

## Fitotoxicidade de subdoses do herbicida dicamba quando aplicado em pré-emergência da cultura da soja não-tolerante

*Phytotoxicity of low doses of dicamba when sprayed in pre-emergence on non-tolerant soybean*

Saul Jorge Pinto de Carvalho<sup>1\*</sup> (ORCID 0000-0002-8558-6922), Túlio Braga Magalhães<sup>2</sup> (ORCID 0000-0001-6044-3688),  
Ramiro Fernando López Ovejero<sup>3</sup> (ORCID 0000-0003-4500-6302), Matheus Gabriel Palhano<sup>3</sup> (ORCID 0000-0002-9744-6222)

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Machado, MG, Brasil. \*Autor para correspondência: sjpcarvalho@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Grão de Ouro Agronegócios S.A., Alfenas, MG, Brasil.

<sup>3</sup>Bayer Crop Science, São Paulo, SP, Brasil.

Submissão: 16/12/2021 | Aceite: 24/01/2022

### RESUMO

As cultivares transgênicas de soja oferecem novas alternativas para a elaboração de programas de manejo de plantas daninhas, pois permitem a aplicação de herbicidas anteriormente considerados não seletivos à cultura, dentre estes, o herbicida dicamba. No entanto, é sabido que as cultivares não tolerantes são extremamente sensíveis a esse herbicida, de modo que a presença do mesmo na área, por consequência de deriva de outras áreas ou limpeza incorreta de tanque, pode promover injúrias à cultura. Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a suscetibilidade da soja não-tolerante ao dicamba quando submetida à deriva simulada deste herbicida em condição de pré-emergência da cultura. Três experimentos foram realizados, sendo dois em casa-de-vegetação e um em campo. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. Em casa de vegetação, foram utilizadas as cultivares Agroeste AS 3590 IPRO e Nidera 7709 IPRO, simulando-se sete e seis doses de dicamba, respectivamente. A campo, foi utilizada a cultivar Monsoy 5917 IPRO, com seis doses. De forma geral, indiferente da variedade de soja, sintomas visuais foram observados nas plantas a partir da dose de 3,75 g ha<sup>-1</sup> de dicamba, sendo que a dose de 60 g ha<sup>-1</sup> foi considerada crítica. Abaixo desta dose, houve recuperação das plantas; no entanto, acima da mesma, houve redução na massa final das parcelas. Em campo, não foi registrada perda de produtividade da cultura da soja nas doses estudadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** herbicidas hormonais; deriva; fitotoxicidade; produtividade; toxicidade.

### ABSTRACT

Soybean transgenic cultivars provide a new alternative for elaborating weed management programs once they allow the application of herbicides previously considered non-selective to the crops, and between them, dicamba. However, it is well known that non-tolerant cultivars are extremely sensitive to this herbicide due to spray drift or incorrect tank wash, which may promote severe injuries to the crop. Therefore, this work was developed to evaluate the susceptibility of dicamba non-tolerant soybean submitted to simulated drift of this herbicide in pre-emergence conditions. Three experiments were conducted, two inside a greenhouse and one in field condition. A randomized block design was adopted with four replications each. In the greenhouse, soybean cultivars Agroeste AS 3590 IPRO and Nidera 7709 IPRO were evaluated, simulating seven and six doses of dicamba, respectively. On the field, cultivar Monsoy 5917 IPRO was adopted, with six doses of dicamba. In general, besides soybean cultivar, visual symptoms were observed on plants up to 3.75 g ha<sup>-1</sup> of dicamba, and 60 g ha<sup>-1</sup> might be considered as the critical doses. Bellow this dose, plants were able to recover from symptoms; however, above this dose, a reduction on mass of dry matter was observed. In field conditions, no yield losses were observed for soybean, regarding the doses evaluated.

**KEYWORDS:** hormonal herbicides; drift; phytotoxicity; yield; toxicity.

### INTRODUÇÃO

Na safra 2020/21, o Brasil cultivou o equivalente a 38,5 milhões de hectares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], um avanço de 4,1% em relação à safra 2019/20, resultando em produção total estimada em 135,1

milhões de toneladas (CONAB 2021). A contínua expansão desta cultura e os sucessivos desafios enfrentados quanto ao manejo de plantas daninhas tornam necessárias novas tecnologias agrícolas, bem como geração de informações científicas que visem melhorar e consolidar a produtividade por meio da proteção dos cultivos.

