

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

GUSTAVO DE SOUZA VIEIRA

**FITOTOXIDADE CAUSADA POR DERIVA SIMULADA DO HERBICIDA DICAMBA
NA CULTURA DA SOJA**

UBERLÂNDIA – MG

DEZEMBRO-2018

GUSTAVO DE SOUZA VIEIRA

**FITOTOXIDADE CAUSADA POR DERIVA SIMULADA DO HERBICIDA DICAMBA
NA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. João Paulo A. Rodrigues da Cunha

UBERLÂNDIA – MG

DEZEMBRO – 2018

GUSTAVO DE SOUZA VIEIRA

**FITOTOXIDADE CAUSADA POR DERIVA SIMULADA DO HERBICIDA DICAMBA
NA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
curso de Agronomia, da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em: 18 de dezembro de 2018

Eng. Agrícola Heli Heros Teodoro de Assunção

Membro da Banca

Eng. Agrônomo Saulo Felipe Brockes Campos

Membro da Banca

Orientador: _____

Prof. Dr. João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha

UBERLÂNDIA – MG

DEZEMBRO – 2018

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos vão primeiramente aos meus pais e irmão, por terem auxiliado em meus caminhos pessoais e profissionais, contribuindo também com minha formação acadêmica.

Ao meu Orientador, por ter me dado todo o apoio e oportunidade de realizar esse projeto.

Aos membros do LAMEC por terem acompanhado e auxiliado em todos os processos do trabalho. Especialmente ao Guilherme Sousa por ter me ajudado sempre que precisei no projeto, além de ter contribuído para meu intercâmbio.

Aos colegas e amigos por sempre me apoiarem e darem forças no que faço e a Deus por todas as pessoas que tenho ao meu redor, pela força, saúde e sabedoria para alcançar o que desejo.

SUMÁRIO

RESUMO

1.INTRODUÇÃO	1
2.MATERIAL E MÉTODOS.....	3
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	6
4.CONCLUSÃO.....	13
REFERÊNCIAS.....	14

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Porcentagem de injúria visual em função de doses de dicamba aplicado em dois estádios fenológicos da cultura da soja. DAA: dias após a aplicação..... 7

Figura 2. Valores da leitura do SPAD de plantas de soja ao 3º dia após a aplicação de dicamba em dois estádios fenológicos da cultura. Barras com a mesma letra, dentro de dias após aplicação, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a $\alpha = 0.05$ 8

Figura 3. Valores de SPAD (teor de clorofila) em função de doses de dicamba aplicado em dois estádios fenológicos da cultura da soja. DAA: dias após a aplicação..... 9

Figura 4. Produtividade da soja em função da aplicação de crescentes doses de dicamba em dois estádios fenológicos da cultura. 10

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Escalas de notas visuais para determinação de fitotoxicidade causada por subdoses do herbicida dicamba	4
Tabela 2. Injúria visual em plantas de soja causada por diferentes doses de dicamba aplicado em dois estádios fenológicos da cultura.	6
Tabela 3. Valores da leitura do SPAD de plantas de soja tratadas com diferentes doses de dicamba aplicado em dois estádios fenológicos da cultura.	8
Tabela 4. Produtividade da soja após aplicação de doses de dicamba em dois estádios fenológicos.	10

RESUMO

Pela dificuldade de controle de algumas plantas infestantes, o herbicida dicamba, mimetizador de auxinas, vem ganhando espaço no mercado, porém ele tem causado vários danos graves em lavouras de dicotiledôneas suscetíveis por motivo de deriva, especialmente em uma das culturas mais importantes tanto no Brasil quanto no Mundo, que é a cultura da soja. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar os danos, o nível de injúria e os efeitos na produtividade causados por deriva simulada do herbicida dicamba na cultura da soja. Utilizou-se a cultivar de soja Nidera 6906 RR2 IPRO, não tolerante ao dicamba. As doses do herbicida dicamba foram de 0; 5,8; 14,4; 28,8; 57,6 e 576,0 g equivalente ácido (ea) dicamba ha⁻¹, aplicado em dois estádios fenológicos da soja, vegetativo V3 e reprodutivo R1. As aplicações foram feitas empregando-se um pulverizador costal acionado por pressão constante de CO₂. O volume de calda utilizado foi de 200 L ha⁻¹ e a ponta AIXR 110015. A injúria, teor de clorofila (valor de SPAD) e a produtividade da soja foram as características avaliadas, sendo as duas primeiras características avaliadas aos 1, 3, 7, 14 e 21 dias após a aplicação, e a produtividade após a colheita das parcelas. As características avaliadas variaram de acordo com a interação entre estágio fenológico da cultura e dose aplicada do herbicida. O rendimento da cultura reduziu drasticamente à medida que as doses do dicamba aumentaram.

