi aplicado o herbicida flumioxazin na dose de

30 g i.a. ha⁻¹, com adição do óleo mineral assist a 0,5%. A seletividade e a ação fitotóxica sobre a cultura foram avaliadas respectivamente pela produção e por observações visuais da sintomatologia de injúria aos 10 e 25 DAA e não foi constatada injúria e nem diferença significativa na produtividade em relação à testemunha. Em concordância, Raimondi *et al.* (2011), apresentaram que a aplicação de flumioxazin (50 g i.a. ha⁻¹), mesmo que em jato dirigido, apresentou fitotoxicidade nível 6 aos 3 DAA, na escala E.W.R.C., onde 1,0 = ausência de sintomas e 9,0 = morte de todas as plantas.

O tratamento com fomesafem (225 g i.a. ha⁻¹) causou elevadas perdas de MST. Em concordância no trabalho de Ludwig *et al.* (2022), foi avaliado o controle de plantas voluntárias de algodoeiro de diferentes biotecnologias pelo fomesafem aplicado em pós-emergência. Foram utilizadas duas dosagens de fomesafem (62,5 e 250 g ha⁻¹, equivalente a 25 e 100% da máxima dosagem registrada para a cultura da soja, respectivamente). O controle foi excelente de todos os genótipos de algodão testados quando aplicada a máxima dosagem máxima (250 g ha⁻¹), o que reforça a ausência de seletividade da molécula ao algodoeiro.

Bentazon + Imazamox (450 + 21g i.a. ha⁻¹), apresentaram altas reduções MST. O bentazon é um herbicida pertencente ao grupo dos inibidores do FSII, que segundo Roman *et al.* (2005) seus sintomas desenvolvem-se rapidamente e necessitam de luz para se desenvolver. Imazamox pertence ao grupo dos inibidores da ALS, porém não se observou sintomas característicos deste grupo, apresentando sintomas majoritariamente do grupo dos inibidores da FSII, como necrose e clorose, manifestadas rapidamente (Figura 5 O).

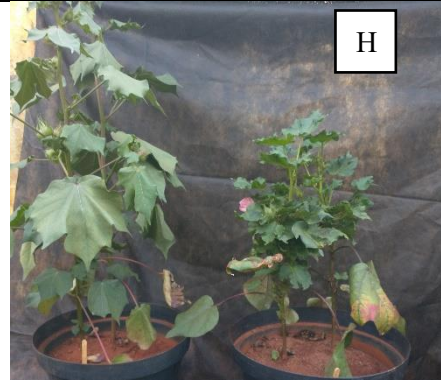
A mistura fomesafem + fluazifop-p-butílico (187,5 + 187,5 g i.a. ha⁻¹), ocasionou grandes redução de MST. Essa redução possivelmente se deve majoritariamente à molécula fomesafem, pois no trabalho Ludwig *et al.* (2022) foi constatado que a molécula fomesafem na dosagem de 250 g i.a. ha⁻¹ controla plantas voluntárias de algodão e segundo Roman *et al.* (2005) as espécies latifoliadas, como o algodão, não são afetadas pelos herbicidas inibidores da ACCase como o fluazifop-p-butílico.

Figura 5 - Sintomas em plantas de algodão submetidas a diferentes herbicidas. Vaso da esquerda=testemunha sem herbicida e vaso da direita=com herbicida. DAA=dias após a aplicação.





Quinclorac (375) - 50 DAA



Clorimurómetílico (15) - 50 DAA



Diclosulam (20) - 50 DAA



Flópiráuxifen-benzil (20) - 50 DAA



Fomesafem (225) - 50 DAA



Imazapic (98) - 50 DAA



Fomesafem + Fluazifop-p-butílico (187,5 + 187,5) - 50 DAA



Metsulfurom-metílico (1,98) - 50 DAA



Bentazon + Imazamox (450 + 21) - 50 DAA



Mesotrione (120) - 50 DAA



Bentazon (720) - 35 DAA



Mesotrione + Atrazine (100 + 1000) - 21 DAA



Atrazine (2000) - 21 DAA

5 CONCLUSÕES

As moléculas atrazine (2000 g i.a. ha⁻¹), bentazon (720 g i.a. ha⁻¹) e a mistura mesotrione + atrazine (100 + 1000 g i.a. ha⁻¹) ocasionaram a morte de plantas e se mostraram não seletivas ao algodoeiro.

