



# Intoxicação de cafeeiro recém implantado por deriva simulada do herbicida dicamba

Fabio Alessandro Muniz Pires<sup>1</sup>; Caroliny Pereira Santos<sup>2</sup>;  
Chayenne de Lira Ferreira<sup>3</sup>; Saul Jorge Pinto de Carvalho<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Machado, graduado em Engenharia Agrônômica, E-mail: fabiopires12@icloud.com

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Machado, graduado em Engenharia Agrônômica, E-mail: carolinyengagro@gmail.com

<sup>3</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Machado, graduado em Engenharia Agrônômica, E-mail: chayenneferreira\_@hotmail.com

<sup>4</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Machado, Professor Doutor, E-mail: sjpcarvalho@yahoo.com.br

Recebido em: 19/05/2022

Aceito em: 30/11/2022

## Resumo

Após o lançamento de cultivares de soja resistentes ao herbicida dicamba, este produto deverá ser utilizado com maior frequência em programas de manejo de plantas daninhas, o que pode aumentar os riscos de deriva às culturas vizinhas, visto que as moléculas são voláteis e podem provocar danos em plantas não alvo. Objetivou-se avaliar os efeitos de subdoses do herbicida dicamba sobre plantas jovens de cafeeiro, simulando uma situação de deriva. O experimento foi realizado em casa de vegetação, com delineamento de blocos ao acaso, oito tratamentos e cinco repetições. Cada parcela foi constituída por um vaso de 4 L, preenchido com solo argiloso peneirado e esterco de curral curtido (3:1 v/v), com uma muda de café cv. Catuaí IAC 144. Os tratamentos utilizados foram: 0,0 (testemunha), 0,0001, 0,001, 0,01, 0,1, 1,0, 10,0 e 100,0 g ha<sup>-1</sup> de dicamba. Avaliou-se a fitotoxicidade percentual das plantas até 49 dias após aplicação (DAA), índice *Soil Plant Analysis Development* (SPAD) em 14, 28 e 42 DAA, e biomassa de matéria seca, aos 49 DAA. Em todas as avaliações, não foram observadas diferenças quanto à fitotoxicidade para subdoses de até 0,01 g ha<sup>-1</sup>. As maiores doses de dicamba provocaram injúrias visuais de até 31%. Aos 49 DAA, não houve diferenças quanto à biomassa de matéria seca. Foram observados sintomas foliares causados pelo herbicida, como encarquilhamento, enrugamento e epinastia. Não foi observada morte de plantas. Comparativamente a outras culturas, o cafeeiro pode ser considerado mais tolerante às subdoses de dicamba, com adequada capacidade de recuperação para doses reduzidas do herbicida.

**Palavras-chave:** *Coffea arabica*, fitotoxicidade, auxínicos, injúria.

## Introdução

As plantas daninhas são um dos principais fatores bióticos de restrição para o estabelecimento das culturas de interesse econômico, uma vez que interferem em seu desenvolvimento por meio da competição por espaço, luz, água e nutrientes (CORRÊA et al., 2016). Além disso, tais plantas também possuem alelopatia, impedindo o desenvolvimento de outras espécies endêmicas nas áreas (MARINHO et al., 2017).

Nas últimas décadas, a utilização de herbicidas tem sido considerada a principal forma de controle de plantas daninhas dentro dos sistemas de produção. Isso se deve à praticidade, baixo custo e eficiência no manejo quando comparada aos métodos manuais e mecânicos.

Outro fator que tem impulsionado as altas taxas de adoção dos herbicidas consiste na introdução de culturas geneticamente modificadas, tolerantes a herbicidas específicos, como o glifosato (GRUBE et al., 2011). Contudo, o uso contínuo de um mesmo herbicida em dosagens incorretas tem favorecido o surgimento de plantas daninhas resistentes em áreas agricultáveis (ZHOU et al., 2016).