PALAVRAS-CHAVE: Estádio fenológico, Produtividade, *Glycine max*.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma das mais importantes tanto no mercado mundial, quanto no mercado brasileiro, sendo o Brasil o segundo maior produtor de soja no mundo (EMBRAPA, 2018), apresentando aproximadamente 35% da produção mundial, o que equivale por volta de 118,98 milhões de toneladas como produção da safra 2017/18. Nessa safra, houve um incremento na área plantada de 3,7%, saindo de 33,9 milhões de hectares na safra 2016/17 para 35,15 milhões de hectares (CONAB, 2018). Isso mostra que para o Brasil, a cultura da soja além de ser uma das culturas mais importantes e semeadas no verão, ela está em constante crescimento e desenvolvimento.

As lavouras de soja estão sujeitas a vários fatores que prejudicam seu ciclo, podendo ser pragas, doenças e/ou plantas infestantes. A ocorrência de plantas infestantes é o fator que tem maior frequência e causa perdas nas lavouras por apresentarem uma competição por nutrientes, água e luz solar e por tornarem a colheita mais difícil e trabalhosa (NEPOMUCENO et al., 2007). Além disso, com a vinda do glifosato e da soja com tecnologia Roundup Ready (soja RR), algumas plantas infestantes se destacaram, como é o caso da buva (*Coniza* spp.) e do capim-amargoso (*Digitaria insularis*). De acordo com Gazziero et al. (2012), a presença de buva na cultura da soja pode provocar perda de rendimento em torno de 20 a 70% dependendo no nível de infestação. Já para áreas com a presença de capim-amargoso, segundo os mesmos autores, as perdas de rendimento são de 23% e de 44% quando se tem a presença de 1 a 3 plantas por metro quadrado e de 4 a 8 plantas por metro quadrado, respectivamente.

Para o controle das plantas infestantes, o mais usual é a utilização do controle químico por herbicidas (EMBRAPA, 2004). O seu consumo tem aumentado acompanhando o crescimento da produção de soja no país a partir das safras de 2002/03 e 2003/04, que foi posterior ao plantio de soja geneticamente modificada (BELO et al., 2012). O produto que teve seu maior crescimento e ainda hoje é o mais utilizado no Brasil é o glifosato (N-fosfometil glicina), sistêmico de ação total, não seletivo e pós-emergente devido à soja RR, que é resistente a esse produto.

A utilização intensiva de um herbicida faz com que a pressão de seleção aumente, favorecendo o aparecimento de materiais tolerantes ou resistentes ao herbicida (CRISTOFFOLETI; OVEJERO, 2003). Isso está ocorrendo em várias regiões, e em vários lugares existem comentários sobre a dificuldade que produtores estão tendo de combater algumas plantas infestantes. Por esse fato e por terem sido desenvolvidas novas cultivares de soja tolerantes a

dicamba, esse produto vem ganhando o mercado. O herbicida dicamba é um mimetizador das auxinas (Grupo O, segundo Herbicide Resistance Action Committee – HRAC), um ácido benzoico, que controla plantas infestantes nas culturas do milho, trigo e pastagem, no entanto, a soja é muito sensível a ele (AUCH; ARNOLD, 1978).

Os primeiros efeitos de injúria nas plantas dicotiledôneas sensíveis são anormalidades no crescimento, como epinastia e inibição do crescimento com intensificação da pigmentação verde foliar dentro de 24 horas. Em seguida ocorrem danos nos cloroplastos, causando clorose e destruição da integridade das membranas e do sistema vascular, causando a dessecação e necrose dos tecidos (COBB; READE, 1992; GROSSMANN, 2000; STERLING; HALL, 1997).

Entretanto, o dicamba vem tendo dificuldades com a questão de deriva, que é o desvio da trajetória das partículas do herbicida aplicado, causado pelo tamanho da gota e velocidade do vento, atingindo áreas não desejadas (SILVA, 1999). Essa deriva de herbicida pode atingir lavouras distantes do local aplicado, reduzindo a eficiência da aplicação e afetando negativamente a produção das lavouras vizinhas.

A deriva apresenta-se como um fator de importância no momento que os herbicidas atingem culturas não alvo, provocando fitointoxicação e sérios prejuízos, tanto para espécies economicamente importante, quanto para o meio ambiente (ALVES et al., 2000; BANKS; SCHOREODER, 2002). O clima, a espécie, o estágio de desenvolvimento da cultura e a dose do herbicida são fatores que afetam o grau da fitointoxicação (injúria e sintomas) da planta (ALKHATIB et al., 1992; GUIMARÃES; YAMASHITA, 2005).

