

## Controle de soja voluntária em áreas cultivadas com *Crotalaria spectabilis*

*Control of volunteer soybean in areas cultivated with Crotalaria spectabilis*

Gustavo de Souza Oliveira<sup>1</sup>(ORCID 0000-0002-4265-6564), Guilherme Braga Pereira Braz<sup>1</sup>(ORCID 0000-0002-0396-7140),  
Dieimisson Paulo Almeida<sup>2</sup>(ORCID 0000-0002-1549-8206), Sergio de Oliveira Procópio<sup>3\*</sup>(ORCID 0000-0002-4350-7288),  
Silvio Vasconcelos de Paiva Filho<sup>1</sup>(ORCID 0000-0003-4156-1114), Matheus de Freitas Souza<sup>1</sup>(ORCID 0000-0002-5424-6028),  
Gustavo André Simon<sup>1</sup>(ORCID 0000-0001-6935-6580)

<sup>1</sup>Universidade de Rio Verde, Rio Verde, GO, Brasil. Autor para correspondência: sergio.procopio@embrapa.br

<sup>2</sup>Centro Tecnológico COMIGO, Rio Verde, GO, Brasil

<sup>3</sup>Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, Brasil.

Submissão: 15/02/2023 | Aceite: 01/03/2023

### RESUMO

Tem sido comum a presença de plantas voluntárias de soja em lavouras de crotalária (*Crotalaria spectabilis*) cultivada em segunda safra, necessitando assim a adoção de estratégias para o seu manejo. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia e a seletividade dos herbicidas pirithiobac-sodium e ethoxysulfuron aplicados isoladamente em pós-emergência da crotalária visando ao controle de soja voluntária. Para tanto, foram instalados dois experimentos a campo, um avaliando a viabilidade de uso do herbicida pirithiobac-sodium e outro do ethoxysulfuron. Em ambos os experimentos foi utilizado o delineamento de blocos casualizados, estando os tratamentos dispostos em esquema fatorial 2x4+2, com quatro repetições. No primeiro fator alocou-se à aplicação em pós-emergência dos herbicidas em dois estádios fenológicos distintos V3 e 3 folhas verdadeiras e V7 e 6 folhas verdadeiras, respectivamente para a soja e a crotalária. No segundo fator foi disposto doses crescentes dos herbicidas, sendo utilizadas as doses 14,0; 22,4; 30,8; e 39,2 g ha<sup>-1</sup> para pirithiobac-sodium e 18,0; 30,0; 42,0; e 54,0 g ha<sup>-1</sup> para ethoxysulfuron. Os tratamentos adicionais corresponderam a uma testemunha infestada e outra capinada. Foram realizadas avaliações de controle visual da soja voluntária, bem como da fitointoxicação, estande, altura e massa seca de parte aérea das plantas de crotalária. De acordo com os resultados obtidos, o pirithiobac-sodium na dose de 30,8 g ha<sup>-1</sup>, pode ser recomendado para aplicações quando as plantas de soja voluntária estiverem em V3 e as plantas de crotalária com 3 folhas verdadeiras, bem como o herbicida ethoxysulfuron na dose 18 g ha<sup>-1</sup>, pode ser recomendado para aplicações quando as plantas de soja voluntária estiverem em V3 ou V7 e as plantas de crotalária com três folhas verdadeiras. Esses dois herbicidas nas respectivas doses apresentam potencial para serem registrados para uso em áreas de cultivo de crotalária em sucessão à cultura da soja.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Glycine max*; herbicidas; inibidores da ALS; plantas daninhas.