Atualmente, no Brasil, existem nove espécies de plantas daninhas resistentes ao glifosato: *Amaranthus palmeri*, *Amaranthus hybridus*, *Chloris elata*, *Conyza bonariensis*, *Conyza canadensis*, *Conyza sumatrensis*, *Digitaria insularis*, *Eleusine indica* e *Lolium multiflorum* (HEAP, 2020). Neste sentido, o desenvolvimento

de culturas geneticamente modificadas resistentes a herbicidas de outros mecanismos de ação disponibiliza novas tecnologias no controle, a exemplo das novas variedades de soja Intacta 2 Xtend®, resistentes ao herbicida dicamba (BEHRENS, 2007; MELHORANÇA FILHO, PEREIRA, MARTINS, 2011; MOHSENI-MOGHADAM; DOOHAN, 2015). Com isso, este pode ser adotado como parte de um programa para manejo de plantas daninhas eudicotiledôneas resistentes aos herbicidas comumente utilizados na cultura, como, por exemplo, o glifosato (SILVA et al., 2018).

O herbicida dicamba (ácido 3,6-dicloro-2-metoxibenzoico) consiste em um regulador de crescimento hormonal, pertencente à classe dos herbicidas mimetizadores de auxina, grupo químico dos ácidos benzoicos (ZHOU et al., 2016). Ele, por conta da maior volatilidade das moléculas, está mais sujeito à deriva, definida como o desvio da trajetória das partículas do herbicida aplicado, causada por gotas de tamanho reduzido e influência do vento, atingindo áreas que não são de interesse (USEPA, 2019). Essa deriva de herbicidas pode atingir lavouras distantes do local aplicado, reduzindo a eficiência da aplicação e afetando negativamente a produção nas lavouras vizinhas (SILVA et al., 2018).

Os herbicidas auxínicos agem de maneira similar ao ácido indolacético (AIA), no entanto, são mais persistentes e mais ativos que este, provocando danos em culturas sensíveis mesmo em concentrações muito baixas (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011; CARVALHO et al., 2022). Mesmo em baixas doses, herbicidas auxínicos possuem grande eficácia no controle de plantas daninhas de folha larga. No entanto, a ocorrência de deriva e as consequências para culturas sensíveis vêm sendo um dos problemas relacionados à utilização de culturas transgênicas resistentes a esses herbicidas (EGAN; MORTENSEN, 2012; MUELLER; WRIGHT; REMUND, 2013).

Segundo Lima e Silva (2020), esta nova tecnologia pode causar problemas pela deriva do herbicida em culturas adjacentes assim que essas cultivares resistentes ao herbicida dicamba comecem a ser comercializadas no Brasil; principalmente em locais com aumento das lavouras de soja nos últimos anos, como no Sul de Minas Gerais, onde, muitas vezes, a cultura se localiza em áreas vizinhas aos cafezais, que não são modificados geneticamente para tolerar a exposição ao herbicida. Desta forma, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a suscetibilidade de plantas jovens de cafeeiro submetidas a subdoses do herbicida dicamba, simulando uma condição de deriva.

## Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS), campus Machado (21°45'S; 45°55'W; 850 m de altitude), entre março e novembro de 2019. Cada unidade experimental constou de um vaso de 4 L, com fundo perfurado, preenchido com solo argiloso peneirado e misturado a esterco de curral curtido, em proporção de 3:1 v/v. Em 13 de março de 2019, mudas de café (*Coffea arabica* L.) cv. Catuaí Vermelho IAC 144, com aproximadamente 9 meses de cultivo e 7-8 pares de folhas, foram transplantadas para vasos, onde permaneceram até a conclusão do experimento, sendo uma planta por vaso.

Após o transplante, as plantas foram mantidas em casa de vegetação para aclimação até setembro de 2019, quando foram administrados os tratamentos herbicidas. As parcelas foram devidamente fertilizadas com 1 g de fertilizante comercial 15:15:20 (N:P:K + micronutrientes), em 27 de março de 2019. Adicionalmente, realizou-se uma pulverização com hidróxido de cobre (6 mL / 400 mL H<sub>2</sub>O + 0,5% de

Agral) em 14 de agosto de 2019. As plantas se desenvolveram adequadamente, sem deficiência hídrica ou nutricional. A casa de vegetação possui irrigação automatizada, devidamente regulada, o que garantiu a manutenção hídrica das plantas sem excesso ou déficit.