Portanto, é preciso a realização de estudos para entender melhor e diminuir possíveis danos que podem ocorrer na cultura da soja devido a deriva do herbicida dicamba, especialmente danos na produtividade. Com isso, o objetivo do estudo foi avaliar os níveis de injúria e os danos causados por deriva simulada do herbicida dicamba na cultura da soja em dois estádios fenológicos e seus efeitos na produtividade. Sabendo-se os níveis de dano que podem ocorrer, é possível selecionar a melhor tecnologia para aplicação do produto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Fazenda Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), no município de Uberlândia-MG, com a Latitude 18°53'16,14"S e Longitude 48°20'35,79"W, situada a 838 m de altitude média, em um Latossolo Vermelho Escuro Distrófico, de textura argilosa, e com clima, segundo a classificação de Köppen (1948), tropical de altitude.

A cultivar utilizada nesse estudo foi a Nidera 6906 RR2 IPRO, não tolerante ao herbicida dicamba, cujo ciclo é de 102 a 103 dias. A semeadura foi realizada no dia 09 de dezembro de 2016, em sistema de sequeiro, de forma mecanizada e com adubação de 200 kg ha⁻¹ do formulado NPK 4-14-8. As parcelas experimentais apresentaram cinco linhas espaçadas entre si por 0,5 m e comprimento de 5 m cada, porém utilizou-se apenas as três linhas centrais e comprimento de 3 m de cada linha como parcela útil.

Os tratos culturais pertinentes à cultura, como adubação e tratamentos fitossanitários, foram realizados de acordo com a necessidade da cultura e monitoramentos realizados. A principal praga encontrada foi o percevejo marrom (*Euschistus heros*) e as principais doenças foram Oídio (*Microspheera diffusa*) e Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*).

O estudo foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo seis tratamentos. Os tratamentos corresponderam a doses de 0,0; 5,8; 14,4; 28,8; 57,6 e 576,0 g equivalente ácido (ea) dicamba ha⁻¹, correspondentes a 0,0; 1,0; 2,5; 5,0; 10,0 e 100,0% da dose de 1,2 L ha⁻¹ do produto Banvel (Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., Resende, RJ, Brasil), que contém 480 g ea L⁻¹. Tais doses foram aplicadas quando a soja estava em estágio vegetativo V3 e reprodutivo R1.

As aplicações foram feitas empregando-se um pulverizador costal sob pressão de CO₂, dotado de barra com seis pontas de pulverização AIXR 110015 (Spraying Systems Co., Wheaton, IL, USA) espaçadas 0,5 m entre si e mantida a 0,5 m acima do dossel da cultura. O volume de calda foi de 200 L ha⁻¹, à uma pressão de trabalho de 250 kPa. Durante as aplicações foi usada uma barreira física plástica posicionada na vertical, a qual delimitava as laterais e o fundo da parcela para impedir que o herbicida atingisse as parcelas vizinhas.

As condições meteorológicas foram monitoradas durante as aplicações, sendo que a temperatura do ar variou de 21 a 25° C, umidade relativa do ar variou de 70 a 84% e a velocidade do vento ficou em torno de 3 a 5 km h⁻¹.

As características avaliadas foram injúria visual, valor de SPAD (teor de clorofila das folhas), aos 1, 3, 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA), e produtividade da cultura. A injúria ocasionada pelo herbicida nas plantas foi baseada em notas visuais que variam de 0% (ausência de sintomas) até 100% (morte completa das plantas) conforme descrito na Tabela 1, por Nascimento e Yamashita (2009). Os valores de SPAD foram obtidos pelo medidor de clorofila SPAD-502 (Konica Minolta, Inc., Tóquio, Japão), coletados no terceiro trifólio completamente expandido de cima para baixo de três plantas em cada parcela útil.

Tabela 1 Escalas de notas visuais para determinação de fitotoxicidade causada por subdoses do herbicida dicamba.

Notas	Níveis de injúria
0 – 10	Nota zero: sem alteração nas folhas; Turgor das folhas
10 – 20	Folhas enroladas (ultimo trifólio)
20 – 30	Início de murcha
30 – 40	Início de curvatura
40 – 50	Curvatura severa
50 – 60	Folhas inferiores enroladas; Metade do crescimento
60 – 70	Início de clorose
70 – 80	Clorose acentuada
80 – 90	Amarelecimento quase total
90 – 100	Morte

Fonte: Adaptado de Nascimento e Yamashita (2009).

A produtividade foi determinada de acordo com as plantas presentes na parcela útil, colhidas manualmente e trilhadas por uma trilhadora elétrica. As amostras contendo os grãos foram limpas e pesadas sem impurezas em Balança Digital Pesadora (Elp Elpn25 – Balmak – 25 kg) com três casas decimais. A massa foi corrigida para 12% de umidade. A umidade das amostras foi obtida através do Medidor de Umidade (G800, Gehaka). Conhecendo-se a área colhida, foi possível extrapolar a quantidade de grãos colhidos para kg ha⁻¹.