Investimentos tecnológicos permitiram o crescimento da agricultura, contribuindo para a obtenção de altos índices de produtividade. Entretanto, vários fatores bióticos podem interferir de forma negativa nas lavouras, dentre estes a interferência das plantas daninhas (VASCONCELOS et al. 2012). A infestação de áreas agrícolas por plantas daninhas promove redução qualitativa e quantitativa na produção. Estas plantas interferem no desenvolvimento das culturas por competirem por recursos como nutrientes, luz e água, o que compromete a produtividade das lavouras, além de serem hospedeiras de pragas e doenças, e proporcionarem interferência na colheita (SILVA et al. 2014, CARVALHO et al. 2021).

O controle químico, por meio de herbicidas, constitui-se no método mais eficaz e economicamente viável para resolver a problemática das plantas daninhas, principalmente nas grandes áreas de cultivos (CIUBERKIS et al. 2010). No entanto, algumas espécies como capim-amargoso (*Digitaria insularis*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), buva (*Coryza* spp.) e carurus (*Amaranthus* spp.) mantêm importância relevante na agricultura atual devido a seleção de biótipos resistentes ao principal herbicida recomendado, o glyphosate (MOREIRA et al. 2007, CARVALHO et al. 2011, CARVALHO et al. 2015, LICORINI et al. 2015, DALAZEN et al. 2019, HEAP 2021).

Neste sentido, nos últimos anos, uma estratégia viável para o manejo dessas plantas daninhas é a introdução de cultivares de soja com tolerância a diferentes herbicidas, com destaque para herbicidas latifolicidas, como por exemplo a soja tolerante ao dicamba (SPAUNHORST et al. 2014), que foi aprovada pela CTNBio (CTNBio 2016) e está disponível comercialmente na safra 2021/22. Considerando-se os muitos casos de buva resistente ao glyphosate no Brasil (HEAP 2021), espera-se a adoção deste herbicida nas áreas agrícolas em pré-semeadura, como uma alternativa para o manejo dessas populações (SOARES et al. 2012, OSIPE et al. 2017).

O dicamba é um herbicida do grupo químico do ácido benzóico, da classe dos reguladores de crescimento, auxinas sintéticas ou ainda denominado também de herbicida mimetizador de auxina. Quando este é aplicado, o primeiro sintoma observado nas plantas suscetíveis de folhas largas é a epinastia de folhas e pecíolos. Com o decorrer do tempo, outras funções metabólicas são afetadas, com conseqüente aparecimento de outros sintomas tais como, deformações nas nervuras e também no limbo foliar, paralisação do crescimento bem como o engrossamento de raízes, sendo que a morte das plantas suscetíveis acontece de forma lenta, normalmente entre três a cinco semanas após a aplicação (OLIVEIRA JUNIOR 2011, FIGUEIREDO et al. 2016, ZHOU et al. 2016). Na soja, dicamba tem recomendação para aplicação em dessecação pré-semeadura, respeitando-se o período de 30 a 60 dias entre a pulverização e a semeadura da cultura na soja não-tolerante, e sem restrição de tempo no caso da soja tolerante (AGROLINK 2021).

Na literatura, é bem documentada a elevada sensibilidade da soja não-tolerante ao dicamba, com mais destaque para os estádios fenológicos reprodutivos (GRIFFIN et al. 2013, DALLA et al. 2018, SILVA et al. 2018, COSTA et al. 2020). Esta intoxicação pode ocorrer por diferentes fatores no ambiente de produção como, por exemplo, deriva no momento de aplicação, atingindo culturas não-alvo, como lavouras vizinhas de cultivares de soja não-tolerantes à molécula, bem como a incorreta lavagem do tanque após uso do produto e aplicação posterior na área de soja sensível.

Há consistência de informações também sobre reduções de rendimento da cultura da soja quando intoxicada em V3 ou em estádios reprodutivos (EGAN et al. 2014, SILVA et al. 2018, COSTA et al. 2020), porém poucos estudos em condição de pré-emergência. Segundo GRIFFIN et al. (2013), a cultura da soja é 2,5 vezes mais sensível às intoxicações ocasionadas no florescimento quando comparado aos estádios vegetativos. Fica claro, portanto, que o estágio de desenvolvimento da cultura no qual ocorre a contaminação é um fator relevante quanto à manifestação de injúria e alterações no rendimento (COSTA et al. 2020).

Neste sentido, é importante compreender e dimensionar a influência do dicamba para diferentes situações quanto à cultura não tolerante à molécula. Assim sendo, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a suscetibilidade da soja não-tolerante ao dicamba submetida à aplicação de subdoses deste herbicida em condição de pré-emergência.

## MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, dois experimentos foram realizados em casa-de-vegetação em um experimento foi

desenvolvido em campo. Foi utilizada casa-de-vegetação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Machado (21° 45' S; 45° 55W; 850 m de altitude). Nestas condições, foram utilizados vasos de 4 L, preenchidos com solo argiloso peneirado, cujos atributos químicos estão descritos na Tabela 1. Para os experimentos utilizou-se delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições.

Tabela 1. Atributos químicos dos solos amostrados para os experimentos em casa-de-vegetação e em condição de campo. Machado, MG, 2020.

Table 1. Soil chemical attributes for samples adopted in greenhouse experiments and in field condition. Machado, MG, 2020.

Área <sup>1</sup>	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+A1	SB	CTC	V	m
	H <sub>2</sub> O	dag kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			%	%
CV1	4,9	0,7	0,40	54	0,49	0,06	1,90	0,7	2,6	27	7
CV2	6,2	2,0	13,90	194	2,40	1,28	1,90	4,2	6,1	69	0
Campo	6,0	2,6	32,40	168	3,86	1,22	2,30	5,5	7,8	71	0

<sup>1</sup>CV1 = casa-de-vegetação, Experimento 1; CV2 = casa-de-vegetação, Experimento 2.

No primeiro experimento em casa-de-vegetação (CV1), foi utilizada a cultivar de soja Agroeste AS 3590 IPRO. Em cada vaso, cinco sementes de soja foram distribuídas organizadamente, semeadas a 3 cm de profundidade, devidamente cobertas com solo peneirado. A irrigação da casa-de-vegetação foi ligada por seis minutos, de forma a umedecer a superfície dos vasos. Em seguida, os vasos foram removidos da casa-de-vegetação, procedeu-se a aplicação das doses de dicamba em total pré-emergência das plantas e, então, os vasos foram transportados de volta à condição de casa-de-vegetação com irrigação automatizada. Foram utilizados seis tratamentos com dicamba (g ha<sup>-1</sup>): 0,23; 0,94; 3,75; 15; 60 e 240, além de testemunha sem aplicação.

Para o segundo experimento em casa-de-vegetação (CV2), utilizou-se a cultivar de soja Nidera 7709 IPRO. Neste caso, sementes foram distribuídas em seis posições opostas por vaso, também a 3 cm de profundidade, alocando-se uma semente por posição. Em pré-emergência, além de testemunhas sem aplicação, foram adotados cinco tratamentos com dicamba (g ha<sup>-1</sup>): 15, 30, 60, 120 e 240.

O experimento em campo foi realizado em área da Fazenda Santa Rita, município de Machado, MG, mantida sob pivô central (21° 36' 22" S e 45° 53' 30" W), em sucessão à cultura do milho. O solo da área possui classificação textural argilosa e seus atributos químicos estão descritos na Tabela 1. A soja Monsoy 5917 IPRO foi semeada com espaçamento entrelinhas de 0,5 m. As parcelas experimentais constaram de seis linhas da cultura da soja (3 m), com 7 m de comprimento e área total de 21 m<sup>2</sup>. Como área útil, foram consideradas as duas linhas centrais da parcela, com 1 m de bordadura ao início e ao final. O experimento contou com delineamento de blocos ao acaso e quatro repetições. Nesta área, foram pulverizados seis tratamentos, em total pré-emergência da cultura, a saber (g ha<sup>-1</sup>): dicamba a 15, 30, 60, 120 e 240, além de testemunha sem aplicação.

Todos os tratamentos foram aplicados utilizando-se pulverizador costal de precisão pressurizado por CO<sub>2</sub>, acoplado à barra de pulverização com pontas do tipo TTI 110.02, espaçadas em 0,5 m e mantidas 0,5 m acima dos alvos, devidamente calibrado para 200 L ha<sup>-1</sup>. Em casa-de-vegetação, adotou-se barra com duas pontas de pulverização; em campo, foi utilizada barra com quatro pontas.

Após cada aplicação, realizou-se avaliação da fitotoxicidade que os tratamentos causaram à cultura da soja. Para tanto, adotou-se escala percentual de injúria com limites entre zero e 100%, em que zero representou a ausência de sintomas, ou seja, plantas plenamente saudáveis; e 100% representou plantas mortas (SBCPD 1995). Em casa-de-vegetação, no primeiro experimento, as avaliações foram realizadas aos 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA); no segundo experimento, foram realizadas aos 14, 28 e 42 DAA.

Em seguida, contaram-se as plantas remanescentes em cada vaso e, em seguida, os experimentos foram colhidos recolhendo-se todo o material vegetal presente nos vasos. Posteriormente, este material foi secado em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C por 72 horas. Ao final, o material foi pesado para obter a massa de matéria seca.