O algodoeiro mostrou-se potencialmente tolerante às moléculas cialofop-butílico (180 g i.a. ha⁻¹), s-metolachlor (960 g i.a. ha⁻¹), ethoxysulfuron (24 g i.a. ha⁻¹) e quinclorac (187,5 g i.a. ha⁻¹), podendo estas, serem base para estudo de doses, momento de aplicação, controle de plantas daninhas na cultura do algodão e impacto sobre a produtividade e qualidade de fibra.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT - Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários. **Consulta de ingrediente ativo**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/SDA. 2023. Disponível em:
https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 07 de set, 2023
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO - ABRAPA. **Análises históricas de Área, Produção e Produtividade de Algodão no Brasil**. [S. l.], 15 ago. 2023. Disponível em:
<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNDZhMDlhZjYtZTljNi00NjNmLWIwMDEtOGY4OGE1OTE5ZmE1IiwidCI6IjRhMDk1OGIzLTg4MWQtdNDBmYS05NTU1LTlwODQ1MzdhdjYwZkMyJ9&pageName=ReportSection10c4aa5d90c47641852d>. Acesso em: 21 set. 2023.
- ASSOCIAÇÃO MATOGROSSENSE DOS PRODUTORES DE ALGODÃO (AMPA) – **História do algodão**. Disponível em:
 <http://www.sincti.com/clientes/ampa/site/qs_historia.php> Acesso em: 22 de ago, 2023.
- BALLAMINUT, C. E. C. **Seletividade da cultura do algodoeiro aos herbicidas diuron, clomazone, trifloxysulfuron-sodium e pyriithiobac-sodium**. 2009. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2009.
- BARROSO, A. L. L. *et al.* **Alternativas de controle químico de plantas daninhas em algodão**. Revista de Agricultura Neotropical, v. 7, n. 2, p. 37-43, 2020.
- BECHERE, E. *et al.* **Registration of four upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) genetic stock mutants with tolerance to imazamoxi**. Journal of Plant Registrations, v. 4, n. 2, p. 155-158, 2010.
- BÉLOT, J. L.; BARROS, E. M.; MIRANDA, J. E. Riscos e oportunidades: o bicudo-do-algodoeiro. In: Associação Mato-grossense dos Produtores de Algodão (AMPA), Associação dos Produtores de Soja e Milho de Mato Grosso (APROSOJA-MT), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). **Desafios do cerrado: como sustentar a expansão da produção com produtividade e competitividade**. Cuiabá: Associação Mato-grossense dos Produtores de Algodão, 2016.
- BELTRÃO, N.E. de M. Manejo e controle de plantas daninhas em algodão. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Eds.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. cap.8, p.215-250.
- CARDOSO, G. D. *et al.* Períodos de interferência das plantas daninhas em algodoeiro de fibra colorida 'BRS Safira'. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 3, p. 456, 2010.
- CARVALHO, L. B. **A resistência de plantas daninhas a herbicidas é realmente um grande problema?** Revista Agronomia Brasileira, v.2, n2, p. 1-2, 2018. Disponível: <http://dx.doi.org/10.29372/rab201804>. Acesso: 10/10/2023.

CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, G. B.; STAUT, L. A. **Nutrição, calagem e adubação do algodoeiro**. In: FREIRE, E. C. (Ed.). *Algodão no cerrado do Brasil*. 2. ed. rev. ampl. Aparecida de Goiânia: Mundial Gráfica, 2011. p. 677-752.

CAVENAGHI, A. L. *et al.* **MANEJO QUÍMICO DE PLANTAS VOLUNTÁRIAS DE ALGODÃO RR**. Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, [s. l.], 2013.

CHRISTOFFOLETI, P. J. **Daninhas e Resistentes**. Revista Cultivar, 2000. Disponível: <http://www.grupocultivar.com.br/artigos/daninhase-resistentes>. Acesso: 28/09/2023.

CHRISTOFFOLETI, P.J. **Resistência de plantas daninhas aos herbicidas**. In: I SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, Dourados – MS, EMBRAPA, 1997, p. 75-94.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; CORTEZ, M.G.; MONQUEIRO, P.A. **Bases da Resistência de Plantas Daninhas aos Herbicidas**. In: III Seminário Nacional sobre Manejo e Controle de Plantas Daninhas em Plantio Direto, 2001, Passo Fundo, RS. Resumo de Palestras. Editora Aldeia Norte, Passo Fundo, RS. p.39-53, 2001.

COMEX STAT. **Exportação e Importação Geral**. [S. l.], 15 ago. 2023. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 22 set. 2023.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Levantamento de Safras: Algodão**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>>. Acesso em 29 set. 2023.