### ABSTRACT

The presence of volunteer soybean plants in showy crotalaria (*Crotalaria spectabilis*) crops grown in the second crop has been common, thus necessitating the adoption of strategies for their management. The objective of this work was to evaluate the effectiveness and selectivity of the herbicides pirithiobac-sodium and ethoxysulfuron applied isolated in post-emergence of showy crotalaria in order to control volunteer soybean. For this purpose, two field experiments were set up, one evaluating the feasibility of using the herbicide pirithiobac-sodium and the other using ethoxysulfuron. In both experiments, a randomized completely block design was used, with treatments arranged in a 2x4+2 factorial scheme, with four replications. The first factor was allocated to the post-emergence application of herbicides at two distinct phenological stages V3 and 3 true leaves and V7 and 6 true leaves, respectively for soybean and showy crotalaria. In the second factor, increasing doses of herbicides were arranged, using doses 14.0; 22.4; 30.8; and 39.2 g ha<sup>-1</sup> for pirithiobac-sodium, and 18.0; 30.0; 42.0; and 54.0 g ha<sup>-1</sup> for ethoxysulfuron. The additional treatments corresponded to an infested check and a weeded check. Visual control evaluations of volunteer soybean were carried out, as well as phytointoxication, stand, height and dry mass of shoots of showy crotalaria plants. According to the results obtained, pirithiobac-sodium at a dose of 30.8 g ha<sup>-1</sup>, can be recommended for applications when volunteer soybean plants are in V3 and showy crotalaria plants with 3 true leaves, as well as the herbicide ethoxysulfuron in dose 18 g ha<sup>-1</sup>, can be recommended

for applications when volunteer soybean plants are at V3 or V7 and showy crotalaria plants owns three true leaves. These two herbicides at the respective doses have the potential to be registered for use in areas where showy crotalaria is grown in succession to soybean crop.

**KEYWORDS:** *Glycine max*; herbicides; ALS inhibitors; weeds.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem sido visível o aumento da utilização da crotalária como planta de cobertura em sistemas de produção de grãos localizados, principalmente, no Centro-Oeste do Brasil. A principal finalidade por parte dos produtores que adotam o cultivo desta leguminosa não está ligada ao retorno financeiro direto e imediato, mas sim à diversificação e manutenção da viabilidade dos sistemas de produção, visando explorar os benefícios que essa espécie gera para a cultura subsequente. Na grande maioria dos sistemas de produção, a crotalária é cultivada em condições de segunda safra, logo após a colheita da soja.

Alguns fatores agronômicos podem explicar o acréscimo no cultivo de espécies do gênero *Crotalaria* nos sistemas de produção agrícola nos últimos anos. Entre esses destacam-se a capacidade de fixação biológica de nitrogênio atmosférico, a alta produção de biomassa, a presença de raiz pivotante profunda, capaz de romper camadas compactadas e a habilidade de supressão de nematoides, fitoparasitas que estão listados entre os maiores gargalos para a produção de grãos no Cerrado brasileiro (DEBIASI et al. 2016, BARBOSA et al. 2020, CRUZ et al. 2020).

Entre as espécies de crotalária que têm sido comumente utilizadas na região Central do Brasil, destaca-se a *Crotalaria spectabilis*. A boa aceitação ocorre pelo fato desta espécie apresentar porte médio, tornando possível realizar o cultivo com maior densidade de plantas por área, fato que beneficia o manejo de nematoides, por ampliar a possibilidade de o fitoparásita estar próximo do sistema radicular da planta. Além disso, a *Crotalaria spectabilis* apresenta supressão de um maior número de espécies de nematoides, quando comparada às outras espécies deste gênero (BRAZ et al. 2016a, CRUZ et al. 2020).

Mesmo com o incremento da área semeada com crotalária, parte dos produtores ainda possuem ressalvas quanto ao cultivo desta espécie em sucessão à soja, especialmente pelo fato de determinadas doenças serem comuns às duas espécies, como no caso do mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) (OLIVEIRA et al. 2015). Ademais, plantas oriundas de grãos que foram perdidos durante a colheita da soja, denominadas de voluntárias, tiguerras ou guaxas (HOLTZ et al. 2019, BOCK et al. 2020) podem vir a competir diretamente com a crotalária (LEE et al. 2015), interferindo no desenvolvimento da cultura e servindo de hospedeiras para nematoides e, conseqüentemente, tornando ineficaz um dos principais intuitos do cultivo desta planta de cobertura que é o manejo destes fitoparasitas.