Em campo, as parcelas foram avaliadas quando à fitotoxicidade aos 14, 21, 28, 35, 42 e 56 DAA. Aproximadamente uma semana antes da colheita da área experimental, mensurou-se também a altura final

das parcelas. Em seguida, procedeu-se a contagem do número de plantas presentes nas duas linhas centrais das parcelas, desprezando-se 1 m de bordadura ao início e ao final (estande final). Na porção central das parcelas, foram colhidas 20 plantas consecutivas em cada uma das duas linhas centrais das parcelas, totalizando 40 plantas. Todas as vagens colhidas foram contadas (relação vagens por plantas) e trilhadas de forma a se obter o número de grãos por vagem, a produção por planta ( $\text{g planta}^{-1}$ ), produtividade corrigida pelo estande ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e massa de mil grãos (MMG; g). Para correção da produtividade pelo estande, foi considerado o estande amostrado em cada parcela, prevendo possíveis alterações na população de plantas devido ao herbicida. Todos os dados de produção foram devidamente padronizados para 13% de umidade.

Todos os dados experimentais, de todos os experimentos, foram submetidos à aplicação do teste F na análise da variância. Quando da ocorrência de variáveis com efeitos de tratamentos significativos, estes foram agrupados por meio do teste de Scott-Knott (SCOTT & KNOTT 1974). Todos os testes foram aplicados com nível mínimo de significância de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos experimentos realizados em casa-de-vegetação, os primeiros sintomas de fitotoxicidade da soja Agroeste AS 3590 IPRO foram registrados na dose de  $3,75 \text{ g ha}^{-1}$  de dicamba. Doses inferiores a  $3,75 \text{ g ha}^{-1}$  não causaram injúrias perceptíveis nas plantas (Tabela 2). Para doses de até  $15 \text{ g ha}^{-1}$  de dicamba, houve registro de sintomas, porém com recuperação das plantas a partir de 21 DAA, sem efeito no estande ou massa de matéria seca. Neste primeiro experimento, doses iguais ou superiores a  $60 \text{ g ha}^{-1}$  causaram elevada intoxicação das plantas, com expressão também sobre o número de plantas remanescentes nos vasos, bem como sobre a matéria seca (Tabela 2).

Tabela 2. Fitotoxicidade percentual avaliada aos 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA), número de plantas na parcela e massa seca aos 28 DAA, para a cultura da soja (Agroeste AS 3590 IPRO) quando pulverizada em pré-emergência com diferentes doses do herbicida dicamba, em casa-de-vegetação. Machado, MG, 2020.

Table 2. Percent phytotoxicity evaluated at 14, 21 and 28 days after application (DAA), number of plants per pot and mass of dry matter at 28 DAA, for soybean crop (Agroete AS 3590 IPRO) after pre-emergence application of different doses of dicamba, in greenhouse. Machado, MG, 2020.

Dicamba ( $\text{g ha}^{-1}$ )	Fitotoxicidade <sup>1</sup>			Nº Plantas <sup>1</sup> 28 DAA	Massa Seca <sup>1</sup>	
	14 DAA	21 DAA	28 DAA		g/parcela	g/planta
Testemunha	0,0 A	0,0 A	0,0 A	3,8 A	1,07 A	0,28
0,23	0,0 A	0,0 A	0,0 A	3,8 A	1,05 A	0,28
0,94	0,0 A	0,0 A	0,0 A	4,0 A	1,26 A	0,31
3,75	10,0 B	0,0 A	3,5 B	3,8 A	1,11 A	0,32
15,0	7,5 B	13,8 B	7,0 B	3,3 A	0,96 A	0,30
60,0	30,0 C	52,5 C	55,0 C	2,0 B	0,51 B	0,17
240,0	22,5 C	67,5 C	87,5 D	0,5 B	0,51 B	0,29
F <sub>trat</sub>	15,47**	51,35**	42,46**	4,94**	3,26*	0,463 <sup>NS</sup>
CV (%)	35,36	26,77	29,88	17,28	8,73	5,93

\*Teste F significativo a 5% de probabilidade; \*\* Teste F significativo a 1% de probabilidade; <sup>NS</sup>Teste F não significativo. Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott, com 5% de probabilidade. <sup>1</sup>Dados originais apresentados, porém previamente transformados por  $\sqrt{x+1}$ .