Os dados de injúria, valores de SPAD e produtividade foram submetidos às pressuposições pelos testes de Shapiro-Wilk, Levene e Tukey para normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade dos blocos, respectivamente, utilizando-se o programa SPS, versão 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Na análise de variância, as comparações entre estádios fenológicos foram feitas por análise conjunta, utilizando-se o programa estatístico Sisvar, versão 5.6 (FERREIRA, 2011). Para a mesma dose do herbicida, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância. Regressões de dose-resposta do herbicida foram ajustadas utilizando-se o programa Sigma Plot, versão 11.0 (Systat Software Inc., Chicago, IL, USA). Os dados de injúria visual, valor de SPAD e produtividade foram relacionados entre si pela correlação de Pearson utilizando-se o programa SPSS, versão 20.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas interações significativas entre dose do herbicida dicamba e estágio fenológico da soja no momento da aplicação para porcentagem de injúria e produtividade da cultura. Para valores coletados no SPAD, também foi observado interação entre dose e estágio, exceto aos 1 e 3 DAA.

O estágio reprodutivo R1 apresentou maiores injúrias do que o estágio vegetativo V3 aos 1, 3 e 7 DAA quando analisadas as aplicações das três menores doses de dicamba (5,8; 14,4 e 28,8 g ea ha⁻¹). Aos 21 DAA a maior dose (576 g ea ha⁻¹) resultou em morte total das plantas (100% de injúria) que receberam aplicação em R1.

Contrariamente, a aplicação no estágio V3 provocou maior porcentagem de injúria aos 14 DAA do que no estágio R1 para as doses de 5,8; 28,8; e 57,6 g ea ha⁻¹. Aplicando-se no estágio V3 também produziram maior injúria do que no estágio R1 aos 3 e 7 DAA aplicando-se doses de 576 g ea ha⁻¹. Aos 21 DAA, aplicações nos estádios V3 e R1 produziram similares notas de injúrias para as doses de 5,8; 14,4; 28,8 e 57,6 g ea ha⁻¹, variando de 39% a 65% de injúria para a menor e maior dose, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Injúria visual em plantas de soja causada por diferentes doses de dicamba aplicado em dois estádios fenológicos da cultura.

Dias após aplicação	Estádio	Dose dicamba (g ea ha ⁻¹) ⁽¹⁾				
		5,8	14,4	28,8	57,6	576,0
-----%						
1	V3	5,0 a	5,2 a	6,7 a	13,5 a	31,0 a
	R1	6,2 a	11,2 b	22,5 b	30,0 b	35,0 b
	V3	10,5 a	16,5 a	24,5 a	35,7 a	60,5 b
	R1	12,5 a	18,7 a	30,0 b	41,2 b	55,0 a
7	V3	12,7 a	16,2 a	26,7 a	43,0 a	86,2 b
	R1	22,5 b	26,2 b	31,2 b	43,7 a	61,2 a
14	V3	40,0 b	42,5 a	52,5 b	65,0 b	92,5 a
	R1	31,2 a	40,0 a	45,0 a	52,5 a	95,0 a
21	V3	40,0 a	42,5 a	53,7 a	65,0 a	92,5 a
	R1	38,7 a	42,5 a	51,2 a	63,7 a	100,0 b

(1) Médias seguidas pela mesma letra na coluna, dentro de dias após aplicação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a $\alpha = 0,05$.

A porcentagem de injúria em plantas de soja aumentou exponencialmente à medida que a dose do dicamba aumentou, atingindo um ponto máximo para ambos os estádios fenológicos em todos os dias após as aplicações (Figura 1). A partir do ponto máximo de injúria, que dependeu da dose aplicada, os níveis mantiveram-se constantes até a maior dose utilizada do herbicida. Quando aplicadas no estágio R1, espera-se que as doses de 177 g ea ha⁻¹ provoquem injúria máxima na soja de 35% no primeiro DAA, enquanto que no estágio V3 a injúria máxima seja de 30% na dose de 513 g ea ha⁻¹.