Foi adotado delineamento de blocos ao acaso com oito tratamentos e cinco repetições, totalizando 40 parcelas. Mesmo após seleção de material homogêneo, cada bloco experimental foi definido por um conjunto de plantas assemelhadas em porte e número de folhas, de modo a evitar qualquer possível interferência do tamanho de plantas nos resultados experimentais. Os tratamentos foram constituídos por diferentes doses do herbicida dicamba ( $\text{g ha}^{-1}$ ): 0,0001, 0,001, 0,01, 0,1, 1,0, 10,0 e 100,0, além de testemunha sem aplicação.

As pulverizações foram realizadas em 11 de setembro de 2019, diretamente sobre as plantas em formação, soltando os primeiros pares de ramos plagiotrópicos. Para tanto, as plantas foram removidas da casa de vegetação e pulverizadas em ambiente externo, adotando-se anteparos laterais aos vasos a serem aplicados para conter alguma possibilidade de deriva. Utilizou-se de um pulverizador costal pressurizado por gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), acoplado a barra de pulverização com duas pontas do tipo leque TTI 110.02, espaçadas em 0,50 m, operando com pressão constante de 2,5 bar, devidamente calibrado para volume de calda proporcional a  $200 \text{ L ha}^{-1}$  e posicionada a 0,5 m das plantas. Em todas as aplicações, foi utilizada água deionizada como veículo.

Após a completa secagem da calda, as plantas foram transportadas de volta à casa de vegetação para posterior avaliação da fitotoxicidade aos 7, 14, 21, 28, 42 e 49 dias após aplicação (DAA). A fitotoxicidade foi avaliada considerando-se escala visual de sintomas variável entre 0 e 100% de dano, em que zero representou plantas saudáveis, sem sintomas, e 100% representou

plantas mortas (SBCPD, 1995). Aos 14, 28 e 42 DAA foi avaliado o índice *Soil Plant Analysis Development* (SPAD) das plantas, utilizando o aparelho Konica-Minolta 502 Plus. Nesta medição, foi realizada a média da amostragem de três folhas por parcela, sendo duas folhas novas (terço superior das plantas) e uma folha velha (terço médio das plantas).

Aos 49 DAA, todas as parcelas foram lavadas em água corrente para limpeza das raízes e encaminhadas para secagem. Em laboratório, todas as plantas foram secadas em estufa com circulação forçada de ar, a  $70^\circ\text{C}$ , por 72 horas, para obtenção de massa de matéria seca. Após o procedimento, foi feita a pesagem da parte aérea e das raízes de cada tratamento. Todos os dados foram submetidos à aplicação do teste F na análise de variância, seguido do teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, ambos com 5% de significância. Mesmo com a existência de tratamentos quantitativos, optou-se por não utilizar regressões devido à baixa amplitude dos resultados amostrados e maior discriminação dos dados promovida pelo teste de médias.

## Resultados e discussão

Na Tabela 1, observam-se os dados de intoxicação da deriva simulada do herbicida dicamba às mudas de café nas duas primeiras avaliações. Aos 7 DAA, constataram-se baixos níveis de intoxicação nas doses mais reduzidas, isto é, não foram observadas diferenças significativas em relação à testemunha para subdoses de até  $0,01 \text{ g ha}^{-1}$ . Por outro lado, nas doses mais altas, os níveis de intoxicação chegaram a 10,6% e 20%, demonstrando significância segundo o teste F. Lima e Silva (2020) observaram até 9,7% de fitotoxicidade aos 7 DAA em plantas jovens de *Eucalyptus urograndis* com doses de até  $120 \text{ g ha}^{-1}$ . Isso demonstra que o cafeeiro é mais sensível à deriva de dicamba do que a cultura do eucalipto.

**Tabela 1.** Fitotoxicidade<sup>1</sup> de dicamba sobre mudas de cafeeiro recém plantadas, avaliada aos 7 e 14 dias após aplicação, e índice *Soil Plant Analysis Development* (SPAD) avaliada aos 14 dias após aplicação (DAA). Machado, MG, 2019.