A partir do primeiro ensaio, foram ajustadas as doses e resultados semelhantes foram obtidos para a cultivar Nidera 7709 IPRO (Tabela 3), para as doses de 15 a  $60 \text{ g ha}^{-1}$ . Neste caso, sintomas de injúrias foram observados para doses de 15 e  $30 \text{ g ha}^{-1}$ , porém com recuperação das plantas a partir de 28 DAA e sem efeito sobre estande ou massa de matéria seca. Doses iguais ou superiores a  $60 \text{ g ha}^{-1}$  também provocaram elevada fitotoxicidade nas plantas, o que se refletiu em menor massa seca total da parcela ou massa seca unitária ( $\text{g planta}^{-1}$ ) (Tabela 4). Portanto, observa-se que  $60 \text{ g ha}^{-1}$  foi a dose crítica de dicamba que promoveu impacto significativo às plantas de soja, em casa-de-vegetação. Nas doses mais concentradas ( $240 \text{ g ha}^{-1}$ ), foi observada má formação das plântulas, epinastia, necroses e até morte de plantas.

AGUIAR et al. (2020) realizaram um experimento para avaliar a suscetibilidade de diferentes espécies bioindicadoras para contaminação do solo com dicamba e observaram alta sensibilidade do feijoeiro e da soja para resíduos deste herbicida. Neste caso, doses de dicamba superiores a 50 g ha<sup>-1</sup> promoveram fitotoxicidade na soja da ordem de 100%. Estes resultados elevados de intoxicação em casa-de-vegetação podem ser consequência do regime de irrigação diário e mais intenso realizado neste ambiente. Este maior molhamento, provavelmente, permitiu maior percolação do herbicida, alcançando a zona radicular nos vasos e, por consequência, provocando maior absorção pelas plantas. Embora a umidade do solo seja um fator favorável para a degradação microbiana (KRUEGER et al. 1991), a ocorrência de irrigação em casa-de-vegetação logo após a aplicação, provavelmente, teve maior contribuição para lixiviação da molécula e consequente intoxicação das plantas, devido à maior acumulação do produto na região das raízes.

Tabela 3. Fitotoxicidade percentual avaliada aos 14, 28 e 42 dias após aplicação (DAA), número de plantas na parcela e massa seca aos 42 DAA, para a cultura da soja (*Nidera 7709 IPRO*) quando pulverizada em pré-emergência com diferentes doses do herbicida dicamba, em casa-de-vegetação. Machado, MG, 2020.

Table 3. Percent phytotoxicity evaluated at 14, 28 e 42 days after application (DAA), number of plants per pot and mass of dry matter at 42 DAA, for soybean crop (*Nidera 7709 IPRO*) after pre-emergence application of different doses of dicamba, in greenhouse. Machado, MG, 2020.

Dicamba (g ha <sup>-1</sup> )	Fitotoxicidade <sup>1</sup>			Nº Plantas <sup>1</sup> 42 DAA	Massa Seca <sup>1</sup>	
	14 DAA	28 DAA	42 DAA		g/parcela	g/planta
Testemunha	0,0 A	0,0 A	0,0 A	3,8	3,74 A	1,03 A
15	8,3 B	0,0 A	0,0 A	4,8	4,11 A	0,89 A
30	21,3 C	7,5 B	5,8 B	4,8	3,89 A	0,82 A
60	38,8 D	23,8 C	17,8 C	4,3	2,26 B	0,54 B
120	48,8 E	50,0 D	32,5 D	4,3	1,79 B	0,43 B
240	96,3 F	88,3 E	86,3 E	2,0	0,20 C	0,07 C
F <sub>trat</sub>	174,18**	365,25**	341,35**	2,38 <sup>NS</sup>	20,16**	48,22**
CV (%)	8,92	8,14	8,70	15,84	10,68	3,24

\*\*Teste F significativo a 1% de probabilidade; <sup>NS</sup> Teste F não significativo. Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott, com 5% de probabilidade. <sup>1</sup>Dados originais apresentados, porém previamente transformados por  $\sqrt{x+1}$ .

SILVA et al. (2020) apontam que a persistência de herbicidas auxínicos no solo (2,4-D e dicamba) está sujeita a influência de características edafoclimáticas, como o tipo de solo, regime hídrico e temperatura. A sorção e a persistência destes herbicidas são controladas pela textura do solo, pH e teor de matéria orgânica (KAH et al. 2007). Ainda, a degradação é influenciada pela atividade microbiana e pela temperatura do solo (COMFORT et al. 1992).

