



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



BEATRIZ FOGOLARI BOTEON

**SENSIBILIDADE DE PLANTAS CULTIVADAS AO DICAMBA E 2,4-D APLICADOS
EM DOSES COMERCIAIS E SUBDOSES**

Araras
2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



BEATRIZ FOGOLARI BOTEON

**SENSIBILIDADE DE PLANTAS CULTIVADAS AO DICAMBA E 2,4-D APLICADOS
EM DOSES COMERCIAIS E SUBDOSES**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia
Agrônoma- CCA- UFSCar para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof^a. Dr^a. Patrícia Andrea Monquero

ARARAS
2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, pela proteção, pela sabedoria, por ter me guiado e me capacitado para a execução do trabalho.

Agradeço aos meus pais Denise e Carlos, por todo suporte, por sempre me incentivarem e apoiarem minhas escolhas e por nunca medirem esforços para me ajudar.

Agradeço ao meu avô Geraldo que sempre torceu e vibrou por mim.

Agradeço a Professora Dr^a. Patrícia Andrea Monquero por todos esses anos de orientação, pela confiança depositada e por todos os conhecimentos repassados que foram fundamentais para a minha formação.

Agradeço a todos que fizeram parte do Grupo de Estudos em Ciências Agrárias desde 2018 por todo suporte no trabalho, pelo companheirismo e por toda troca de conhecimentos.

Agradeço a Universidade Federal de São Carlos campus Araras, por todo suporte, acolhimento e pela oportunidade de me formar em um curso tão renomado.

Agradeço ao Victor por estar sempre presente ao meu lado me encorajando, me apoiando e acreditando em mim e nos seus sonhos.

Agradeço aos amigos da Turma de Engenharia Agrônômica XXVI que sempre estavam dispostos a compartilhar conhecimentos, a passar pelas fases difíceis da faculdade e por compartilharem diversas histórias comigo.

Em especial, agradeço a República Viracopos, que se tornou minha segunda casa e família, por todos esses anos de amizade e parceira, fazendo com que essa etapa da graduação fosse a melhor.

“As nuvens mudam sempre de posição, mas são sempre nuvens no céu. Assim devemos ser todo dia, mutantes, porém leais com o que pensamos e sonhamos; lembre-se, tudo se desmancha no ar menos os pensamentos.” Paulo Beleki

SENSIBILIDADE DE PLANTAS CULTIVADAS AO DICAMBA E 2,4-D APLICADOS EM DOSES COMERCIAIS E SUB DOSES

Resumo: O desenvolvimento de culturas resistentes ao dicamba e 2,4-D pode refletir em uso intensivo destes herbicidas em áreas agrícolas, inclusive, perto de espécies suscetíveis. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a sensibilidade das culturas de feijão, amendoim e algodão a diferentes doses de dicamba e 2,4-D. Os experimentos foram isolados e conduzidos em casa-de-vegetação em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições em fatorial 2 x 8 +1, sendo dois herbicidas, 8 doses e uma testemunha sem aplicação. As plantas de feijão, algodão e amendoim foram submetidas às diferentes doses de 2,4-D com 670 (dose comercial); 335; 167,5; 83,75; 41,87; 20,93; 10,46 e 5,23 g i.a ha⁻¹ e dicamba nas doses 560 (dose comercial); 280 ;140; 70; 35 ;17,5; 8,75 e 4,37 g i.a ha⁻¹ quando estavam com o segundo par de folhas verdadeiras. As avaliações de fitotoxicidade foram feitas aos 5, 10 e 15 dias após a aplicação (DDA). Aos 15 DAA foram avaliados a área foliar das plantas e retirado a biomassa seca da parte aérea. Na cultura do algodão aplicada com 2,4-D até a dose de 83,75 g i.a ha⁻¹ apresentou 80%, a partir de 20,93 g i.a ha⁻¹, não apresentou fitotoxicidade. Para a cultura do feijão pulverizadas com 2,4-D as doses de 670 e 335 g i.a ha⁻¹ causaram os maiores níveis de injúria (até 95%). A partir da dose de 167,5 g i.a ha⁻¹ também causaram injúrias, até mesmo na menor dose de 5,23 g i.a ha⁻¹. Plantas pulverizadas com dicamba causaram morte das plantas nas doses 560; 280; 140; 70; 35 g i.a ha⁻¹, e até mesmo nas menores doses (17,5; 8,75 e 4,37 g i.a ha⁻¹) apresentaram de 80% a 70% de fitotoxicidade, respectivamente. Na cultura do amendoim, a dose de 670 g i.a ha⁻¹ de 2,4-D apresentou 60% de fitotoxicidade, sendo a maior. Já as doses de 20,93; 10,46 e 5,23 g i.a ha⁻¹ não apresentaram nenhuma fitotoxicidade. As plantas de amendoim pulverizadas com dicamba apresentaram até 70% na dose de 70 g i.a ha⁻¹. Apenas a dose 4,37 g i.a ha⁻¹ não apresentou nenhuma injúria. Precisa-se atentar ao uso desses herbicidas quando aplicados próximos as culturas, pois em subdoses foram verificados efeitos tóxicos nas plantas.

Palavras chave: contaminação, fitotoxicidade, herbicidas hormonais.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fitotoxicidade (%) provocada por 2,4-D em diferentes doses em plantas de algodão.	18
Figura 2. Fitotoxicidade provocada por 2,4-D aos 15 DAA na cultura do algodoeiro.	19
Figura 3. Fitotoxicidade (%) provocada por dicamba em diferentes doses em plantas de algodão.	20
Figura 4. Fitotoxicidade provocada por dicamba aos 15 DAA na cultura do algodoeiro.	20
Figura 5. Fitotoxicidade (%) provocada por 2,4-D em diferentes doses em plantas de feijão.	22
Figura 6. Fitotoxicidade provocada por 2,4-D aos 15 DAA na cultura do feijão.	23
Figura 7. Fitotoxicidade (%) provocada por dicamba em diferentes doses em plantas de feijão.	23
Figura 8. Fitotoxicidade provocada por dicamba aos 15 DAA na cultura do feijão.	24
Figura 9. Fitotoxicidade (%) provocada por 2,4-D em diferentes doses em plantas de amendoim.	25
Figura 10. Fitotoxicidade provocada por 2,4-D aos 15 DAA na cultura do amendoim.....	26
Figura 11. Fitotoxicidade (%) provocada por dicamba em diferentes doses em plantas de amendoim.	27
Figura 12. Fitotoxicidade provocada por dicamba aos 15 DAA na cultura do amendoim.	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Herbicidas utilizados no experimento.	16
Tabela 2. Redução da massa seca (%) algodão.	21
Tabela 3. Redução da massa (%) Feijão.	25
Tabela 4. Redução da massa (%) Amendoim.	28

SUMÁRIO

1.Introdução	9
2.Revisão bibliográfica	10
2.1 2.4-D.....	10
2.1.1 Dicamba.....	11
2.1.1.1 Deriva.....	12
2.2 Algodão.....	12
2.2.1 Feijão.....	13
2.2.1.1 Amendoim.....	13
2.3 Outros estudos.....	13
3.Objetivos.....	15
4.Material e métodos	16
5.Resultados e discussões	18
6.Conclusão	28
7.Referências bibliográficas.....	30

1. Introdução

A Comissão Técnica Nacional de Biossegurança liberou em 2017 para comercialização a segunda variedade de soja tolerante aos herbicidas dicamba e glifosato (CTNBio, 2017), a nova tecnologia tem como benefício facilitar o manejo das plantas daninhas, principalmente as que já possuem biótipos resistentes, o que é considerado um dos grandes desafios da agricultura moderna. Entretanto, um problema relatado nos E.U.A., onde a soja tolerante ao dicamba vem sendo utilizada, é a injúria causada por este herbicida em espécies sensíveis devido ao movimento para áreas não alvos por deriva ou pela presença de resíduos nos tanques de pulverização (BEHRENS et al. 2007, FENG et al. 2011).