Além disso, o controle da soja voluntária nas áreas cultivadas com crotalária deve ser realizado obrigatoriamente devido ao vazio sanitário, que é um período instituído na entressafra no qual não deve haver a presença de plantas emergidas de soja, visando reduzir o inóculo do fungo causador da ferrugem asiática (KAJIHARA et al. 2021). Nesse sentido, quando se opta por explorar a crotalária no sistema de produção, é necessário tratar a mesma como uma cultura agrícola, sendo fundamental realizar o manejo de plantas daninhas (BRAZ et al. 2016b).

O controle químico pode ser uma estratégia importante no escopo do manejo integrado de plantas daninhas em áreas cultivadas com crotalária, porém não há herbicidas registrados para uso no Brasil e pouco se conhece a respeito da seletividade para essa espécie, visto ainda se tratar de uma planta de cobertura em fase de inserção nos sistemas de produção agrícola. Assim, é necessário a realização de estudos visando a seleção de herbicidas para o controle de plantas daninhas, bem como identificar ingredientes ativos que apresentem seletividade para a espécie (BRAZ et al. 2015). Em relação ao controle químico das plantas voluntárias de soja na crotalária, a dificuldade é ainda maior, visto que há similaridade botânica entre as espécies, fato que dificulta a seleção de herbicidas que sejam seletivos à crotalária e ao mesmo tempo apresentem eficácia no controle da soja voluntária.

Alguns trabalhos têm demonstrado potencial de utilização do herbicida pyriithiobac-sodium na crotalária para o controle de soja voluntária (BRAZ et al. 2015, BRAZ et al. 2016b). No Brasil, esse herbicida apresenta registro para uso em algodão com eficácia para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas (TAKAHASHI et al. 2020). Outro herbicida que já teve trabalhos publicados que relatam o potencial de controle de plantas daninhas dicotiledôneas e deve ser avaliado como opção para o controle de soja voluntária na crotalária é o ethoxysulfuron (DIAS et al. 2017). O ethoxysulfuron apresenta registro para uso no Brasil em cana-de-açúcar, arroz e feijão, e em trabalhos publicados na literatura, já foi relatado que ele apresenta eficácia no controle de soja voluntária (ASSIS et al. 2014, COSTA et al. 2020). Esses dois

herbicidas têm como mecanismo de ação a inibição da enzima acetolactato sintetase (ALS), pertencendo o pyriithiobac-sodium ao grupo químico dos ácidos pirimidiniloxibenzóicos e o ethoxysulfuron as sulfonilureias (GUERRA et al. 2011, RODRIGUES & ALMEIDA 2018).