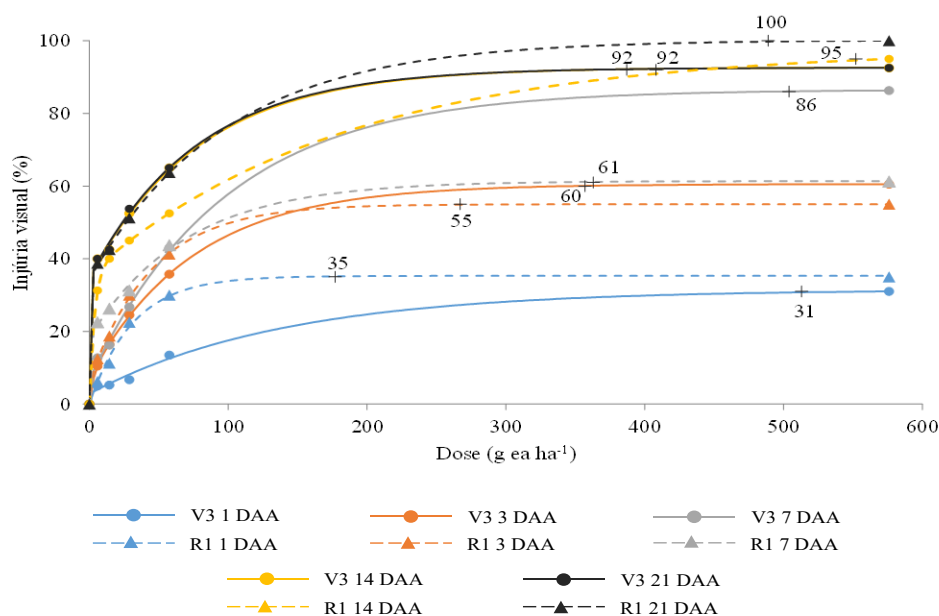


Figura 1. Porcentagem de injúria visual em função de doses de dicamba aplicado em dois estádios fenológicos da cultura da soja. DAA: dias após a aplicação.

Os valores de SPAD (teor de clorofila) avaliados aos 7 e 14 DAA foram menores quando as doses de 5,8; 14,4; 28,8 e 57,6 g ea ha⁻¹ foram aplicadas no estágio R1 em relação ao estágio V3 (Tabela 3). Entretanto, aos 21 DAA, as doses de 5,8; 14,4 e 28,8 g ea ha⁻¹ aplicadas no estágio V3 resultaram em menores teores de clorofila nas folhas do que quando aplicadas no estágio R1. Para a dose de 576 g ea ha⁻¹, embora não foi observado 100% de injúria, sobretudo em V3, os teores de clorofila foram nulos aos 14 e 21 DAA, seja aplicada no estágio V3 ou no estágio R1. A aplicação desta mesma dose em V3 também resultou em valores nulos de SPAD aos 7 DAA, diferente do observado na aplicação em R1. Independentemente da dose do herbicida, os teores de clorofila foram menores nas plantas que receberam aplicação no estágio R1 do que no estágio V3 no terceiro DAA (Figura 2).

Tabela 3. Valores da leitura do SPAD de plantas de soja tratadas com diferentes doses de dicamba aplicado em dois estádios fenológicos da cultura.

Dias após aplicação	Estádio	Dose dicamba (g ea ha ⁻¹) ⁽¹⁾				
		5,8	14,4	28,8	57,6	576,0
1	V3	23,9 a	25,0 a	24,8 a	27,1 a	28,8a
	R1	22,5 a	23,4 a	23,5 a	22,1 b	18,8
7	V3	34,9 a	35,6 a	34,1 a	29,1 a	0,0 b
	R1	28,4 b	22,9 b	20,9 b	17,5 b	15,0
14	V3	39,3 a	42,9 a	39,7 a	41,4 a	0,0 a
	R1	35,0 b	34,6 b	30,8 b	30,1 b	0,0 a
21	V3	29,2 b	29,3 b	29,3 b	46,2 a	0,0 a
	R1	40,2 a	40,8 a	36,3 a	31,4 b	0,0 a

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra na linha, dentro de dose, não diferem entre si pelo teste de Tukey a $\alpha = 0,05$.