Além de plantas tolerantes ao dicamba, temos tecnologias como a soja Enlist™ que permite o uso de 2,4-D, glifosato e glufosinate nas lavouras de soja e milho, promovendo melhor controle de plantas daninhas, principalmente em relação as resistentes e tolerantes ao glyphosate. A soja Conkesta™ Enlist E3™, trará além da tolerância aos herbicidas 2,4-D, glifosato e glufosinate, a biotecnologia Bt de maior espectro de controle de lagartas (CTNBio).

Por que devemos nos preocupar com os herbicidas de auxina sintética? Simplesmente porque o 2,4-D e dicamba provavelmente serão usados de forma mais ampla e intensiva em diversos países, inclusive no Brasil, devido as recentes liberações vistas no parágrafo anterior. Segundo Roman et al., (2005) o 2,4-D é considerado o primeiro herbicida moderno e tem sido usado continuamente em fazendas, estradas e gramados desde o final dos anos 1940.

Dicamba foi lançado pela primeira vez como um produto comercial na década de 1960 e continua a ser usado para controle de plantas daninhas em milho, trigo, pastagens e gramados. Infelizmente, algumas formulações de 2,4-D e dicamba mais antigas eram notoriamente propensas a deriva de pulverização e à volatilização pós-aplicação. Com o tempo, processos judiciais e regulamentações governamentais resultaram em mudanças na forma como esses herbicidas eram usados e nas características físicas-químicas das formulações, para reduzir o potencial de movimentação externa. (BROCHADO et al., 2021)

Entretanto, a Association of American Pesticide Control Officers (2017), reportou que os herbicidas 2,4-D e dicamba estavam em primeiro e terceiro lugar, respectivamente, na lista de herbicidas com ocorrência de danos em culturas devido a deriva nos EUA. De acordo com a Global Crop Protection, agricultores em 25 Estados norte-americanos registraram mais de 2.700 queixas em agências agrícolas estaduais alegando que o dicamba causou danos em mais de 1 milhão de hectares de soja convencional e em outras plantações no ano passado.

2. Revisão bibliográfica

Com um aumento de área em 3,8%, a produção de soja na safra 2021/22 pode chegar a 265,7 milhões de toneladas no país. A oleaginosa é a principal cultura cultivada e representa cerca de 50% da colheita de grãos no Brasil, estimada em 268,2 milhões de toneladas, como indica o 6º Levantamento da Safra de Grãos (CONAB, 2022).

Atualmente no Brasil mais de 90% da soja cultivada é transgênica, apresentado tolerância ao glyphosate e a ataque de insetos (Bt). Com o objetivo de aumentar o número de tecnologias disponíveis para os agricultores, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), órgão colegiado responsável pela aprovação de organismos geneticamente modificados (OGM) no Brasil, liberou em 2016, cultivar de soja resistente ao herbicida dicamba. Além da soja tolerante ao dicamba, desde 2019 a CTNBio liberou a comercialização de soja tolerante ao 2,4-D, glyphosate e glufosinato de amônio, chamada comercialmente de Enlist.

Anteriormente, sem a introdução das tecnologias OGM, era necessário para o controle de plantas daninhas o uso de diferentes tipos de herbicidas tanto de folhas largas, quanto folhas estreitas, onde as aplicações aconteciam em maior quantidade, exigindo mais gastos dos produtores. No Brasil onde pode ocorrer até três safras por ano, favorecendo o desenvolvimento de plantas daninhas, conseqüentemente também aumentando os gastos para se produzir, a introdução de plantas resistentes à esses herbicidas vem para trazer uma economia nos custos com diferentes herbicidas e aplicações, além de possibilitar a rotação de mecanismos de ação e a diversificação de herbicidas (MOREIRA,2020).

As novas tecnologias tendem cada vez mais serem utilizadas, devido a presença de plantas daninhas resistentes, principalmente na cultura da soja, e conseqüentemente o uso dos herbicidas auxínicos também. Entretanto deve atentar-se aos cuidados com a tecnologia de aplicação, afim de evitar problemas com a deriva desses herbicidas, pois até mesmo em doses muito baixas podem ocasionar sintomas em culturas suscetíveis.

2.1. 2,4-D

O 2,4-D é um herbicida cujo mecanismo de ação é de mimetização das auxinas naturais das plantas, e foi o primeiro herbicida orgânico sintetizado pela indústria química, em 1941. Sabe-se que todos os herbicidas mimetizadores da auxina são capazes de causar sintomas semelhantes, caracterizados por alterações no crescimento das plantas. Estes efeitos podem ser percebidos mesmo quando pequenas quantidades destes herbicidas entram em contato com

plantas sensíveis. Daí vem o outro nome pelo qual este grupo de herbicidas é conhecido – herbicidas hormonais. O herbicida 2,4-D é utilizado principalmente para o controle de plantas daninhas eudicotiledôneas em condições de pós-emergência em culturas em que o herbicida é seletivo, bem como no manejo da vegetação em pré plantio; no entanto, devido a suas características físico-químicas, pode ocasionar danos as culturas vizinhas sensíveis, através de fenômenos de deriva da molécula durante as pulverizações (ROMAN et al.,2005).

Sendo assim, é de fundamental importância o conhecimento técnico dos impactos causados pela deriva do herbicida 2,4-D em culturas sensíveis.

2.1.1 Dicamba

O dicamba assume a 9ª posição dos herbicidas mais vendidos no Brasil e no mundo e apesar de ser uma molécula que existe desde 1960, atualmente houve uma mudança na formulação, com o intuito de reduzir sua volatilidade (BROCHADO et al., 2021). Esse herbicida é um mimetizador das auxinas (Grupo O, segundo Herbicide Resistance Action Committee -HRAC), um ácido benzoico. Os primeiros efeitos nas plantas eudicotiledôneas sensíveis são caracterizados por anormalidades no crescimento como, epinastia e inibição do crescimento com intensificação da pigmentação verde foliar dentro de 24 horas. Estes fenômenos são seguidos por danos nos cloroplastos, causando clorose e destruição da integridade das membranas e do sistema vascular, culminando em dessecação e necrose dos tecidos (COBB; READE, 1992; GROSSMANN, 2000).

O dicamba não se liga às partículas do solo ($K_{oc} = 2 \text{ g / ml}$) e é altamente solúvel em água. Portanto, é altamente móvel no solo e pode contaminar as águas subterrâneas (USDA, 1990). A taxa de biodegradação aumenta com a temperatura e aumenta a umidade do solo e tende a ser mais rápida quando o solo é ligeiramente ácido. Quando a umidade do solo aumenta acima de 50%, a taxa de biodegradação diminui (WSSA, 1989). Dicamba é pouco fotodegradado e a sua volatilização das superfícies do solo provavelmente não é significativa, mas pode ocorrer alguma volatilização a partir das superfícies das plantas (HOWARD, 1989). A meia-vida do dicamba no solo variou de 4 a 555 dias, sendo a meia-vida típica de 1 a 4 semanas. Em condições adequadas ao metabolismo rápido, a meia-vida é inferior a 2 semanas (HOWARD, 1989). Esse herbicida pode ser eficiente no controle de plantas daninhas até mesmo em baixas concentrações.

Os sintomas dos herbicidas auxínicos incluem a inibição da divisão celular; obstrução do fluxo do floema, o que gera um entumescimento do caule na região dos nós; epinastia

(enrolamento) das folhas, pecíolo, ramos e caules; alteração na venação das folhas e encarquilhamento; os caules ficam quebradiços; clorose, murchamento e necrose das folhas e alteração do crescimento e atrofia das raízes. A morte das plantas suscetíveis ocorre de forma lenta, podendo variar entre 3 a 5 semanas após a aplicação (VIDAL, 2011).