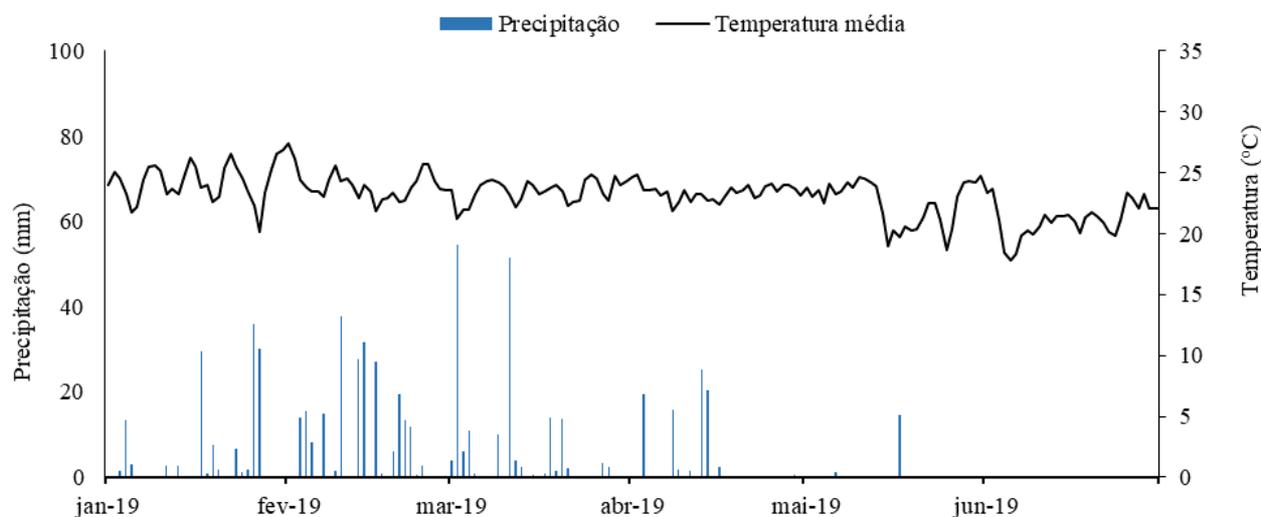
Ao considerar a necessidade de manejar as plantas voluntárias de soja em cultivos de crotalária, torna-se necessário a avaliação da eficácia de controle dos herbicidas, bem como a seletividade que estes produtos apresentam para a cultura. O estágio na ocasião da aplicação e a dose do herbicida utilizada poderá influenciar no êxito do controle da soja voluntária de forma segura nas áreas cultivadas com crotalária.

A partir do contexto apresentado, objetivou-se com a realização do presente trabalho avaliar a eficácia e a seletividade dos herbicidas pyriithiobac-sodium e ethoxysulfuron aplicados isoladamente em pós-emergência da crotalária (*Crotalaria spectabilis*) visando ao controle de soja voluntária.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados dois experimentos a campo na área experimental do Centro Tecnológico COMIGO (CTC) em Rio Verde (GO) (17°45'42,24''S, 51°02'11,90''O, altitude 826 m), sendo conduzidos durante o período correspondente a segunda safra de 2019.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (SANTOS et al. 2018), apresentando as seguintes características (0-20 cm): pH em CaCl<sub>2</sub> = 5,5; M.O. = 26 g kg<sup>-1</sup>; 531 g kg<sup>-1</sup> de areia; 54 g kg<sup>-1</sup> de silte e 415 g kg<sup>-1</sup> de argila (textura argilo-arenosa). Segundo a classificação de Köppen, o clima de Rio Verde (GO) é do tipo Aw, tropical com estação seca, sendo caracterizado por apresentar chuvas mais intensas no verão em comparação com o inverno. Na Figura 1 estão apresentados os dados de precipitação ao longo do período de condução dos experimentos.



Fonte: INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Rio Verde (GO).

Figura 1. Precipitações diárias e temperaturas médias observadas durante o período de condução dos experimentos. Rio Verde (GO), 2019.

Figure 1. Daily precipitation and average temperature observed during conduction period the experiments. Rio Verde (GO), 2019.

Em ambos os experimentos, o delineamento utilizado foi o de blocos completos ao acaso, estando os tratamentos dispostos em arranjo fatorial 2x4+2, com quatro repetições. O primeiro fator correspondeu à aplicação em pós-emergência dos herbicidas em dois estádios fenológicos distintos das plantas voluntárias de soja e da crotalária: V3 e 3 folhas verdadeiras e V7 e 6 folhas verdadeiras, respectivamente para a soja e a crotalária. O segundo fator foi constituído por quatro doses de cada herbicida, sendo utilizadas 14,0; 22,4; 30,8; e 39,2 g ha<sup>-1</sup> de pyriithiobac-sodium no primeiro experimento e 18,0; 30,0; 42,0; e 54,0 g ha<sup>-1</sup> de ethoxysulfuron no segundo experimento. Em ambos os experimentos, foi adicionado adjuvante a base de óleo mineral à calda de aplicação dos tratamentos na concentração de 0,5%. Os tratamentos adicionais foram compostos por uma testemunha infestada e outra capinada.