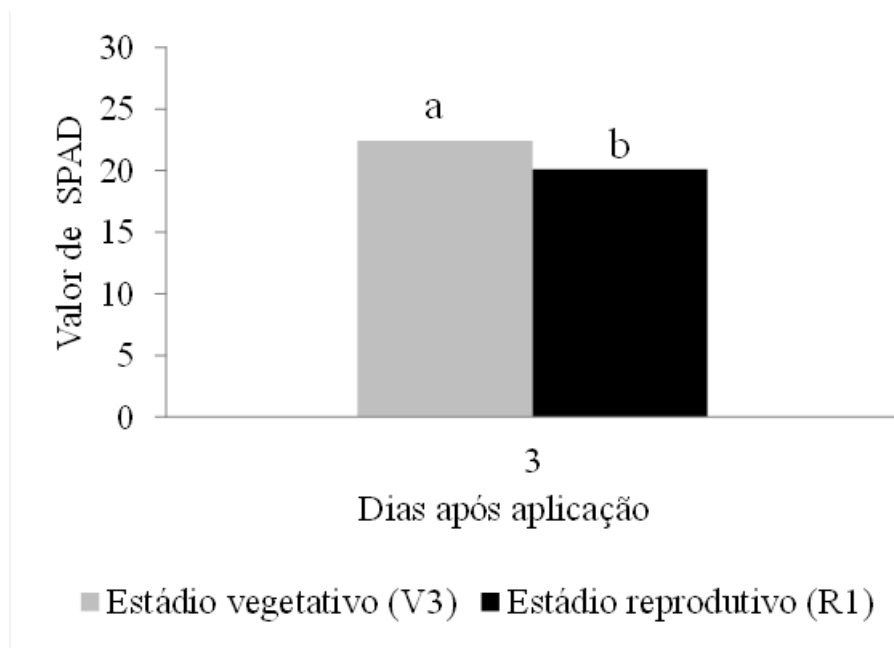


Figura 2. Valores da leitura do SPAD de plantas de soja ao 3º dia após a aplicação de dicamba em dois estádios fenológicos da cultura. Barras com a mesma letra, dentro de dias após aplicação, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a $\alpha = 0,05$.

O teor de clorofila das plantas que receberam dicamba decresceu exponencialmente à medida que a dose aplicada aumentou (Figura 3). Houve um ajuste de regressão somente sobre os

dados coletados aos 7 DAA aplicando-se nos dois estádios do experimento e aos 14 e 21 DAA aplicando-se no estágio R1. Aos 7 DAA de dicamba no estágio R1, espera-se que o valor de SPAD medido nas folhas seja de 17,1 e 15,4 nas doses de 195 e 126 g ea ha⁻¹, respectivamente. A partir destas doses, espera-se que os valores se mantenham constantes à medida que se aumente a dose do herbicida.

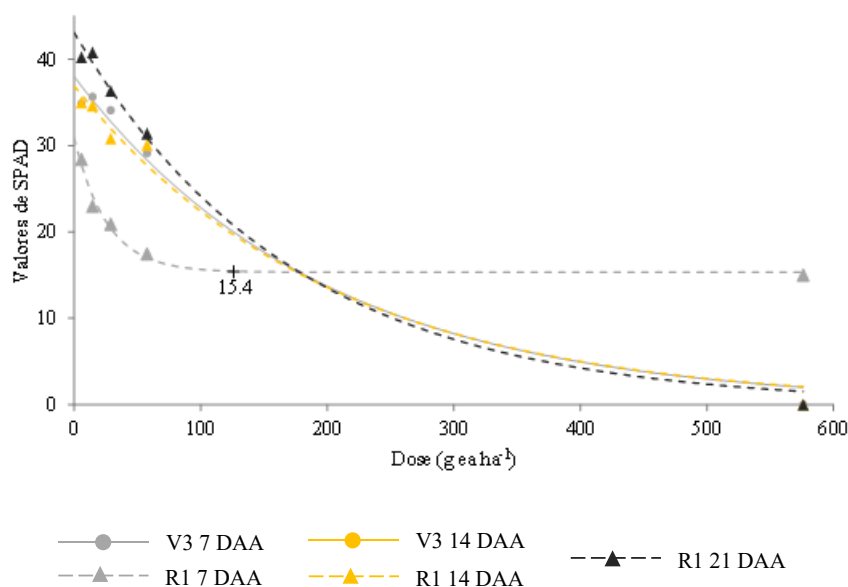


Figura 3. Valores de SPAD (teor de clorofila) em função de doses de dicamba aplicado em dois estádios fenológicos da cultura da soja. DAA: Dias após aplicação.

A produtividade da soja dependeu da dose do herbicida e do estágio da cultura em que foi feita a aplicação do herbicida. Aplicações de dicamba nos estádios V3 e R1 interferiram semelhantemente na produtividade da cultura quando utilizadas doses iguais ou inferiores a 28,8 g ea ha⁻¹, o que equivale à deriva de até 5% (Tabela 4). Para a dose de 57,6 g ea ha⁻¹ (10% de deriva), apesar de não ter ocasionado a morte completa das plantas, observou-se produtividade nula quando a aplicação foi feita no estágio R1, isso ocorreu pelo fato das plantas ficarem com seu ciclo de vida alterado e os grãos não maturarem, permanecendo verdes por muito mais tempo e impossibilitando a trilha do material. Diferentemente do observado para o estágio V3, que produziu 1126 kg ha⁻¹. A aplicação de tal dose em R1 fez com que não ocorresse a maturação das vagens, o que impossibilitou a trilha do material. Como esperado, pelo fato de ter causado 100% de injúria na soja, a aplicação de 576 g ea ha⁻¹ apresentou produtividade nula em ambos os estádios. Houve uma

queda exponencial na produtividade da cultura com o aumento da dose de dicamba aplicada, seja em V3 ou em R1 (Figura 4 e Tabela 4). Similarmente aos resultados encontrados neste trabalho, Johnson et al. (2012) também observaram que o aumento da dose do herbicida aumentou os níveis de injúria e reduziu a produtividade da soja quando aplicado em V3.