2.1.1.1 Deriva

Contudo, um dos grandes problemas que o uso de herbicidas pode causar em situações adversas à aplicação é a deriva. A deriva é o desvio da trajetória das gotas, impedindo-as de atingir o alvo, e está relacionada ao seu tamanho e a velocidade do vento (SILVA,1999). A ocorrência de deriva reduz a eficácia do herbicida no controle das plantas daninhas, fato que é contornado com o aumento compensatório da dosagem, resultando em gastos desnecessários e contaminação ambiental (HEMPHILL JUNIOR e MONTGOMERY, 1981).

A deriva apresenta-se como um fator de importância no momento em que os herbicidas atingem culturas não alvo, provocando fitointoxicação e sérios prejuízos às espécies e ao ambiente (ALVES et al., 2000; BANKS; SCHOROEDER, 2002). O grau de injúria e os sintomas observados são afetados por vários fatores, incluindo a espécie, o estágio de desenvolvimento da planta, a dose e o modo de ação do herbicida (AL-KHATIB et al., 1992; YAMASHITA; GUIMARÃES, 2005). Deriva proveniente de aplicações de dicamba para culturas e/ou plantas não resistentes a este herbicida pode causar problemas irreversíveis. É possível observar sintomas de clorose, necrose e retorcimento das folhas de plantas sensíveis ao 2,4-D, dicamba e picloram (EVERITT; KELLING 2009; MARPLE et al., 2007).

2.2 Algodão

O Brasil se tornou o segundo maior exportador do mundo de algodão e ocupa um dos cinco maiores produtores mundiais, tendo um papel fundamental na socioeconomia do país. A fibra é o principal produto do algodão, onde pode ser utilizada na indústria têxtil, mas além dela, outros co-produtos também agregam valor à cultura como por exemplo o óleo. De acordo com o 9º Levantamento da safra 2021/22 a expectativa é de um aumento de 19,3% em relação à safra anterior e um aumento de 16,8% da área (CONAB, 2022). A cultivar BS2106 GL possui um ciclo precoce, onde o peso do capulho pode variar de 4 a 4,8 gramas (SLC SEMENTES, 2022). Segundo Maple et al. (2008), a partir de 1/200 da dose comercial de 2,4-D ocasionaram a redução da produção de fibras da cultura.

2.2.1 Feijão

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), em 2021 a produção total de feijão no Brasil foi estimada em 2,86 milhões de toneladas, sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial, tendo um papel importante para geração de receita principalmente de pequenos produtores. A cultivar “Netuno” é de porte ereto, recomendada para época das águas e da seca no Estado de São Paulo, obtendo uma alta produção (IAC, 2016). Fontana, 2021 observou que após a aplicação de 2,4-D no feijoeiro causaram diversas injúrias, entre elas o encarquilhamento foliar, necrose, aborto de flores e redução do tamanho da vagem.

2.2.1.1 Amendoim

De acordo com os dados do 5º Levantamento da Safra de Grãos 2021/2022 houve um crescimento de 17,6% na área plantada de amendoim e uma produção de 16% a mais do que a safra anterior, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor nacional, produzindo 644,1 mil toneladas (CONAB, 2022). A cultivar Runner IAC 886 é caracterizada por ser uma planta rasteira, com ciclo longo e crescimento determinado, com uma produtividade média de 4.000 kg/ha (IAC, 2016).

Estudos de dose-resposta foram realizados em condições de campo na Florida em 2012 e 2013 para determinar lesões em plantas de amendoim e a redução de rendimento após exposição a 70, 140, 280, 560 e 1120 g i.a ha⁻¹ de 2,4-D e a 35, 70, 140, 280 e 560 g i.a ha⁻¹ de dicamba aplicados aos 21 e 42 dias após o plantio (DAP). A fitotoxicidade variou de 0 a 35% quando as plantas de amendoim foram tratadas com 2,4-D e de 20 a 78% quando tratadas com dicamba. A redução máxima do rendimento foi de 41% com uso de 1.120 g i.a ha⁻¹ de 2,4-D e 65% no tratamento envolvendo 560 g ha⁻¹ de dicamba (LEON et al., 2014).

2.3 Outros estudos

Sciumbato et al. (2004) relataram que a volatilização do dicamba aplicado em pós-emergência foi um caminho de exposição primária danificando a vegetação não-alvo. Maple et al. (2008) verificaram a resposta de plantas de algodão quando submetidas a aplicação de diferentes subdoses (0, 1/200 e 1/400 da taxa de uso -561 g i.a / ha⁻¹) de 2,4-D e dicamba em diferentes estádios fenológicos. Observaram que os sintomas de fitotoxicidade foram mais severos quando as plantas apresentavam de 3-4 folhas no momento da aplicação dos tratamentos e houve uma maior recuperação das plantas nos tratamentos envolvendo o dicamba.

Uma grande variedade de lesões visíveis foi observada nas culturas da soja, algodão e amendoim tratados com diferentes doses de dicamba e 2,4-D (1/2, 1/8, 1/32, 1/128, e 1/512 da dose comercial). O rendimento das culturas foi reduzido quando estes herbicidas foram aplicados na dose de campo. Os resultados deste trabalho enfatizam a necessidade de diligência na aplicação desses herbicidas na proximidade de culturas que são suscetíveis, bem como a necessidade da limpeza correta pulverizadores antes de pulverizar culturas sensíveis (JOHNSON et al., 2012). Kruger et al (2012) trabalhando com efeito de subdoses de glyphosate e dicamba em tomate, concluíram que a deriva destes herbicidas poderia ter implicações sérias no rendimento de tomate especialmente se ocorrer durante a floração.

No Brasil, Roesler et al. (2020) observaram que plantas de alface possuíram alta sensibilidade a deriva de 2,4-D, podendo ser afetadas de forma letal para subdoses correspondentes a até 1/8 da dose comercial do herbicida, e com relevantes níveis de fitotoxicidade até 1/128 da dose comercial do herbicida. No caso de sensibilidade ao dicamba, as plantas possuíram sensibilidade, respondendo a fitointoxicações superiores a 30% para até 1/8D. Nos estudos com a cultura do tomate, verificaram a alta suscetibilidade a deriva de 2,4-D e dicamba até subdoses de 1/32 para ambos herbicidas.

Segundo Nascimento et al. (2018) a deriva dos herbicidas auxínicos até mesmo em 1% da dose comercial aplicada foi prejudicial para as plantas olerícolas, provocando alta fitotoxicidade nas plantas de cenoura, pepino, tomate e batata.

3. Objetivos

O objetivo deste trabalho foi avaliar a sensibilidade das culturas de feijão, amendoim e algodão a diferentes doses de dicamba e 2,4-D.

4. Material e métodos

Foram realizados três experimentos isolados testando as espécies cultivadas (feijão, amendoim e algodão). Os experimentos foram realizados em casa de vegetação e conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições, utilizou-se esquema fatorial de 2 x 8 +1, sendo dois herbicidas, oito doses testadas e uma testemunha sem aplicação do herbicida.

Cada unidade experimental foi constituída por uma planta da espécie em estudo. A variedade de feijão utilizada foi "Netuno e as variedades de algodão "BS2106 GL" e amendoim "Runner IAC 886" ", amplamente utilizada pelos produtores da região.

A semeadura das plantas foi realizada em vasos com capacidade volumétrica de 5 litros preenchidos com amostras de terra, e as sementes foram colocadas em profundidades pré-determinadas pelos fornecedores. As plantas foram tratadas com os herbicidas quando estavam entre o 2 e 4 pares de folhas verdadeiras (aproximadamente 15 dias após a semeadura).

As plantas cultivadas foram pulverizadas com os herbicidas 2,4-D e dicamba nas seguintes doses:

Tabela 1. Herbicidas utilizados no experimento.