O herbicida dicamba é uma molécula com potencial de lixiviação (INOUE et al. 2003, SILVA et al. 2020), fraca sorção aos colóides ( $K_d < 0,7$ ) (MURRAY & HALL 1989, MENASSERI et al. 2003) e demanda entre 33 e 95 mm para lixiviar 10 cm na camada do solo (FRIESEN 1965, GROVER 1977). Neste sentido, SILVA et al. (2020) realizaram experimento aplicando duas doses de dicamba (120 e 240 g ha<sup>-1</sup>) ao solo, seguidas de quatro precipitações simuladas (10, 30, 60 e 90 mm), previamente à semeadura da soja. Após sete dias da aplicação, a soja BMX Delta IPRO foi semeada e os sintomas foram avaliados. Nestas condições, o herbicida dicamba reduziu a emergência e a matéria seca das plântulas. Foram registrados sintomas próximos de 100% de intoxicação para precipitações simuladas de até 60 mm. Ou seja, para curtos intervalos de tempo entre a aplicação e a semeadura da soja, a lixiviação do dicamba para a zona radicular é um fator mais significativo a ser considerado que a possibilidade de dissipação da molécula (MENASSERI et al. 2003).

Em campo, os sintomas de injúria observados foram significativos a partir da concentração de 60 g ha<sup>-1</sup>, porém estes sintomas foram menos intensos que em casa-de-vegetação (Tabela 4). Também neste caso, as notas mais elevadas foram observadas aos 14 DAA, com recuperação gradual das plantas a partir dos 21 DAA. Nenhum tratamento de dicamba aplicado em pré-emergência resultou em alteração dos componentes de produção ou na produtividade da cultura (Tabelas 5 e 6). Ressalta-se que, mesmo sendo uma área com disponibilidade de irrigação por pivô central, o início do cultivo da soja foi mantido com

precipitações naturais. As interações do produto com o solo e a presença de palhada de milho na área podem ter contribuído para menor disponibilidade do produto e, conseqüentemente, menor fitotoxicidade às plantas.

Tabela 4. Fitotoxicidade percentual da cultura da soja (Monsoy 5917 IPRO) quando pulverizada em pré-emergência, em campo, com diferentes doses do herbicida dicamba, avaliada aos 14, 21, 28, 35, 42 e 56 dias após aplicação (DAA). Machado, MG, 2020.

Table 4. Percent phytotoxicity of soybean crop (Monsoy 5917 IPRO) after pre-emergence application of different rates of dicamba, in field condition, evaluated at 14, 21, 28, 35, 42 and 56 days after application (DAA). Machado, MG, 2020.

Dicamba (g ha <sup>-1</sup> )	Fitotoxicidade <sup>1</sup>					
	14 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA	42 DAA	56 DAA
Testemunha	0,0 A	0,0 A	0,0 A	0,0 A	0,0 A	0,0 A
15	7,0 B	3,8 A	4,5 B	4,3 B	2,5 A	2,8 A
30	12,5 C	5,8 A	7,3 B	9,5 C	6,3 B	8,8 B
60	19,8 C	12,5 B	11,0 B	11,8 C	10,0 C	10,3 B
120	32,0 D	20,0 B	18,5 C	18,0 C	15,5 C	13,5 B
240	58,8 E	37,5 C	31,3 D	32,0 D	28,0 D	22,5 C
F <sub>trat</sub>	51,51**	25,48**	27,31**	21,82**	24,20**	11,21**
CV (%)	15,49	23,00	19,23	21,34	21,68	27,55

\*\*Teste F significativo a 1% de probabilidade. Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott, com 5% de probabilidade. <sup>1</sup>Dados originais apresentados, porém previamente transformados por  $\sqrt{x+1}$ .

Tabela 5. Altura pré-colheita (m), estande de plantas (plantas m<sup>-1</sup>), relação vagens por planta e grãos por vagem da cultura da soja (Monsoy 5917 IPRO) quando pulverizada em pré-emergência, em campo, com diferentes doses do herbicida dicamba. Machado, MG, 2020.

Table 5. Pre-harvest height (m), stand (plants m<sup>-1</sup>), relation of pods per plant and grains pre pod of soybean crop (Monsoy 5917 IPRO) after pre-emergence application of different rates of dicamba, in field condition. Machado, MG, 2020.