As unidades experimentais foram constituídas por seis linhas de semeadura de crotalária, espaçadas a 0,5 m entre si, com 8 m de comprimento, perfazendo área total de 24 m<sup>2</sup>. Para as avaliações

programadas, utilizou-se como referência apenas a área útil, a qual foi obtida pela eliminação das duas linhas laterais e de 0,5 m de cada extremidade da unidade experimental, totalizando 14 m<sup>2</sup>.

Para assegurar que houvesse a presença de plantas voluntárias de soja nos experimentos, foi escolhida uma área agrícola na qual a cultura foi explorada na safra (verão), simulando colheita com grande perda de grãos durante esta operação. Em levantamento realizado após a colheita da soja, verificou-se uma perda média de ≈ 20 grãos de soja por m<sup>2</sup>. A cultivar de soja cultivada anteriormente na área experimental foi a BRASMAX Foco IPRO<sup>®</sup>, que possui tipo de crescimento indeterminado e grupo de maturidade relativa 7.2. A semeadura da *Crotalaria spectabilis* nos dois experimentos foi realizada de forma mecanizada, em 09/03/2019, utilizando-se densidade média de 21 sementes por metro, com espaçamento de 0,50 m e em profundidade de 3 cm. Foi realizada adubação no sulco de semeadura utilizando-se 250 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 02-20-18.

As aplicações dos herbicidas foram realizadas quando as plantas voluntárias de soja se encontravam no estágio fenológico previsto para cada tratamento, sendo estas realizadas com pulverizador costal pressurizado à base de CO<sub>2</sub>, acoplado a esse uma barra de pulverização contendo seis pontas modelo jato plano tipo MF 11002, espaçadas em 0,5 m, sob pressão de 3 Bar.

As condições de calibração do pulverizador proporcionaram um volume de calda equivalente a 150 L ha<sup>-1</sup>, adotando-se velocidade de deslocamento do aplicador equivalente a 1 m s<sup>-1</sup>. Os dados das condições climáticas e estágio das plantas de crotalária e soja voluntária na ocasião das aplicações dos tratamentos estão disponibilizados na Tabela 1.

Tabela 1. Dados climáticos e estágio das plantas de crotalária e soja voluntária na ocasião da aplicação dos tratamentos.

Table 1. Climatic data and stage of showy crotalaria and volunteer soybean plants at the time of treatments application.

	Data	Temperatura (°C)	URA (%)	VV (km h <sup>-1</sup> )	Estádio	
					Soja	Crotalária
1ª Aplicação	01/04/19	25	75	0,8	V3	3 FV
2ª Aplicação	17/04/19	26	80	0,6	V7	6 FV

URA = Umidade relativa do ar; VV = Velocidade do vento; FV = folhas verdadeiras.

Para mensurar o efeito dos tratamentos, foi avaliado o controle da soja voluntária aos 7, 14 e 28 dias após a aplicação (DAA) por meio de escala visual, onde notas são atribuídas de 0 a 100%, em que 0% significa ausência de sintomas e 100% morte de todas as plantas (SBCPD 1995). Além disso, foi avaliado nas plantas de crotalária os níveis de fitointoxicação aos 7 e 28 DAA, adotando a mesma escala de notas percentuais utilizada nas avaliações de controle da soja voluntária.

Aos 28 DAA, foram realizadas avaliações do estande, altura e massa seca de parte aérea das plantas de crotalária. O estande foi obtido mediante a contagem do número de plantas presentes em 3 m. A altura foi mensurada por meio da medição da distância entre a superfície do solo e o meristema apical das plantas, sendo amostradas cinco plantas por unidade experimental. Por fim, a massa seca da parte aérea foi obtida após a coleta de cinco plantas por unidade experimental, as quais foram acondicionadas em sacos de papel tipo Kraft, e postas em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura constante de 65 °C pelo período de 72 h. Após este procedimento, foi realizada a pesagem do material em balança de precisão.