2,4-D	Dicamba
670 g i.a ha ⁻¹ (dose comercial)	560 g i.a ha ⁻¹ (dose comercial)
335 g i.a ha ⁻¹	280 g i.a ha ⁻¹
167,5 g i.a ha ⁻¹	140 g i.a ha ⁻¹
83,75 g i.a ha ⁻¹	70 g i.a ha ⁻¹
41,87 g i.a ha ⁻¹	35 g i.a ha ⁻¹
20,93 g i.a ha ⁻¹	17,5 g i.a ha ⁻¹
10,46 g i.a ha ⁻¹	8,75 g i.a ha ⁻¹
5,23 g i.a ha ⁻¹	4,37 g i.a ha ⁻¹

No critério de escolha de doses, levou-se em conta trabalhos publicados anteriormente sobre deriva simulada com estes herbicidas (JOHNSON et al., 2012; KRUGER et al., 2012).

Os tratamentos foram aplicados com pulverizador costal pressurizado por CO₂ a pressão constante de 245,16 kPa e barra de aplicação provida de bicos com pontas de pulverização do tipo leque 110.03. O volume de calda utilizado foi de 200 L ha⁻¹ de calda. Cerca de 20 minutos após a pulverização as plantas foram realocadas em casa de vegetação com irrigação automática que foi ligada no dia seguinte a aplicação, o que proporcionou água suficiente para que as culturas se desenvolvessem.

As avaliações de fitotoxicidade foram feitas aos 5, 10, 15 dias após a aplicação (DAA) por meio de uma escala percentual de notas, em que 0 corresponde a nenhuma injúria e 100 à

morte das plantas (ALAM, 1974). Aos 15 DAA foi avaliada a biomassa seca da parte aérea que foi coletada rente ao solo, condicionadas em sacos de papel e levada para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, até massa constante (cerca de 72 horas).

Os dados para cada um dos herbicidas foram submetidos a análise de variância pelo teste F, e os resultados foram plotados em curvas de regressão utilizando o programa SIGMAPLOT.

Para os dados referentes à biomassa foi realizada a redução da biomassa seca em porcentagem (%) em relação à testemunha (sem aplicação de herbicida) conforme a seguinte fórmula:

$$X (\%) = 100 - \left[\left(\frac{m \text{ rep trat} \times 100}{m \bar{x} \text{ test}} \right) \right]$$

Onde,

X= redução percentual do tratamento;

m = massa (g);

Trat= tratamento;

\bar{X} = média;

Test = testemunha.

Posteriormente, os dados obtidos para cada um dos herbicidas e cultura foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de significância.

5. Resultados e discussões

De acordo com a figura 1, quando os herbicidas foram aplicados nas plantas de algodão, aos 5, 10 e 15 DAA, pode-se observar que a dose comercial e 335 g i.a ha⁻¹, do 2,4-D atingiram 95% de fitotoxicidade, sendo considerada muito alta, ocasionando morte das plantas de algodão. Aos 15 DAA, até a dose de 83,75 g i.a ha⁻¹ as plantas apresentaram até 80% de fitotoxicidade. Observou-se que o nível de injúria foi crescente conforme as concentrações foram utilizadas. Esses danos podem ser observados na figura 2.

Figura 1. Fitotoxicidade (%) provocada por 2,4-D em diferentes doses em plantas de algodão.

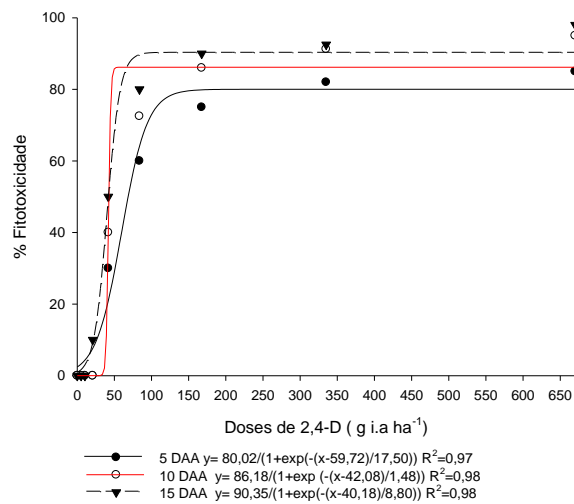


Figura 2. Fitotoxicidade provocada por 2,4-D aos 15 DAA na cultura do Algodoeiro.



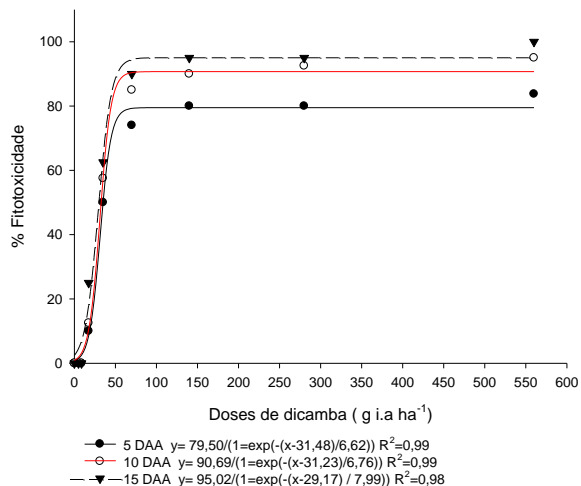
Fonte: Acervo da Autora (2022).

Como visto na figura 1, aos 5 DAA a dose de 41,87 g i.a ha⁻¹ foi aumentando seu índice de fitotoxicidade, conforme as avaliações feitas, e na última avaliação a fitotoxicidade foi de 50%, sendo considerada alta, podendo causar danos irreversíveis. A partir de 20,93 g i.a ha⁻¹, o herbicida 2,4-D não apresentou fitotoxicidade em nenhuma avaliação, comparadas com a testemunha.

Segundo De Oliveira (2015), os valores da fitotoxicidade do 2,4-D foram inversamente proporcionais em relação à altura da planta, número de folhas e do diâmetro do caule do algodão. Silva (2009), observou que o 2,4-D em plântulas, causaram sintomas como necrose, arroxamento de folhas e epinastia dos pecíolos, sintomas típicos de mimetizadores de auxina, apresentando alta susceptibilidade, até mesmo em subdoses. De acordo com Souza (2021), a aplicação de 2,4-D nas fases iniciais do desenvolvimento da cultura do algodão ocasionam injúrias e em algumas características da qualidade da fibra de algodão, diminuindo a produtividade. Dados que se assemelharam ao trabalho.

De acordo com a figura 3, observou-se que aos 5 DAA, as doses de 560 g i.a ha⁻¹ e 280 g i.a ha⁻¹ manifestaram 80% de fitotoxicidade. Na última avaliação as plantas atingiram 100% de fitotoxicidade na dose 560 g i.a ha⁻¹, apresentando 90% até a dose de 70 g i.a ha⁻¹ de dicamba, as quais ocasionaram morte do algodão, como apresentado na figura 4.

Figura 3. Fitotoxicidade (%) provocada por dicamba em diferentes doses em plantas de algodão.



A dose de 17,5 g i.a ha⁻¹ comparada as outras, apresentou aproximadamente 25% de fitotoxicidade, com sintomas visíveis característicos dos mimetizadores de auxina como epinastia, enrolamento de folhas e sinais de necroses (VIDAL, 2011), como pode-se observar na figura 4.

Figura 4. Fitotoxicidade provocada por dicamba aos 15 DAA na cultura do Algodoeiro.



Fonte: Acervo da Autora (2022).

A partir das doses de 8,75 g i.a ha⁻¹ e 4,37 g i.a ha⁻¹, em nenhuma das avaliações observou-se injúrias nas plantas, ou seja, 0% de fitotoxicidade, quando comparadas às testemunhas.