Como pode observar, uma quantidade equivalente a 2,5% de deriva (14,4 g ea ha⁻¹) teve uma queda de aproximadamente 22% da produtividade quando comparado com as parcelas que não tiveram aplicações do herbicida. Isso mostra que mesmo com quantidades muito pequenas do produto atingindo uma área com soja não resistente, pode causar grandes perdas de produtividade. Roeth (1999) comenta que 1/10.000 da dose de 280 g ea de dicamba ha⁻¹ é o suficiente para causar sintomas de injúria na soja.

Tabela 4. Produtividade da soja após aplicação de doses de dicamba em dois estádios fenológicos.

Estádio	Dose dicamba ⁽¹⁾ g ea ha ⁻¹					
	0	5,8	14,4	28,8	57,6	576,0
V3	1573,3 a	1547,0 a	1490,2 a	1445,5 a	1125,7 a	0,0 a
R1	1699,2 a	1448,3 a	1333,4 a	1245,8 a	0,0 b	0,0 a

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a $\alpha = 0,05$.

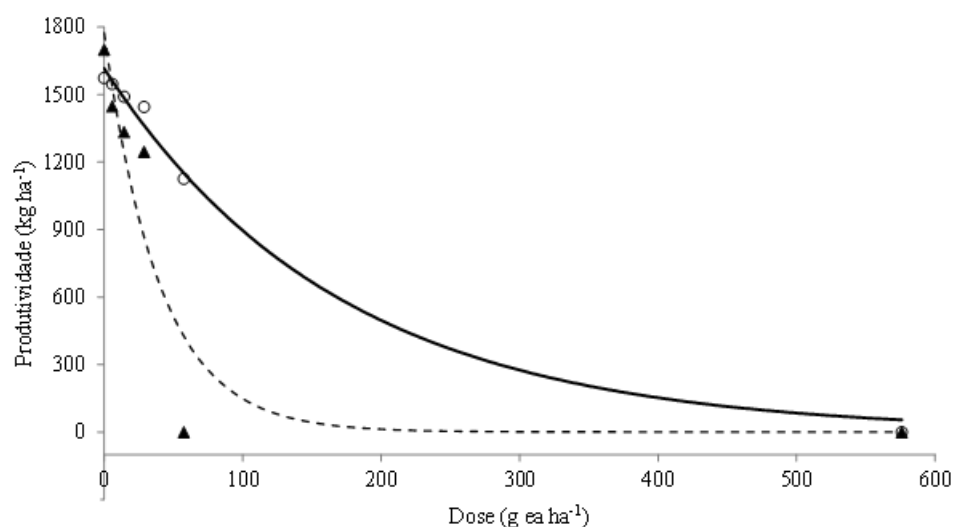


Figura 4. Produtividade da soja em função da aplicação de crescentes doses de dicamba em dois estádios fenológicos da cultura.

Os resultados obtidos estão de acordo com os descritos por Andersen et al. (2004), que afirmaram que o dicamba pode causar má formação vegetativa e reduzir a produtividade da soja. Porém os danos variam com a dose e o estágio da cultura. Os autores observaram redução de 14 a 71% na produtividade quando aplicaram doses de 11 e 56 g ea ha⁻¹, respectivamente. Quando comparado com os valores obtidos nesse trabalho, a redução média estimada será menor do que as encontradas pelos autores devido provavelmente à diferença de tolerância das cultivares. Essa diferença também pode ser devido fatores ambientais durante a aplicação, tamanho de gota e volatilidade do produto, embora não tenha sido fonte de estudo neste trabalho.

A correlação de Pearson entre injúria visual e valores de SPAD da soja aos 21 DAA de dicamba foi significativa e negativa ($r = -0,78$), assim como a correlação entre injúria visual e produtividade da cultura ($r = -0,85$). Estes resultados significam que o aumento da injúria visual observada nas plantas coincidiu com a redução do teor de clorofila nas folhas e a produtividade da soja. Por outro lado, a correlação entre o teor de clorofila nas folhas e a produtividade foi positiva ($r = 0,63$), o que implica que folhas com maiores valores de SPAD resultaram em maiores produtividades da cultura. Johnson et al. (2012) também observaram correlação negativa entre dados de injúria visual na soja aos 14 DAA e produtividade da cultura. Entretanto, os autores obtiveram coeficiente de correlação inferior ao observado neste trabalho ($r = -0,60$).