A análise dos dados foi realizada com a utilização do software estatístico Assistat (SILVA & AZEVEDO 2016). Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade e quando constatado efeito significativo de doses ou interação entre estádios de aplicação e doses foi realizada a análise de regressão a 5% de probabilidade. Além disso, a comparação dos tratamentos químicos com os tratamentos adicionais foi realizada por meio do teste Dunnett a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Uso de pyriithiobac-sodium visando o controle de soja voluntária em áreas cultivadas com crotalária

Em relação ao controle de soja voluntária pelo herbicida pyriithiobac-sodium, foi verificada interação entre os fatores dose e estágio de aplicação apenas na avaliação realizada aos 7 DAA. Nas avaliações realizadas aos 14 e 28 DAA foram constatados apenas efeitos isolados dos dois fatores avaliados. Na avaliação inicial realizada aos 7 DAA, independentemente da dose utilizada de pyriithiobac-sodium, foi observado melhor controle das plantas voluntárias de soja quando estas se encontravam no estágio V7, fato

que se repetiu na avaliação realizada aos 14 DAA (Tabela 2). No entanto, na avaliação final de controle (28 DAA), as plantas de soja voluntárias que receberam à aplicação de pyriithiobac-sodium no estágio V7 apresentaram recuperação das injúrias, o que resultou em um menor controle em comparação às plantas que receberam o herbicida no estágio V3, demonstrando que o herbicida pyriithiobac-sodium apresenta melhor ação sobre plantas voluntárias de soja que se encontram em estádios iniciais de crescimento.

Tabela 2. Controle de soja voluntária em dois estádios fenológicos, fitointoxicação e massa seca de parte aérea de plantas de crotalaria submetidas a aplicação de doses crescentes de pyriithiobac-sodium.

Table 2. Volunteer soybean control, intoxication and shoot dry mass of showy crotalaria plants submitted to pyriithiobac-sodium application.

Pyriithiobac (g ha <sup>-1</sup> )	Controle 7 DAA (%) - soja		Controle 14 DAA (%) - soja		Controle 28 DAA (%) - soja	
	V3	V7	V3	V7	V3	V7
14,0	10	6	20	53	63	26
22,4	14	19	39	65	77	28
30,8	14	23	41	70	83	54
39,2	14	28	53	75	94	56
Média	13 b	19 a	38 b	66 a	79 a	41 b
CV (%)	15,30		10,54		11,29	
	Fitointoxicação 7 DAA (%) - crotalaria			Fitointoxicação 28 DAA (%) - crotalaria		
	3 folhas		6 folhas		3 folhas	
	6 folhas		3 folhas		6 folhas	
14,0	11	13	15	9		
22,4	18	16	20	11		
30,8	24	16	25	15		
39,2	34	15	41	19		
Média	22 a	15 b	25 a	13 b		
CV (%)	12,99			15,22		
	Massa seca de parte aérea (g) - crotalaria					
	3 folhas			6 folhas		
14,0	430			298 <sup>y</sup>		
22,4	309 <sup>y</sup>			303 <sup>y</sup>		
30,8	371			301 <sup>y</sup>		
39,2	285 <sup>y</sup>			311 <sup>y</sup>		
Média	349 a			303 b		
Capinada				455 <sup>z</sup>		
Sem capina				373 <sup>y</sup>		
CV (%)				15,73		

\*Letras distintas na linha diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade. <sup>y</sup> e <sup>z</sup> Difere das testemunhas capinada e sem capina, respectivamente, pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade.

As doses 30,8 e 39,2 g ha<sup>-1</sup>, aplicadas quando as plantas voluntárias de soja se encontravam em V3, propiciaram controle final acima de 80%, porcentagem mínima para que um herbicida seja considerado eficiente e passível de ser registrado e recomendado para uso no Brasil. Esse resultado não corrobora TAKAHASHI et al. (2020), que verificaram que a aplicação isolada de pyriithiobac-sodium na dose de 84,0 g ha<sup>-1</sup> não apresentou controle satisfatório das plantas voluntárias de soja das cultivares CZ37B19 LL<sup>®</sup> e BRS Flecha RR2 IPRO<sup>®</sup> em V3/V4. Também, BRAZ et al. (2013) encontraram controle da soja voluntária (cultivar NK 7059 RR - VMax<sup>®</sup>, aplicação em V1) variando de 50 a 79% aos 28 DAA após a aplicação do pyriithiobac-sodium nas doses de 16,8; 28,0; 56,0 e 84,0 g ha<sup>-1</sup>.