No trabalho de Sousa Neto (2019), ao utilizar a câmara de volatilidade para se analisar a deriva do dicamba, 24 horas após a exposição de plantas de algodão ao herbicida foram observados também os sintomas de queima das folhas, necrose, epinastia, enrolamento das folhas e redução no desenvolvimento. Podendo-se concluir também que por meio da deriva do dicamba, ao entrar em contato, a planta absorveu o produto e apresentou sinais de fitotoxicidade, confirmando estudos, onde a deriva pode contaminar plantações vizinhas, prejudicando-as.

Estudos feitos por Hamilton (1979) utilizando 32 g i.a ha⁻¹ de dicamba mostraram que de 3 a 15 semanas após a emergência do algodão, reduziram a produtividade média.

Em relação à redução da biomassa seca de parte aérea, nota-se que os resultados obtidos para dicamba e 2,4-D na cultura do algodão foram significativos pelo teste F (Tabela 1).

Tabela 2. Redução da massa seca (%) algodão.

Doses (g i.a./ha)		Redução da massa seca (%) algodão	
Dicamba	2,4-D	Dicamba	2,4-D
560	670	100,00 a	40,07 a
280	335	34,16 b	36,99 a
140	167,5	35,10 b	23,05 b
70	83,75	18,55 bc	23,70 b
35	41,87	10,87 bcd	30,60 a
17,5	20,93	2,01 d	4,90 b
8,75	10,46	4,61 cd	0,29 b
4,35	5,23	7,86 cd	14,12 b
CV (%)		28,95	45,61
DMS (5%)		19,62	25,34

$$F(\text{Dicamba}) = 42,14^{**} \quad F(2,4D) = 6,56^{**}$$

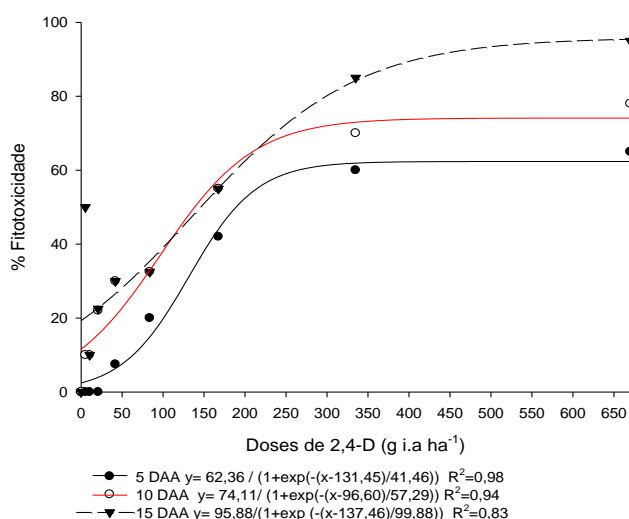
** significativo e NS não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; CV(%): coeficiente de variação; DMS(5%): diferença mínima significativa; Médias transformadas por $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$; Médias seguidas por letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para o dicamba é possível observar que a dose de 560 g i.a ha⁻¹ reduziu 100% da massa seca da parte aérea, deferindo estatisticamente das demais doses. Já nas doses de 240 g i.a ha⁻¹, 70 g i.a ha⁻¹ e 35 g i.a ha⁻¹ apresentaram-se estatisticamente iguais entre si, reduzindo 35,1, 18,55 e 10,87% da massa seca. As doses de 17,5 g i.a ha⁻¹, 8,75 g i.a ha⁻¹ e 4,35 g i.a ha⁻¹ também apresentaram-se estatisticamente iguais entre si.

No caso do 2,4-D observa-se que a dose de 670 g i.a ha⁻¹, 335 g i.a ha⁻¹ e 41,87 g i.a ha⁻¹, estatisticamente são iguais, onde houve redução de 40,07, 36,99 e 30,60% respectivamente. As demais doses também foram estatisticamente iguais entre si.

Na cultura do feijão, com a aplicação do 2,4-D, aos 5 DAA verificou-se que as doses de 20,93 g i.a ha⁻¹, 10,46 g i.a ha⁻¹ e 5,23 g i.a ha⁻¹ apresentaram 0% de fitotoxicidade, ou seja, nenhuma injúria quando comparada a testemunha. Na mesma avaliação, as maiores doses de 670 g i.a ha⁻¹ e 335 g i.a ha⁻¹ apresentaram aproximadamente 60% de fitotoxicidade, com sintomas visíveis de amarelecimento das folhas e epinastia dos caules. Nas doses de 167,5 g i.a ha⁻¹, 83,75 g i.a ha⁻¹, 41,87 g i.a ha⁻¹ também foram observados sinais de fitotoxicidade, de até 10%, como apresentado na figura 5.

Figura 5. Fitotoxicidade (%) provocada por 2,4-D em diferentes doses em plantas de feijão.



Aos 15 DAA, as doses de 670 g i.a ha⁻¹ e 335 g i.a ha⁻¹ de 2,4-D apresentaram até 95% de injúrias, as quais podem ser vistas na figura 6. A partir da dose de 167,5 g i.a ha⁻¹ foram observadas injúrias de 30%, decrescendo conforme a diminuição da dose, porém, até mesmo a menor dose (5,23 g i.a ha⁻¹) chegou a apresentar níveis de fitotoxicidade, como observado na figura 5. Dados que se assemelham ao trabalho de Fontana, 2021 onde o nível de injúria nas plantas de feijão foram mais expressivos nas maiores doses do herbicida.

Figura 6. Fitotoxicidade provocada por 2,4-D aos 15 DAA na cultura do Feijão.



Fonte: Acervo da Autora (2022).

Com a aplicação de Dicamba, aos 5 DAA pode-se observar 100% de fitotoxicidade na dose 560 g i.a ha⁻¹ e 80% até a dose de 35 g i.a ha⁻¹. Nas menores sub doses também foram vistos altos índices de injúrias, chegando até 40% na dose de 4,37 g i.a ha⁻¹, de acordo com a figura 7.

Figura 7. Fitotoxicidade (%) provocada por dicamba em diferentes doses em plantas de feijão.

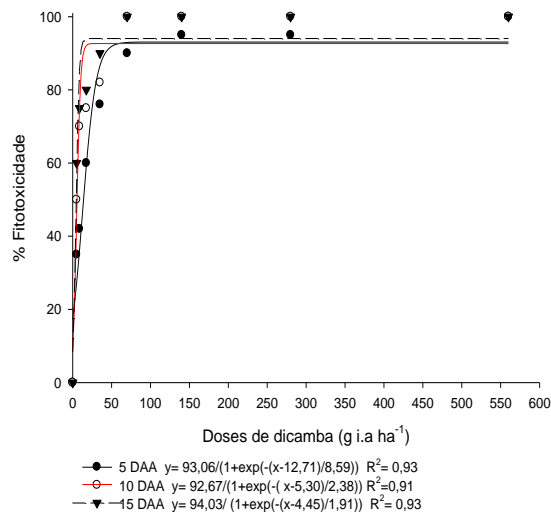


Figura 8. Fitotoxicidade provocada por dicamba aos 15 DAA na cultura do Feijão.



Fonte: Acervo da Autora (2022).

Observou-se na figura 8, que aos 15 DAA, verificou-se que as injúrias cresceram exponencialmente, onde causou a morte das plantas de feijão até a dose de 70 g i.a ha. As doses de 17,5 g i.a ha⁻¹, 8,75 g i.a ha⁻¹ e 4,37 g i.a ha⁻¹ apresentaram até 70% de fitotoxicidade, com danos graves, sendo irreversíveis para o feijoeiro.

Dados semelhantes foram observados por Aguiar et al. (2020), onde o valor do C₅₀ do feijão foi de 17,75 aos 14 DAA, concluindo que a espécie, juntamente com a soja não tolerante ao dicamba foram as espécies mais sensíveis ao dicamba. Vieira (2019), ressalta a preocupação devido à deriva, já que a molécula em áreas de feijão podem causar injúrias.