Tratamentos (g ha <sup>-1</sup> )	Fitotoxicidade		SPAD
	7 DAA	14 DAA	14 DAA
Testemunha	0,0 A	0,0 A	41,34
0,0001	0,4 A	1,0 A	38,90
0,001	1,2 A	1,6 A	39,44
0,01	0,0 A	0,6 A	41,32
0,1	3,0 B	2,6 A	42,14
1	3,2 B	5,2 B	42,26
10	10,6 C	13,4 B	32,66
100	20,0 D	31,0 C	37,92
Teste F	61,423*	85,814*	1,036 <sup>NS</sup>
CV (%)	41,96	37,14	17,71

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott, com 5% de significância; CV – coeficiente de variação; \*Teste F significativo a 5%; <sup>NS</sup>Teste F não significativo.

**Fonte:** Elaborada pelos autores (2020).

O dicamba é um produto que tem ganhado importância pelo fato de ser uma alternativa para o controle de certas plantas daninhas resistentes ao glifosato como, por exemplo, plantas do gênero *Conyza*, no controle de outras plantas problemáticas ao agroecossistema, e por haver poucos casos de plantas resistentes ao seu mecanismo de ação (SANTOS, 2017). A introdução de culturas tolerantes ao herbicida dicamba no mercado agrícola tem elevado as altas taxas de comercialização e adoção deste produto fora do país, aumentando o risco da deriva desse herbicida em plantas não alvo (VIEIRA et al., 2020).

A partir dos 14 DAA, observou-se que as doses acima de 1,0 g ha<sup>-1</sup> foram diferentes da testemunha de acordo com o teste de Scott-Knott. Os valores de intoxicação aumentaram entre os tratamentos, com o pico de fitotoxicidade em 31% de dano, sendo este o maior nível entre os tratamentos, identificado para a maior dose. Comportamento semelhante ocorre nas plantas de soja, pois, segundo Costa (2019), o nível máximo de injúria pelo herbicida na cultura é percebido na avaliação de 14 dias.

Na Tabela 2, observa-se, aos 21 DAA, redução gradativa nos valores de intoxicação das plantas, indicando a capacidade das plantas de café em superar os danos causados pela molécula do herbicida. Conforme Costa (2019), resultado semelhante acontece com a soja, demonstrando que os efeitos do dicamba levam determinado tempo para se manifestar e que as plantas possuem mecanismos que lhe permitem a recuperação, ao menos em parte, dos danos sofridos pela deriva do dicamba.

Decorridos os 28 DAA, observou-se, entre os tratamentos, a fitotoxicidade variando de 0 a 24%. Conforme Lima e Silva (2020), as plantas de eucalipto também possuem mecanismos que permitem a recuperação, de forma gradativa, dos danos ocasionados após a exposição ao herbicida. Observa-se comportamento semelhante no cafeeiro, pois, após o pico de intoxicação (14 DAA), ocorreu redução gradativa dos sintomas.

A partir dos 42 DAA (Tabela 3), não foram observados sintomas de dano nas dosagens mais baixas (0,0001, 0,001 e 0,01 g ha<sup>-1</sup>), apenas

**Tabela 2.** Fitotoxicidade<sup>1</sup> de dicamba sobre mudas de cafeeiro recém plantadas, avaliada aos 21 e 28 dias após aplicação, e índice *Soil Plant Analysis Development* (SPAD) avaliada aos 28 dias após aplicação (DAA). Machado, MG, 2019.

Tratamentos (g ha <sup>-1</sup> )	Fitotoxicidade		SPAD
	21 DAA	28 DAA	28 DAA
Testemunha	0,0 A	0,0 A	50,96
0,0001	0,6 A	0,8 A	44,26
0,001	2,0 A	2,4 A	45,22
0,01	0,0 A	2,2 A	46,00
0,1	2,2 A	5,8 B	49,34
1	0,6 A	7,0 B	48,04
10	10,4 B	17,2 C	49,62
100	22,6 C	24,0 D	51,58
Teste F	48,291	37,577*	0,701 <sup>NS</sup>
CV (%)	53,40	42,53	14,79

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott, com 5% de significância; CV – coeficiente de variação; \*Teste F significativo a 5%; <sup>NS</sup>Teste F não significativo.