COSTA, Eduardo A. D. da *et al.* **Eficácia do herbicida flumioxazin aplicado isoladamente e em mistura com diuron ou diclosulam, e diferentes adjuvantes, em algodão**. Revista Brasileira de Herbicidas, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 23-28, abr. 2002. ISSN 2236-1065. Disponível em: <<https://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/367>>. Acesso em: 01 nov. 2023. doi:<https://doi.org/10.7824/rbh.v3i1.367>.

DE CARVALHO, LEONARDO BIANCO. **PLANTAS DANINHAS**. 1. ed. Lages - SC: [s. n.], 2013.

ECHER, F. R. **O algodoeiro e os estresses abióticos: temperatura, luz, água e nutrientes**. Cuiabá-MT. Instituto Mato-grossense do Algodão - Imamt, 2014. 123 p.

EMBRAPA, **Cultura do Algodão no Cerrado. 2021**. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoof6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7718&p_r_p_996514994_topicoId=7989. Acesso: 20/10/2023.

EMBRAPA. Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira *et al.* Circular nº 109, outubro de 2007. **Sintomas de Fitotoxidez no Algodoeiro**: seção 1, Campina Grande, PB, n. 17, 2007. FERREIRA, Alexandre Cunha de Barcellos; LAMAS, Fernando Mendes; PROCÓPIO, Sérgio de Oliveira. Sintomas de fitotoxidez de herbicidas no algodoeiro. Campina Verde – PB: EMBRAPA, 2007. Circular Técnica 109.

FERREIRA, Daniel Furtado. **SISVAR: A COMPUTER ANALYSIS SYSTEM TO FIXED EFFECTS SPLIT PLOT TYPE DESIGNS. REVISTA BRASILEIRA DE BIOMETRIA**, [S.l.], v., 2003

FRANS, R.E., R. *et al.* **Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices.** South. Weed Sci. Soc., v.3, p.29-46, 1986.

FREITAS, R. S. **Interferência de plantas daninhas na cultura do algodão.** Revista Ceres, v. 44, n. 256, p. 597-603, 2003.

GUIMARÃES, S. C.; HRYCYK, M. F.; MENDONÇA, E. A. F. **Efeito de fatores ambientais sobre a seletividade do alachlor ao algodoeiro.** Planta Daninha, v. 25, n. 4, p. 813-821, 2007.

HRAC-BR- Comitê de Ação a Resistência aos Herbicidas. **Mecanismos de ação de herbicidas utilizados por momento de aplicação.** [S. l.], 2023. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1kbI8wxQOE63hvjjwBHUZjw5x5VGEqCK_k/view?pli=1. Acesso em: 15 out. 2023.

INOUE, M. H. *et al.* **CONTROLE DE Bidens pilosa COM A ASSOCIAÇÃO DE GLYPHOSATE + SMETOLACHLOR NA CULTURA DO ALGODÃO TG.** Brazilian Weed Science Society, [s. l.], 2014

JOÃO SILVEIRA VICCARI, E.; ALVES DOS SANTOS, G.; OLIVEIRA DA SILVA, J. **INFLUENCIA DE FATORES ABIÓTICOS NA PRODUTIVIDADE DO ALGODÃO.** Revista Interação Interdisciplinar (ISSN: 2526-9550), [S. l.], v. 2, n. 2, p. 130–142, 2018. Disponível em: <https://www.unifimes.edu.br/ojs/index.php/interacao/article/view/475>. Acesso em: 24 out. 2023.

JÚNIOR, Carlos Zacarias Joaquim *et al.* **Manejo de plantas daninhas na cultura do algodoeiro: breve revisão.** Revista Agronomia Brasileira, [s. l.], 4 nov. 2021.

KISSMANN, K.G. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**, 2023. Disponível: http://www.hracbr.com.br/arquivos/texto_reisitencia_herbicidas.doc. 25/09/2023.

LUDWIG, THIAGO DEOMAR *et al.* **Controle de cultivares de algodoeiro de diferentes biotecnologias com o herbicida fomesafen.** Repositório alice, Brasília, DF, 2022.

Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso. **Biótipos resistentes a herbicidas.** 4. ed. rev. ampl. Cuiabá: IMAmt, 2020.