Em relação à redução da biomassa seca de parte aérea, nota-se que os resultados obtidos para dicamba e 2,4-D na cultura do feijão foram significativos pelo teste F (Tabela 2).

As doses de 560 g i.a ha⁻¹, 240 g i.a ha⁻¹, 140 g i.a ha⁻¹ e 70 g i.a ha⁻¹, como visto na tabela 2, reduziram 100% a biomassa seca do feijão com a aplicação de dicamba. Apesar da dose de 35 g i.a ha⁻¹ apresentar redução de 14,40% ela é estatisticamente igual as doses anteriores. As demais doses de 17,5 g i.a ha⁻¹, 8,75 g i.a ha⁻¹ e 4,35 g i.a ha⁻¹ também são estatisticamente iguais.

Em relação ao herbicida 2,4-D na dose de 670 g i.a ha⁻¹ houve redução de 35,99% da biomassa seca. As demais doses não apresentam diferenças estatísticas entre si.

Tabela 3. Redução da massa (%) Feijão.

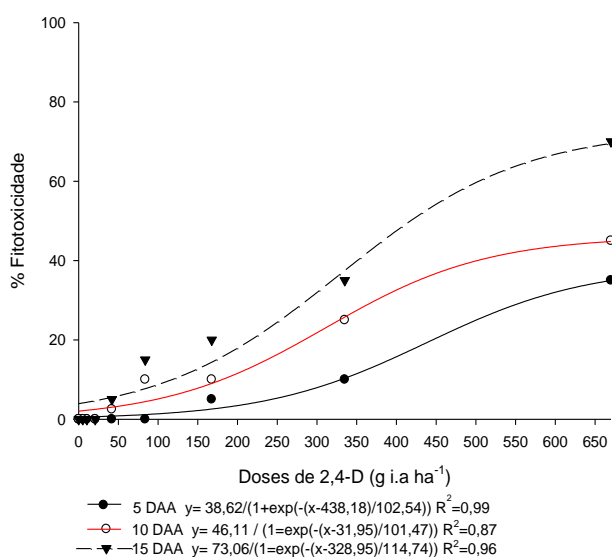
Doses (g i.a./ha)		Redução da massa seca (%) feijão	
Dicamba	2,4-D	Dicamba	2,4-D
560	670	100,00 a	35,99 a
280	335	100,00 a	7,37 b
140	167,5	100,00 a	0,00 b
70	83,75	100,00 a	0,00 b
35	41,87	14,40 a	8,43 b
17,5	20,93	6,89 b	0,00 b
8,75	10,46	0,00 b	4,97 b
4,35	5,23	0,00 b	4,97 b
CV (%)		20,66	85,9
DMS (5%)		23,15	19,62

$$F(\text{Dicamba}) = 84,79^{**} \quad F(2,4D) = 8,76^{**}$$

** significativo e NS não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; CV(%): coeficiente de variação; DMS(5%): diferença mínima significativa; Médias transformadas por arc sen $\sqrt{x}/100$ Médias seguidas por letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Na cultura do amendoim com a aplicação de 2,4-D, pode-se observar na figura 9 que aos 5 DAA verificou-se que a dose 670 g i.a ha⁻¹ foi a que mais apresentou fitotoxicidade de 30%, a partir da dose de 83,75 g i.a ha⁻¹ até 5,23 g i.a ha⁻¹ não apresentaram nenhuma injúria. Nos 10 DAA, na dose de 83,75 g i.a ha⁻¹, o amendoim começou a apresentar sintomas de epinastia do caule, assim como nas doses maiores.

Figura 9. Fitotoxicidade (%) provocada por 2,4-D em diferentes doses em plantas de amendoim.



Na figura 10, nota-se que aos 15 DAA a dose de 670 g i.a ha⁻¹ foi a que mais apresentou fitotoxicidade.

Figura 10. Fitotoxicidade provocada por 2,4-D aos 15 DAA na cultura do amendoim.



Fonte: Acervo da Autora (2022).

A partir da dose de 20,93 g i.a ha⁻¹ o herbicida 2,4-D não causou nenhuma injúria para as plantas de amendoim.

Os dados se assemelham ao do trabalho realizado por Ferrell et al., (2013) onde aos 7 DAA atingiram baixa fitotoxicidade. Segundo WH, F. (2014) o 2,4-D aplicado tanto aos 75 e aos 90 dias após o plantio afetou o rendimento do amendoim.

De acordo com a figura 11, as plantas de amendoim pulverizadas com o dicamba nas doses de 560 g i.a ha⁻¹, 280 g i.a ha⁻¹, 140 g i.a ha⁻¹ e 70 g i.a ha⁻¹ apresentaram fitotoxicidade de 60% até 40% aos 5 DAA, apresentando sintoma de epinastia do caule.

Figura 11. Fitotoxicidade (%) provocada por dicamba em diferentes doses em plantas de amendoim.

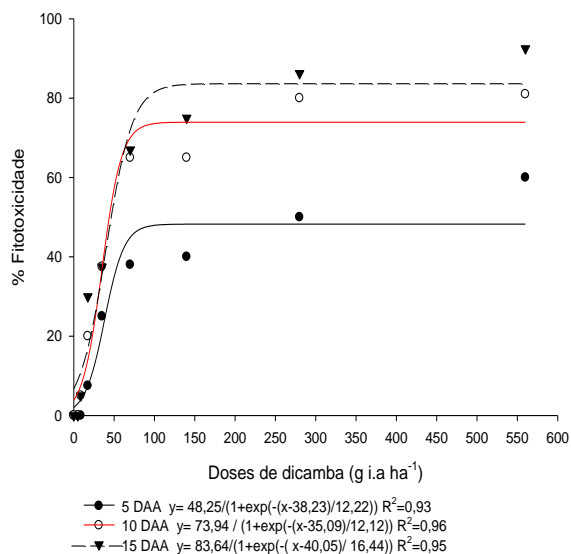


Figura 12. Fitotoxicidade provocada por dicamba aos 15 DAA na cultura do Amendoim.



Fonte: Acervo da Autora (2022).

Na avaliação feita aos 10 DAA essas fitotoxicidades foram aumentando até aos 15 DAA, apresentado nas figuras 11 e 12, atingindo 90% na dose de 560 g i.a ha⁻¹ e até 70% na dose de 70 g i.a ha⁻¹. Nas doses de 35 g i.a ha⁻¹, 17,5 g i.a ha⁻¹, 8,75 g i.a ha⁻¹ foram observadas valores menores de 40% a 10% respectivamente. Apenas a dose 4,37 g i.a ha⁻¹ não apresentou nenhuma injúria.

De acordo com Blanchett et al., (2015) as plantas de amendoim tornam-se mais sensíveis à medida que se aproximam do estágio reprodutivo (floração inicial), ou seja, maior sensibilidade do herbicida a medida que as plantas ficaram mais velhas, com relação direta a dose do produto, conseqüentemente, houve a diminuição da produtividade. Leon et al., (2014) também observou que com a dose de 560 g.i.a ha⁻¹ aplicada do dicamba, causou no amendoim de 20 a 78% de fitotoxicidade, reduzindo em 65% a sua produtividade.

Em relação à redução da biomassa seca de parte aérea, nota-se que os resultados obtidos para dicamba e 2,4-D na cultura do amendoim foram significativos pelo teste F (Tabela 3).

A dose de 560 g i.a ha⁻¹ apresentou uma redução de 35,20% da biomassa seca das plantas aplicadas com dicamba, sendo estatisticamente igual a dose de 70 g i.a ha⁻¹ que apresentou 35,92%. As doses de 240 g i.a ha⁻¹, 140 g i.a ha⁻¹ e 17,5 g i.a ha⁻¹ estatisticamente são iguais entre si.

Em relação ao amendoim aplicado com 2,4-D pode-se observar que na dose de 670 g i.a ha⁻¹ houve uma redução de 31,96% da biomassa seca.