**Fonte:** Elaborada pelos autores (2020).

nas que receberam deriva de 1,0 g ha<sup>-1</sup> de dicamba, ou em doses superiores. Aos 49 DAA, observou-se baixo nível de fitotoxicidade na maioria dos tratamentos e redução dos sintomas nas dosagens mais altas do herbicida em relação às avaliações anteriores.

Após a avaliação dos tratamentos, observou-se que os sintomas foram mais predominantes e acentuados nos tecidos jovens da planta. De acordo com Vidal (1997), as folhas mais velhas de algumas espécies vegetais são menos afetadas após a exposição aos herbicidas auxínicos devido

**Tabela 3.** Fitotoxicidade<sup>1</sup> de dicamba sobre mudas de cafeeiro recém plantadas, avaliada aos 42 e 49 dias após aplicação, e índice *Soil Plant Analysis Development* (SPAD) avaliada aos 42 dias após aplicação (DAA). Machado, MG, 2019.

Tratamentos (g ha <sup>-1</sup> )	Fitotoxicidade		SPAD
	42 DAA	49 DAA	42 DAA
Testemunha	0,0 A	0,0 A	43,1 B
0,0001	0,0 A	0,0 A	44,9 B
0,001	0,0 A	0,4 A	42,9 B
0,01	0,0 A	0,0 A	50,5 A
0,1	0,0 A	1,8 A	48,1 B
1	1,6 A	1,2 A	46,4 B
10	10,0 B	4,2 B	43,2 B
100	25,6 C	18,6 C	56,9 A
Teste F	93,929*	64,455*	3,757*
CV (%)	45,36	54,04	11,80

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott, com 5% de significância; CV – coeficiente de variação; \*Teste F significativo a 5%.

**Fonte:** Elaborada pelos autores (2020).

a pouca presença de tecidos meristemáticos, local de ação desses herbicidas.

O equipamento Minolta SPAD-502, que mede a intensidade da coloração verde das folhas, tem sido utilizado na quantificação de clorofilas, caracterizando-se pela rapidez, simplicidade e, principalmente, por possibilitar uma avaliação não destrutiva do tecido foliar (RAMOS, MONNERAT, PINHO, 2013). Conforme as avaliações, nota-se que o menor valor obtido foi de 32,66 (Tabela 1), e o maior de 56,9 (Tabela 3). Em geral, não foram observadas diferenças significativas em relação aos teores de clorofila dos tratamentos herbicidas, com exceção apenas para a avaliação de 42 DAA, nas doses de 0,01 e 100,0 g ha<sup>-1</sup>.

Quanto à biomassa seca do cafeeiro (Tabela 4), detectou-se significância do teste F apenas para a massa de raízes, em que os tratamentos herbicidas foram sempre iguais ou superiores aos da testemunha sem aplicação. Neste ponto, pode-se especular sobre possível efeito hormético de dicamba sobre o crescimento radicular, até a dose de 0,01 g ha<sup>-1</sup>, porém sem constância entre os tratamentos, visto que este

efeito não se manteve na dose de 0,001 g ha<sup>-1</sup>. Sabidamente, a atividade hormonal dos herbicidas mimetizadores das auxinas (dicamba) pode resultar em manifestações diversas na fisiologia vegetal, incluindo hormese, porém, esta análise não cabe no escopo deste trabalho.

Em relação à biomassa da parte aérea e total, não houve significância relativa ao teste F, ou seja, todos os tratamentos testados alcançaram biomassa de matéria seca da parte aérea igual à testemunha, assim como a biomassa da matéria seca total. Segundo Christoffoleti et al. (2015), após a exposição ao herbicida, notam-se visualmente os seguintes sintomas em plantas sensíveis: tumores na região do meristema apical; anormalidade dos tecidos de crescimento, como o enrugamento e encarquilhamento do caule e folhas; epinastia; engrossamento de caule e multiplicação do sistema radicular. Na parte aérea do cafeeiro, observaram-se sintomas como epinastia, enrugamento e encarquilhamento de folhas.