O incremento nas doses de pyriithiobac-sodium não resultou em resposta no controle das plantas de soja voluntária em V3 aos 7 DAA, sendo o controle médio estimado de 12,81% (Figura 2). No entanto, nesta mesma avaliação, o incremento das doses do herbicida promoveu um aumento linear no controle das plantas voluntárias de soja que se encontravam em V7 no momento da aplicação.

Aos 14 e 28 DAA, foi verificado um aumento linear no controle das plantas voluntárias de soja com o incremento das doses de pyriithiobac-sodium, independentemente do estágio fenológico das plantas na ocasião da aplicação (Figura 2).

Foi constatada interação entre os fatores dose do herbicida e estágio de aplicação do pyriithiobac-sodium em relação à fitointoxicação das plantas de crotalaria apenas na avaliação realizada aos 7 DAA, fato que não foi observado aos 28 DAA, onde apenas efeitos isolados dos fatores de avaliação foram verificados. Nas avaliações realizadas aos 7 e 28 DAA, plantas de crotalaria que receberam à aplicação do pyriithiobac-sodium quando se encontravam com 3 folhas verdadeiras apresentaram maior fitointoxicação

em relação às plantas que se encontravam com seis folhas verdadeiras no momento da aplicação, independentemente da dose utilizada (Tabela 2). Os sintomas visualizados relacionaram-se à ocorrência de clorose no tecido foliar (amarelecimento), além de redução no porte das plantas de crotalária quando comparados os aspectos visuais em relação à testemunha capinada.