Tabela 4. Redução da massa (%) Amendoim.

Doses (g i.a./ha)		Redução da massa seca (%) amendoim	
Dicamba	2,4-D	Dicamba	2,4-D
560	670	35,20 a	31,96 a
280	335	22,08 ab	7,08 ab
140	167,5	16,59 ab	8,12 ab
70	83,75	35,92 a	0,00 b
35	41,87	0,00 b	0,00 b
17,5	20,93	5,23 ab	8,87 ab
8,75	10,46	0,00 b	11,70 ab
4,35	5,23	0,00 b	8,06 ab
CV (%)		84,07	127,84
DMS (5%)		29,71	32,04

$$F(\text{Dicamba}) = 4,67^{**} \quad F(2,4D) = 2,44^{**}$$

** significativo e NS não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; CV(%): coeficiente de variação; DMS(5%): diferença mínima significativa; Médias transformadas por arc sen $\sqrt{x}/100$ Médias seguidas por letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Embora haja diferença de sensibilidade entre as espécies, os produtores precisam se atentar a tecnologia de aplicação no uso do 2,4-D e dicamba quando aplicados próximos às essas culturas, já que até mesmo em subdoses foram verificados efeitos tóxicos nas plantas.

6. Conclusão

Na cultura do algodão, quando aplicado o 2,4-D, as maiores fitotoxicidades foram causadas pelas maiores doses, e que a partir da dose de 20,93 g i.a ha⁻¹ a planta já não apresenta mais fitotoxicidade. Quando aplicados com dicamba, a cultura do algodão apresentou altos índices de fitotoxicidade até a dose de 35 g i.a ha⁻¹, já nas doses de 8,75 g i.a ha⁻¹ e 4,37 g i.a ha⁻¹, não apresentaram fitotoxicidade.

Na a cultura do feijão, quando aplicado o 2,4-D, os maiores índices de fitotoxicidade também foram causados pelas maiores doses, porém até mesmo em menores concentrações foram observados injúrias. O mesmo ocorreu com as plantas aplicadas com dicamba, onde até a menor dose causou 70% de fitotoxicidade.

Na cultura do amendoim, quando aplicado o 2,4-D a dose de 670 g i.a ha⁻¹ apresentou a maior fitotoxicidade e partir da dose de 20,93 g i.a ha⁻¹ não causou fitotoxicidade. Quando aplicadas com dicamba apresentaram alta toxicidade até a dose de 70 g i.a ha⁻¹, na dose de 4,37 g i.a ha⁻¹ não houve fitotoxicidade.

7. Referências bibliográficas

- AL-KHATIB, K.; PARKER, R.; FUERST, E. P. Sweet cherry (*Prunus avium*) response to simulated drift from selected herbicides. **Weed Technology**, v. 6, n. 6, p. 975-79, 1992.
- AL-KHATIB, K.; D. PETERSON. Soybean (*Glycine max*) response to simulated drift from selected sulfonylurea herbicides, dicamba, glyphosate, and glufosinate. **Weed Technology**, v.13, p. 264–270,1999.
- ALVARENGA, M.A.R. **Cultura do tomateiro**. Lavras: UFLA, 91 p. 2000.
- ALVES, L. W. R.; SILVA, J. B.; SOUZA, I. F. Efeito da aplicação de subdoses dos herbicidas glyphosate e oxyfluorfen, simulando deriva sobre a cultura de milho (*Zea mays* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 4, p. 889-897, 2000.
- ALVES. S.G.; KRUGUER, G.R.; DA CUNHA, J.P.; VIEIRA B.C.; HENRY R.S.; OBRADOVIC, A.; GRUJIC M. Spray Drift from Dicamba and Glyphosate Applications in a Wind Tunnel. **Weed Technology**, v.31, p.387-395. 2017.
- ASSOCIATION OF AMERICAN PESTICIDE CONTROL OFFICIAL. **Pesticide Drift Enforcement Survey Report**. Milford, DE: AAPCO. <https://aapco.files.wordpress.com/2015/05/2002-2007>.
- BANKS, P.A.; SCHROEDER, J. Carrier volume affects herbicide activity in simulated spray drift studies. **Weed Technology**. v. 16, n. 4, p. 833-837, 2002.
- BEHRENS, M. R., N. MUTLU, S. CHAKRABORTY, R. DUMITRU, W. Z. JIAN, B. J. LAVALLEE, P. L. HERMAN, T. E. CLEMENTE, D. P. WEEK.. Dicamba resistance: enlarging and preserving biotechnology-based weed management systems. **Science**, v. 316, p.1185–1188, 2007.
- BH Blanchett, TL Grey, EP Prostko, TM Webster; O efeito de amba no amendoim aplicado durante o período de crescimento vegetativo. **Ciência do Amendoim** 1 de julho de 2015; 42 (2): 109–120.
- BROCHADO, M. et al. Novas perspectivas para utilização do Dicamba na agricultura brasileira. Sistema de Produções nas Ciências Agrárias, **Editora Atena**, p. 161-179, 2021.
- COBB, A.; READE, J. P. H. Auxin-Type Herbicides. In: COBB, A.H.; READE, J. P. H. (ed). **Herbicides and plant physiology**. Londres: Chapman e Hall, p. 82-106, 1992.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: 12º Levantamento da safra de grãos**. 2020/2021.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: 6º Levantamento da safra de grãos**. 2022.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: 9º Levantamento da safra de grãos** 2022.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Conjunturas da Agropecuária: Algodão- 06/06 a 10/06/2022.**

DE AGUIAR, A. C. M., PAIVA, M. C. G., JÚNIOR, L. H. B., DA SILVA, E. M. G., DE SOUZA, P. S. R., & DA SILVA, A. A. (2020). **Seleção de espécies indicadoras de resíduos de dicamba no solo.** *Agrarian*, 13(48), 187-194.

DE MILLO A. Minnesota announces restrictions on using herbicide dicamba. **Daily News**, Dezembro, 2017.

DELUCA, T., J. LARSON, L. TORMA, G. ALGARD. **A survey of pesticide residues in groundwater in Montana.** Helena, MT: Montana Dept. of Agric. Tech. Rep. 89-I. 1989

DE OIVEIRA, Dikson Pacheco et al. Alterações morfológicas na cultura do algodão provocada por subdoses de 2, 4-D na fase inicial de desenvolvimento da cultura. **Revista Cultivando o Saber**, v. 8, n. 4, p. 55-67, 2015.

DITTAR, P.J.; FERREL, J.A.; FERNANDEZ J.V.; SMITH H. Effect of Glyphosate and Dicamba Drift Timing and Rates in Bell Pepper and Yellow Squash. **Weed Technology**, 30(1):217-223.2016.

EGAN JF, BARLOW KM, MORTENSEN DA. A meta-analysis on the effects of 2,4-D and dicamba drift on soybean and cotton. **Weed Science**, v. 62, p. 193–206, 2014.

EVERITT J.D.; KEELING J. W. Cotton Growth and Yield Response to Simulated 2,4-D and Dicamba Drift. **Weed Technology**, v.23, p. 503-506. 2009.

FELIX J, BOYDSTON R, BURKE I.C. Potato response to simulated glyphosate drift. **Weed Technology**, v. 25, p. 637–644, 2011.

FERRELL, JA et al. Influência de lactofen e combinações de 2,4-DB na injúria e produtividade do amendoim. **Ciência do Amendoim**, v. 40, n. 1, pág. 62-65, 2013.

FLESSNER ML, MCELROY JS, CARDOSO LA, MARTINS D. Simulated spray drift of aminocyclopyrachlor on cantaloupe, eggplant, and cotton. **Weed Technology**, v.26, p. 724–730, 2012.

FONTANA, N. **Efeitos da deriva simulada de 2,4-D sobre feijão, soja, tomateiro e videira.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Pato Branco, 2021.