O dicamba é um herbicida mimetizador de auxinas e, como tal, sua presença impacta diversos processos fisiológicos vegetais

**Tabela 4.** Massa de matéria seca de raízes, parte aérea e total de mudas de cafeeiro recém plantadas submetidas a subdoses do herbicida dicamba, avaliadas aos 49 dias após aplicação. Machado, MG, 2019.

Tratamentos (g ha <sup>-1</sup> )	Massa de Matéria Seca (g parcela <sup>-1</sup> )		
	Raízes	Parte Aérea	Total
Testemunha	11,1 B	27,4	38,5
0,0001	20,1 A	29,6	49,7
0,001	13,0 B	28,9	41,8
0,01	20,2 A	27,8	48,0
0,1	12,4 B	28,7	41,0
1	9,4 B	28,6	38,1
10	11,3 B	29,0	40,3
100	13,8 B	28,4	42,2
Teste F	3,466*	0,167 <sup>NS</sup>	1,590 <sup>NS</sup>
CV (%)	35,17	13,42	17,71

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott, com 5% de significância; CV – coeficiente de variação; \*Teste F significativo a 5%; <sup>NS</sup>Teste F não significativo.

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

naturalmente sensíveis aos hormônios auxínicos, tais como o crescimento de plantas, diferenciações meristemáticas, deformações foliares e calosidades nos caules. Algumas destas manifestações estiveram presentes nas mudas de cafeeiro, contudo, em menor intensidade do que é comumente observado em culturas mais sensíveis, tais como a soja não modificada geneticamente (COSTA, 2019; CARVALHO et al., 2022). Em geral, é possível que o cafeeiro seja menos sensível à molécula de dicamba por resposta metabólica à sua presença (detoxificação), ou mesmo por consequência de menores taxas de absorção e translocação do herbicida nos tecidos vegetais, o que culminou em menor manifestação geral dos sintomas.

## Conclusões

Não foram observadas diferenças significativas em relação à fitotoxicidade do herbicida dicamba para subdoses de até 0,01 g ha<sup>-1</sup> em todas as avaliações realizadas. As doses de 10,0 e 100,0 g ha<sup>-1</sup> promoveram maiores injúrias em plantas jovens de café, com nível de dano de até 31%. Os principais sintomas observados foram epinastia, enrugamento e encarquilhamento de folhas.

O pico de fitotoxicidade foi observado aos 14 DDA. Nas avaliações seguintes, constatou-se recuperação das injúrias causadas pela deriva do herbicida. Não foram observadas diferenças quanto à biomassa de matéria seca. Não foi observada morte de plantas nas doses testadas.

## Referências

BEHRENS, M. R. Dicamba resistance: enlarging and preserving biotechnology-based weed management strategies. **Science**. v. 316, n. 5828, p. 1185-1188, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.1141596> Acesso em: 19 mai. 2022.

CARVALHO, S.J.P.; MAGALHÃES, T.B.; LÓPEZ OVEJERO, R.F.; PALHANO, M.G. Fitotoxicidade de subdoses do herbicida dicamba quando aplicado em pré-emergência da cultura da soja não-tolerante. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.21, n.2, p.85-92, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5965/2238117121222022085> Acesso em: 19 mai. 2022.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; FIGUEIREDO, M. R. A.; PERES, L. E. P.; NISSEN, S.; GAINES, T. Auxinic herbicides, mechanisms of action, and weed resistance: a look into recent plant science advances. **Scientia Agricola**, v. 72, n. 4, p.356-362, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0360> Acesso em: 19 mai. 2022.

CORRÊA, M. J. P.; ALVES, G. L.; ROCHA, L. G. F.; SILVA, M. R. M. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijão caupi. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 13, n. 2, p.1-7, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5327/rcaa.v13i2.1183> Acesso em: 19 mai. 2022.