Dicamba (g ha <sup>-1</sup> )	Altura (m)	Estande (plantas m <sup>-1</sup> )	Vagens por Planta	Grãos por Vagem
Testemunha	0,45 A	16,4	25,8	1,92
15	0,44 A	16,2	26,0	1,94
30	0,44 A	15,4	24,1	1,94
60	0,42 B	15,6	25,1	1,96
120	0,41 B	15,7	25,4	1,85
240	0,39 B	15,1	24,9	1,83
F <sub>trat</sub>	4,37*	0,35 <sup>NS</sup>	0,21 <sup>NS</sup>	0,80 <sup>NS</sup>
CV (%)	4,95	10,47	11,79	6,27

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

Desta forma, especula-se que a ocorrência de fitotoxicidade à soja proveniente de eventos de deriva na pré-emergência seja pouco provável devido às recomendações quanto à tecnologia de aplicação para a utilização do produto. Tais recomendações estão baseadas na adoção de pontas com formação de gotas extremamente grossas ou ultra grossas, assim como escolha das formulações, volume de calda, velocidade de deslocamento do pulverizador, altura da barra, condições meteorológicas adequadas, distância de cultura sensível e limpeza dos pulverizadores (AGROLINK 2021). A adoção destas práticas adequadas para pulverização diminui substancialmente a quantidade de produto com movimento para fora da área aplicada e a probabilidade de dano em culturas sensíveis (ALVES et al. 2017).

Tabela 6. Massa de 1.000 grãos (g), produção por planta (g planta<sup>-1</sup>) e produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) da cultura da soja (Monsoy 5917 IPRO) quando pulverizada em pré-emergência, em campo, com diferentes doses do herbicida dicamba. Machado, MG, 2020.

Table 6. Mass of 1,000 grains (g), production per plant (g plant<sup>-1</sup>), and yield (kg ha<sup>-1</sup>) of soybean crop (Monsoy 5917 IPRO) after pre-emergence application of different rates of dicamba, in field condition. Machado, MG, 2020.

Dicamba (g ha <sup>-1</sup> )	Massa de 1.000 Grãos (g)	Produção por Planta (g)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Testemunha	130,2 A	6,41	2.090,7
15	131,8 A	6,65	2.141,0
30	133,0 A	6,23	1.915,9
60	135,4 A	6,67	2.033,4
120	140,5 A	6,61	2.056,6
240	137,5 A	6,27	1.873,7
F <sub>trat</sub>	2,913*	0,31 <sup>NS</sup>	1,44 <sup>NS</sup>
CV (%)	3,33	10,92	8,52

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

Neste sentido, novos trabalhos devem ser desenvolvidos para avaliar as melhores condições de uso do dicamba no ambiente agrícola. Possivelmente, a deriva para áreas adjacentes com soja em condição de pré-emergência não deve ser um problema para a produtividade da cultura, porém os efeitos deste herbicida nos estádios fenológicos subsequentes ainda não são plenamente conhecidos, considerando-se as diferentes relações entre dose e fenologia, bem como a influência das diferentes cultivares de soja.

## CONCLUSÃO

Em pré-emergência, indiferente da variedade de soja, sintomas visuais foram observados nas plantas a partir da dose de 3,75 g ha<sup>-1</sup> de dicamba. Em casa-de-vegetação, a dose de 60 g ha<sup>-1</sup> foi considerada crítica, sendo que, abaixo desta dose, houve recuperação das plantas; acima da mesma houve redução na massa final das parcelas.

Em campo, mesmo sendo observados sintomas de injúrias, não foi registrada perda de produtividade da cultura da soja provocada por aplicação de dicamba em pré-emergência.

Assim sendo, é provável que a deriva de doses reduzidas de dicamba para áreas adjacentes à aplicação, com soja em condição de pré-emergência, não seja um fator de redução de produtividade.

## REFERÊNCIAS

- AGROLINK. 2021. Bula Xtendicam. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/xtendicam\\_10280.html](https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/xtendicam_10280.html)>. Acesso em: 23 set. 2021.
- AGUIAR ACM et al. 2020. Seleção de espécies bioindicadoras de resíduos de dicamba no solo. Agrarian 13: 187-194.
- ALVES GS et al. 2017. Dicamba spray drift as influenced by wind speed and nozzle type. Weed Technology 31: 724-731.
- CARVALHO LB et al. 2011. Detection of sourgrass (*Digitaria insularis*) biotypes resistant to glyphosate in Brazil. Weed Science 59: 171-176.
- CARVALHO SJP et al. 2015. Detection of glyphosate-resistant palmer-amaranth (*Amaranthus palmeri*) in agricultural areas of Mato Grosso, Brazil. Planta Daninha 33: 579-586.
- CARVALHO SJP et al. 2021. Efficacy and interaction of dicamba-haloxyfop tank mixtures. Revista de Ciências Agroveterinárias 20: 1-9.
- CIUBERKIS S et al. 2010. Effect of weed emergence time and intervals of weed and crop competition on potato yield. Weed Technology 21: 213-218.
- COMFORT SD et al. 1992. Degradation and transport of dicamba in a clay soil. Journal of Environmental Quality 21: 653-658.
- CONAB. 2021. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra Brasileira de grãos. Safra 2020/21, Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 31 mar. 2021.
- COSTA EM et al. 2020. Simulated drift of dicamba and 2,4-D on soybeans: effects of application dose and time. Bioscience Journal 36: 857-864.
- CTNBio. 2016. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. Reunião ordinária da comissão técnica nacional de