GLOBAL CROP PROTECTION., **Monsanto sofre revés em disputa envolvendo herbicida dicamba em Arkansas.** Disponível em <https://globalcropprotection.com/noticias/uso-e-aplicacao/monsanto-sofre-reves-em-disputa-envolvendo-herbicida-dicamba-em-arkansas/>. Acesso em 10 de Setembro de 2022.

GROSSMANN, K. Induction of abscisic acid is a common effect of auxin herbicides in susceptible plants. **Journal of Plant Physiology**. v. 149, n. 1, p. 475-8, 2000.

HAMILTON, K. & ARLE, H. (1979). **Resposta do Algodão (*Gossypium hirsutum*) a Dicamba**. *Weed Science*, 27 (6), 604-607. doi: 10.1017/S0043174500045963

HEMPHILL Jr., D. D.; MONTGOMERY, M. L. Response of vegetable crops to sublethal application of 2,4-D. **Weed Science**, v. 29, n. 6, p. 632-635, 1981.

HOWARD, P.H. (ed.). 1989. Handbook of Environmental Fate and Exposure Data for Organic Chemicals, Vol. III: Pesticides. **Lewis Publishers**, Chelsea, MI.

IAC, Instituto Agrônomo de Campinas. **Boletim Técnico-Informativo do Instituto Agrônomo 2016**. v.8

JOHNSON, V.A.; FISHER L.R.; JORDAN D.L.; EDMISTEN K.E.; STEWART A.M.; YORK A.C. Cotton, Peanut, and Soybean Response to Sublethal Rates of Dicamba, Glufosinate, and 2,4-D. **Weed Technology**, 26(2):195-206, 2012

KRUGER, G.R.; JOHNSON, W.G.; DOOHAN D.J.; WELLER, S.C. Dose Response of Glyphosate and Dicamba on Tomato (*Lycopersicon esculentum*). **Weed Technology**, 26(2):256-260, 2012.

LEON, R.G.; FERRELL, J.A.; BRECKE. B.J. Impact of Exposure to 2,4-D and Dicamba on Peanut Injury and Yield. **Weed Technology**, 28(3):465-470, 2014.

MARPLE, M. E., D. SHOUP, K. AL-KHATIB, AND D. E. PETERSON. Cotton response to simulated drift of seven hormonal-type herbicides. **Weed Technol.** 21:987–992, 2007.

MARPLE, M. E., D. SHOUP, K. AL-KHATIB, AND D. E. PETERSON. Cotton Injury and Yield as Affected by Simulated Drift of 2,4-D and Dicamba. **Weed Technology**, 22(4):609-614, 2008.

MOHSENI-MOGHADAM, M.; DOOHAN, D. Response of Bell Pepper and Broccoli to Simulated Drift Rates of 2,4-D and Dicamba. *Weed Technology*, v.29, n. 2, p.226-232.2015.

MONQUERO, P.A. et al . Potencial de lixiviação de herbicidas no solo submetidos a diferentes simulações de precipitação. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 403-409, 2008.

MOREIRA, R. B. **Espectro de gotas e índice de deriva de diferentes pontas com indução de ar na pulverização de associações de dicamba com glyphosate**. 2020.

MUELLER, T.C.; WRIGHT, D.R.; REMUND K.M. **Effect of Conditions**. *Weed Science*, 61(4):586-593.2013. Formulation and Application Time of Day on Detecting Dicamba in the Air under Field.

NASCIMENTO, AL; REIS, MR; AQUINO, LA; RUAS, R.AA **Deriva de herbicidas auxínicos (2,4-D e Dicamba) em olerícolas**. Universidade Federal de Viçosa, Rio Parnaíba, p. 1-6, 2018

RITTER, W. F., A. E. M. CHIRNSIDE, and R. W. SCARBOUGH. **Leaching of dicamba in a Coastal Plain soil**. *J. Environ. Sci. Health A*. 31:505–517, 1996.

ROMAN, Erivelton Scherer; VARGAS, Leandro; RIZZARDI, Mauro Antonio; HALL, Linda; BECKIE, Hugh; WOLF, Thomas M. **Como funcionam os herbicidas da biologia à aplicação**. Passo Fundo: Gráfica Editora Berthier, 2005.

ROESLER, G.D., JONCK, L.C.G.; SILVA, R.P.; JERONIMO, A.V.; HIRATA, A.C.; MONQUERO, P.A. **Decontamination methods of tanks to spray 2,4-D and dicamba and the effects of these herbicides on citrus and vegetable species**. Australian Journal Crop Sciencen, 14(08):1302-1309 (2020) doi: 10.21475/ajcs.20.14.08.p2586

SCIUMBATO, A. S., J. M. CHANDLER, S. A. SENSEMAN, R. W. BOVEY, AND K. L.SMITH. Determining exposure to auxin-like herbicides. II. Practical application to quantify volatility. **Weed Technol.** 18:1135–1142, 2004.

SILVA, J. A. A., SANTOS, M., & Karam, D. (2009). **Efeito de fitointoxicação dos herbicidas nicosulfuron e 2, 4-D em plântulas de milho e algodão**. In *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS, 1., 2009, Vitória. Anais... Vitória: Incaper, 2009..

SILVA, O. C. Tecnologia de aplicação de fungicidas. In: CANTERI, M. G.; PRIA, M. D.; SILVA, O. C. (Eds.) **Principais doenças fúngicas do feijoeiro**. Ponta Grossa: UEPG, p. 127-137, 1999.

SLC SEMENTES. Sementes de Algodão BS2106 GL. Disponível em <https://slcsementes.com.br/produtos/semente-de-algodao/bs2106-gl/>. Acesso em 28 de junho de 2022.

SOUSA NETO, João Alves de. **Desenvolvimento de uma câmera para avaliação comparativa das volatilidades de formulações de agrotóxicos contendo dicamba**. 2019. Dissertação (Mestrado em Medicamentos e Cosméticos)- Faculdade de Ciências farmacêuticas de Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2010. Doi 10.11606/D.60.2020.tde-28032020-215940. Acesso em: 2022-07-05.

SOUZA, R.M. **Produtividade e qualidade da fibra de algodoeiro submetido a aplicação de subdoses de 2,4-D sal colina**. 2021. 41 f. Monografia (Bacharelado em Agronomia)- Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Mato Grosso, Barra das Graças, 2021.

TEIXEIRA MC, DUQUE P, CORREIA I. Environmental genomics: mechanistic insights into toxicity of and resistance to the herbicide 2,4-D. **Trends Biotechnology**, v. 25, p. 363–370, 2007.

U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, SOIL CONSERVATION SERVICE. 1990 (Nov.). SCS/ARS/CES Pesticide Properties Database: Version 2.0 (Summary). USDA - **Soil Conservation Service**, Syracuse, NY.

VIEIRA, R.B. et al. **UTILIZAÇÃO DE BIOESTIMULANTE NA MITIGAÇÃO DE FITOINTOXICAÇÃO DE DICAMBA EM SOJA**. 2019.

VIDAL, R. A.; MEROTTO Jr. A. **Herbicidologia**. Porto Alegre: Evangraf, 2001.152p.

YATES, W. E.; AKESSON, N. B.; BAYER, D. E. Drift of glyphosate sprays applied with aerial and ground equipment. **Weed Science**, v. 26, n. 6, p. 597-604, 1978.

WH Faircloth, EP Prostko; Efeito de Imazapic e 2,4-DB no rendimento, qualidade e germinação de sementes de amendoim. **Ciência do Amendoim** 1 de janeiro de 2010; 37 (1): 78–82.

WSSA Herbicide Handbook Committee. 1989. Herbicide Handbook of the Weed Science Society of America, 6th Ed. WSSA, Champaign, IL.

YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Resposta de cultivares de algodoeiro a subdoses de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 627-633, 2005.