COSTA, E. M. **Deriva simulada de Dicamba e 2,4-D: efeitos sobre a produtividade e qualidade fisiológica das sementes de soja recém colhidas e armazenadas**. 2019. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2019.

EGAN, J. F.; MORTENSEN, D. A. Quantifying vapor drift of dicamba herbicides applied to soybean. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v.31, n.5, p. 1023-1031, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/etc.1778> Acesso em: 19 mai. 2022.

GRUBE, A.; DONALDSON, D.; KIELY, T.; LAWU. Pesticides Industry Sales and Usage: 2006 and 2007 Market Estimates. **U.S. Environmental Protection**, 2011. p.1-41.

HEAP, I. **International survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em: <http://www.weedscience.org/in.asp>. Acesso em: 26 fev. 2020.

LIMA E SILVA, C. H. **Deriva simulada de dicamba na cultura do eucalipto**. 2020. 63f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2020.

MARINHO, P.; SOUSA, R.; MEDEIROS, P.; SILVA, T.; GIONGO, M. Levantamento fitossociológico de plantas infestantes na área experimental da Universidade Federal do Tocantins submetida a diferentes cultivos. **Agrarian Academy**, v. 4, n. 7, p. 314-324, 2017.

MELHORANÇA FILHO, A. L.; PEREIRA, M. R. R.; MARTINS, D. Efeitos de subdoses de glyphosate sobre a germinação de sementes das cultivares de soja RR e convencional. **Bioscience Journal**, v.27, n.5, p.686-691, 2011.

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. Disponível em: <https://doi.org/10.1614/WT-D-14-00105> Acesso em: 19 mai. 2022.

MUELLER, T. C.; WRIGHT, D. R.; REMUND, K. M. Effect of formulation and application time of day on detecting dicamba in the air under field conditions. **Weed Science**, v.61, n.4, p.586-593, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1614/WS-D-12-00178.1> Acesso em: 19 mai. 2022.

OLIVEIRA JR., R. S. Mecanismo de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p.141-192.

RAMOS, M. J. M.; MONNERAT, P. H.; PINHO, L. G. R. Leitura SPAD em abacaxizeiro imperial cultivado em deficiência de macronutrientes e de boro. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 35, n. 1, p. 277-281, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000100032> Acesso em: 19 mai. 2022.

SANTOS, M. P. **Fitotoxicidade causada por deriva simulada do herbicida dicamba na cultura da soja**. 2017. 19 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG.

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

SILVA, D. R. O.; SILVA, E. D. N.; AGUIAR, A. C. M.; NOVELLO, B. D.; SILVA, A. A. A.; BASSO, C. J. Drift of 2,4-D and dicamba applied to soybean at vegetative and reproductive growth stage. **Ciência Rural**, v. 48, n. 8, p.1-7, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180179> Acesso em: 19 mai. 2022.

USEPA, US Environmental Protection Agency. Introduction to pesticide drift. Washington, DC: **U.S. Environmental Protection Agency**, 2019. Disponível em <https://www.epa.gov/reducing-pesticide-drift/introduction-pesticide-drift>. Acesso em: 16 ago. 2020.

VIDAL, R. A. **Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre: VIDAL, R.A., 1997. 165 p.

VIEIRA, B. C.; LUCK, J. D.; AMUNDSEN, K. L.; WERLE, R.; GAINES, T. A.; KRUGER, G. R. Herbicide drift exposure leads to reduced herbicide sensitivity in *Amaranthus* spp. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p.1-11, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59126-9> Acesso em: 19 mai. 2022.



ZHOU, X.; ROTONDARO, S. L.; MA, M.; ROSSER, S. W.; OLBERDING, E. L.; WENDELBURG, B. M.; ADELFINSKAYA, Y. A.; BALCER, J. L.; BLEWETT, T. C.; CLEMENTS, B. Metabolism and residues of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in DAS-40278-9 Maize (*Zea mays*) transformed with aryloxyalkanoate dioxygenase-1 gene. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, n. 40, p.7438-7444, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b03104> Acesso em:19 mai. 2022.