Kelley et al. (2005) aplicaram duas doses de dicamba (0,56 e 5,6 g ea ha⁻¹) na soja nos estádios V3 e R2, e observaram maior porcentagem de injúria quando aplicado em R2 do que em V3 e da mesma forma, Auch & Arnold (1978) concluíram que deriva de dicamba na soja durante o estágio R1 provocou maior redução na produtividade do que durante o estágio vegetativo. De acordo com Hartzler (2001), isso se deve ao estágio R1 o fluxo de água e nutrientes ser direcionado para as estruturas reprodutivas, onde conseqüentemente, acumula-se mais o herbicida. Entretanto, os resultados encontrados neste trabalho diferem dos resultados daqueles autores, uma vez que ambos os estádios tiveram produtividades equivalentes para as doses de até 28,8 g ea ha⁻¹ e níveis de injúrias similares aos 21 DAA. Por outro lado, houve concordância entre os trabalhos para as doses de 57,6 g ea ha⁻¹ para produtividade e 576 g ea ha⁻¹ para injúria.

4. CONCLUSÕES

A injúria, o teor de clorofila (valor de SPAD) e a produtividade da soja variaram de acordo com o estágio da cultura em que foi aplicado dicamba e a dose do herbicida. Com o aumento na dose aplicada de dicamba, a porcentagem de injúria aumentou e o teor de clorofila nas folhas e a produtividade da soja reduziram exponencialmente. O aumento da injúria visual observada nas plantas coincidiu com a redução do teor de clorofila nas folhas e a produtividade da soja.

REFERÊNCIAS

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.

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.

ANDERSEN, S.M. *et al.* Soybean foliage residues of dicamba and 2,4-D and correlation to application rates and yield. **Agronomy Journal**, v.96, p.750-760, 2004.

AUCH, D. E; ARNOLD, W. E. Dicamba use and injury on soybeans (*Glycine max*) in South Dakota. **Weed Science Society of America**. v. 26, n. 5, p. 471-475, Sep. 1978.

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.

BELO, M.S.S.P. *et al.* Uso de agrotóxicos na produção de soja do Estado do Mato Grosso: um estudo preliminar de riscos ocupacionais e ambientais. **Revista Brasileira Saúde Ocupacional**. São Paulo, v. 37, n. 125, p. 78-88, 2012.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; OVEJERO, R. L. Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**. v. 21, p. 507-515, 2003.

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.

CONAB - **Acomp. safra bras. grãos**, v. 11 Safra 2017/18 - Décimo primeiro levantamento, Brasília, p. 102, agosto 2018.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja na Região Central do Brasil 2005**. Sistemas de Produção, Londrina- PR, Ed 6, ISSN 1677-8499, p. 143-164, out, 2004.

EMBRAPA. **Soja em números (safra 2017/2018)**. Disponível em <https://www.embrapa.br/web/porta1/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em:08 de agosto de 2018. Maio, 2018.

FERREIRA D.F. A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

GAZZIERO D. L. P. *et al.* Manejo de plantas daninhas na cultura da soja: uma filosofia de trabalho. In: MONQUERO, P.A. (ed). **Manejo de plantas daninhas em culturas agrícolas**. Viçosa, p. 31- 41, 2012.

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.

HARTZLER, B. **Dicamba volatility**. 2001. Disponível em: <http://www.weeds.iastate.edu/mgmt/2001/dicambavolatility.htm>. Acesso em: 20 de junho de 2018.

JOHNSON, V.A. *et al.* Cotton, peanut, and soybean response to sublethal rates of dicamba, glufosinate, and 2,4-D. **Weed Technology**, v.26, p.195-206, 2012.

KELLEY, K.B. *et al.* Soybean response to plant growth regulator herbicides is affected by other post emergence herbicides. **Weed Science**, v.53, p.101-112, 2005.

NASCIMENTO, E.R.;YAMASHITA, O.M. Desenvolvimento inicial de olerícolas cultivadas em solos contaminados com resíduos de 2,3-D + picloram. **SEMINA: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 30, n. 1, p. 47-54, 2009.

NEPOMUCENO, M. *et al.* Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional. **Planta Daninha**, v.25, p.43-50, 2007.

ROETH, F. **Are your soybean leaves pockered?** Weed scientists explore causes. 1999.

Disponível em:

<http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1201&context=cropwatch>. Acesso em: 24 de junho de 2018.

SILVA, O. C. (Ed.) **Principais doenças fúngicas do feijoeiro**. Ponta Grossa: UEPG, p. 127-137, 1999.

STERLING, T. M.; HALL, J.C. Mechanism of action of natural auxins and the auxinic herbicides. In: ROE, R.M. et al. (ed.) **Herbicide activity: toxicology, biochemistry and molecular biology**. Amsterdam: IOS Press. p. 111-141, 1997.

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.