- biossegurança 198. Deliberações. Brasília: MAPA.
- DALAZEN G et al. 2019. Low temperature reverses the resistance to glyphosate in hairy fleabane (*Conyza bonariensis*). *Journal of Plant Protection Research* 59: 1-8.
- DALLA E et al. 2014. Drift of 2,4-D and dicamba applied to soybean at vegetative and reproductive growth stage. *Ciência Rural* 48: 1-7.
- EGAN JF et al. 2014. A meta-analysis on the effects of 2,4-D and dicamba drift on soybean and cotton. *Weed Science* 62: 193-206.
- FIGUEIREDO M et al. 2016. Resistência de plantas daninhas a herbicidas análogos das auxinas (Grupo O). In.: CHRISTOFFOLETI PJ & NICOLAI M. Aspectos de resistências de plantas daninhas a herbicidas. Piracicaba: ESALQ. 219-228.
- FRIESEN HA. 1965. The movement and persistence of dicamba in soil. *Weeds* 13: 30-33.
- GRIFFIN JL et al. 2013. Soybean response to dicamba applied at vegetative and reproductive growth stages. *Weed Technology* 27: 696-703.
- GROVER R. 1977. Mobility of dicamba, picloram and 2,4-D in soil columns. *Weed Science* 25: 159-162.
- HEAP IM. 2021. International survey of herbicide-resistant weeds. Disponível em: <www.weedscience.org>. Acesso em: 24 mar. 2021.
- INOUE MH et al. 2003. Critérios para avaliação do potencial de lixiviação dos herbicidas comercializados no estado do Paraná. *Planta Daninha* 21: 313-323.
- KAH M et al. 2007. Factors influencing degradation of pesticides in soil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55: 4487-4492.
- KRUEGER JP et al. 1991. Aerobic and anaerobic soil metabolism of dicamba. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 39: 995-999.
- LICORINI LR et al. 2015. Identificação e controle de biótipos resistentes de *Digitaria insularis* (L.) Fedde ao glyphosate. *Revista Brasileira de Herbicidas* 14: 141-147.
- MENASSERI S et al. 2003. Sorption of aged dicamba residues in soil. *Pest Management Science* 60: 297-304.
- MOREIRA MS et al. 2007. Resistência de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* ao herbicida glyphosate. *Planta Daninha* 25: 157-164.
- MURRAY MR & HALL JK. 1989. Sorption-desorption of dicamba and 3,6-dichlorosalicylic acid in soils. *Journal of Environmental Quality* 18: 51-57.
- OLIVEIRA JUNIOR RS. 2011. Mecanismos de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA JUNIOR RS et al. *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Ompipax. 141-192.
- OSIPE JB et al. 2017. Spectrum of weed control with 2,4-D and dicamba herbicides associated to glyphosate or not. *Planta Daninha* 35: e017160815.
- SBCPD. 1995. SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. Londrina: SBCPD. 42p.
- SCOTT AJ & KNOTT MA. 1974. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics* 30: 507-512.
- SILVA APP et al. 2014. Growth and development of honey weed based on days or thermal units. *Planta Daninha* 32: 81-89.
- SILVA DRO et al. 2020. Simulated rainfall following the preplant application of 2,4-D and dicamba in soybean. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 50: e62780.
- SILVA DRO et al. 2018. Drift of 2,4-D and dicamba applied to soybean at vegetative and reproductive growth stage. *Ciência Rural* 48: e2018179.
- SOARES DJ et al. 2012. Control of glyphosate resistant hairy fleabane (*Conyza bonariensis*) with dicamba and 2,4-D. *Planta Daninha* 30: 401-406.
- SPAUNHORST DJ et al. 2014. Glyphosate-resistant giant ragweed (*Ambrosia trifida*) and waterhemp (*Amaranthus rudis*) management in dicamba resistant soybean (*Glycine max*). *Weed Technology* 28: 131-141.
- VASCONCELOS MDC et al. 2012. Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. *Agropecuária Científica no Semiárido* 8: 1-6.
- ZHOU X et al. 2016. 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* 64: 7438-7444.