MELO FILHO, G.A; RICHETTI, A. **Cadeia produtiva do algodão de Mato Grosso do Sul: Eficiência e competitividade.** Dourados: Embrapa, 2003.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) - **PROJEÇÕES DO AGRONEGÓCIO: Brasil 2019/20 a 2029/30 Projeções de Longo Prazo.** 11. ed. [S. l.], 2020. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio_2019_20-a-2029_30.pdf. Acesso em: 5 set. 2023.

MINOZZI, Guilherme Barbosa *et al.* **Controle em pré semeadura da cultura de soja de algodão voluntário tolerante ao glyphosate e amônio glufosinate e de Eleusine indica.** Revista Brasileira de Herbicidas, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 183-191, jul/set 2017.

MONACO, Tomas J.; WELLER, Stephen C.; ASHTON, Floyd M. Principles: Herbicides and the plant. *In: WEED Science: Principles and Practices.* 4. ed. [S. l.: s. n.], 2000. cap. 1, p. 98-127.

MONQUERO, P. A. **Plantas transgênicas resistentes aos herbicidas: situação e perspectivas.** Bragantia, v. 64, n. 4, p. 517-531, 2005.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. **Um sistema simples de interpretação de análise de solo e recomendação de corretivos e fertilizantes.** Anais FertBio. Santa Maria-RS, 2002. Disponível em: <https://docplayer.com.br/8337114-Um-sistema-simples-de-interpretacao-de-analise-de-solo-e-recomendacao-de-corretivos-e-fertilizantes-1-roberto-ferreira-denovais.html>

OLIVEIRA JR, R. S. **Mecanismos de ação de herbicidas.** In: OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. *Biologia e Manejo de Plantas Daninhas.* Curitiba: Omnipax Editora. p. 141-192, 2011.

Porterfield D, Wilcut JW, Clewis SB, Edmisten KL (2002) **Weed free response of seven cotton (*Gossypium hirsutum*) cultivars to CGA-362622 Postemergence.** Weed Technology, 16:180-183.

RAIMONDI, M. A. *et al.* **Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do algodão em semeadura adensada na safrinha.** Planta Daninha, v. 32, n. 3, p. 521-532, 2014.

RAIMONDI, Michel Alex *et al.* **SELETIVIDADE DE TRATAMENTOS HERBICIDAS APLICADOS EM JATO DIRIGIDO NA CULTURA DO ALGODOEIRO.** 8º Congresso Brasileiro de Algodão & I Cotton Expo 2011, [S. l.], p. 1176-1181, 11 out. 2011.

ROMAN, Erivelton Scherer *et al.* **COMO FUNCIONAM OS HERBICIDAS: DA BIOLOGIA À APLICAÇÃO.** 1. ed. [S. l.: s. n.], 2005. 152 p.

ROSOLEM, C. A.; MELLIS, V. **Monitoring nitrogen nutrition in cotton.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, p. 1601-1607, 2010.

SILVA, A. F. da; KARAM, D.; SILVA, W. T da; VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S. **Percepção da ocorrência de plantas daninhas resistentes a herbicidas por produtores de soja-milho safrinha no Estado de Mato Grosso.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2017. 26 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 209).

SILVA, André Felipe Moreira *et al.* **Introdução à ciência das plantas daninhas.** MATO LOGiA, p. 7, 2021.

SILVA, P. S. L., SILVA, J. C. V., CARVALHO, L. P., SILVA, K.M.B.; FREITAS, F. C. L. (2009). **Weed control via intercropping with gliricidia.** I. Cotton crop. Planta Daninha, 27 (1), 97-104.

TAKIZAWA, E. K. **Manejo de plantas daninhas na cultura do algodão.** In: congresso internacional do agronegócio do algodão - seminário estadual da cultura do algodão, Cuiabá/MT. Anais. Cuiabá: Fundação MT, n 5 p. 147-152, 2000.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Cotton World of 2023 - All Attributes.** [S. l.], 18 maio 2023. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/compositeViz>. Acesso em: 22 set. 2023.

VELINE, E. D.; FREDERICO, L. A.; MORELLI, J. L.; MARUBAYASHI, O. M. **Avaliação dos efeitos do herbicida clomazone, aplicado em pós-emergência inicial, sobre o crescimento e produtividade de soqueira de cana-de-açúcar (Saccharum officinarum cv. SP 71-1406).** STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos, v. 10, p. 13-16, 1992.

WELLER, S. C. Principles of selective weed control with herbicides. In: HESS, F. D. **Herbicide action: an intensive course on the activity, selectivity, behavior, and fate of herbicides in plants and soils.** West Lafayette: Purdue University, 2000. p. 112- 134.