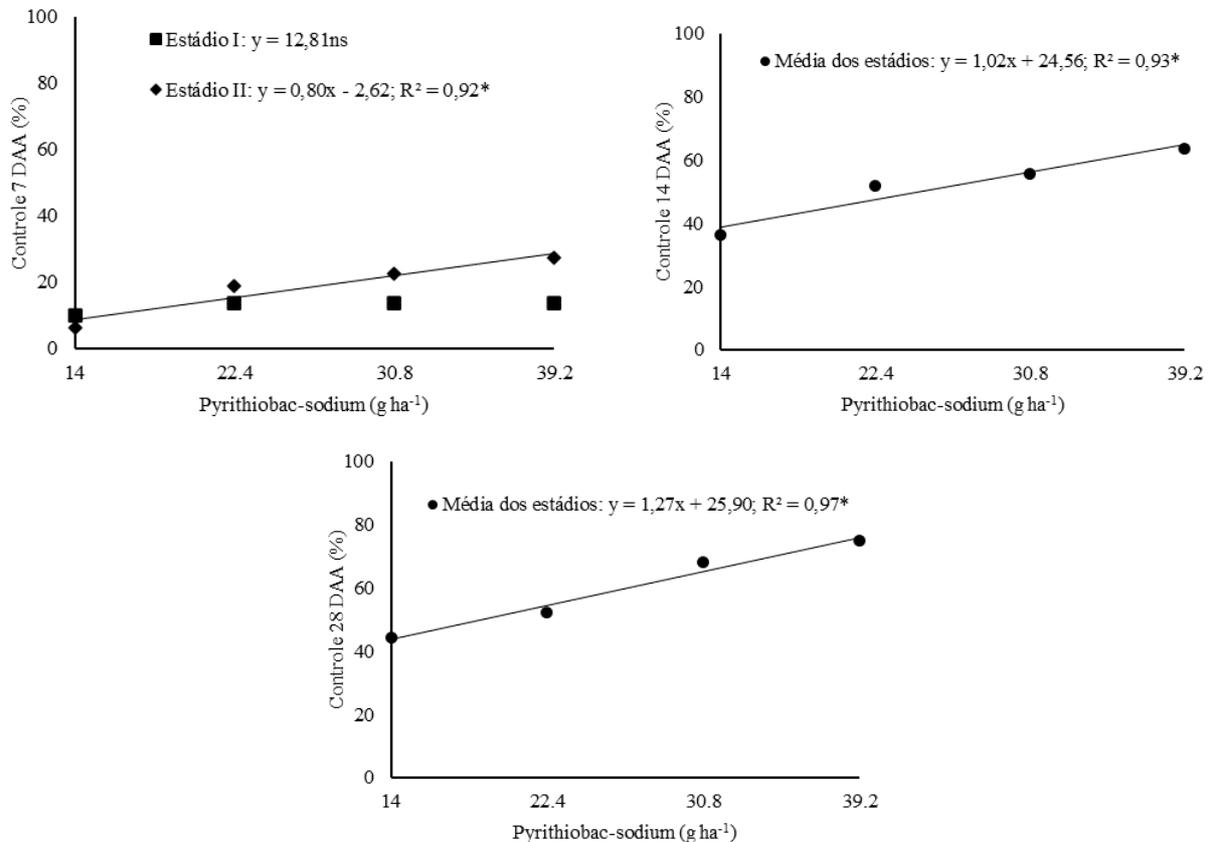


Figura 2. Controle de soja voluntária em dois estádios fenológicos após a aplicação de doses crescentes de pyriithobac-sodium. Estádio I = V3 e Estádio II = V7.

Figure 2. Volunteer soybean control after the application of increasing doses of pyriithobac-sodium in two phenological stages. Stage of development I = V3 and Stage of development II = V7.

Aos 7 DAA, o incremento das doses de pyriithobac-sodium resultou em aumento linear da fitointoxicação das plantas de crotalária que se encontravam com 3 folhas verdadeiras no momento da aplicação (Figura 3). Todavia, nessa mesma avaliação, o mesmo incremento nas doses do herbicida não resultou em aumento da fitointoxicação das plantas de crotalária que estavam com 6 folhas verdadeiras na ocasião da aplicação. Aos 28 DAA, foi verificado um aumento linear na fitointoxicação das plantas de crotalária, independentemente do estágio de desenvolvimento na ocasião da aplicação, com o incremento das doses de pyriithobac-sodium (Figura 3). BRAZ et al. (2016b) verificaram que o herbicida pyriithobac-sodium aplicado no estágio de 3 folhas verdadeiras da crotalária acarretou em fitointoxicação visual, aos 28 DAA, de 41,25; 32,50 e 22,50%, respectivamente, para as doses de 112; 84 e 56 g ha<sup>-1</sup>.

Entre as variáveis avaliadas, verificou-se que estande e altura de plantas de crotalária não apresentaram diferenças significativas em relação à dose utilizada do herbicida pyriithobac-sodium e ao estágio de desenvolvimento das plantas de crotalária no momento da aplicação do herbicida. No entanto, interação entre esses fatores avaliados foi observada em relação à massa seca da parte aérea das plantas de crotalária. BRAZ et al. (2016b) também não observaram redução no estande de plantas de crotalária após a aplicação do pyriithobac-sodium na dose de 84,0 g ha<sup>-1</sup>, no estágio de quatro folhas verdadeiras.

Maior redução no acúmulo de massa seca da parte aérea das plantas de crotalária foi verificado quando estas se encontravam com três folhas verdadeiras no momento da aplicação do herbicida, independentemente da dose utilizada (Tabela 2). BRAZ et al. (2016b), realizando um experimento voltado a selecionar herbicidas seletivos à crotalária, verificaram que o pyriithobac-sodium na dose de 84,0 g ha<sup>-1</sup>, aplicado no estágio de quatro folhas verdadeiras, apresentou redução da massa seca da parte superior a 50% em relação à testemunha sem herbicida.

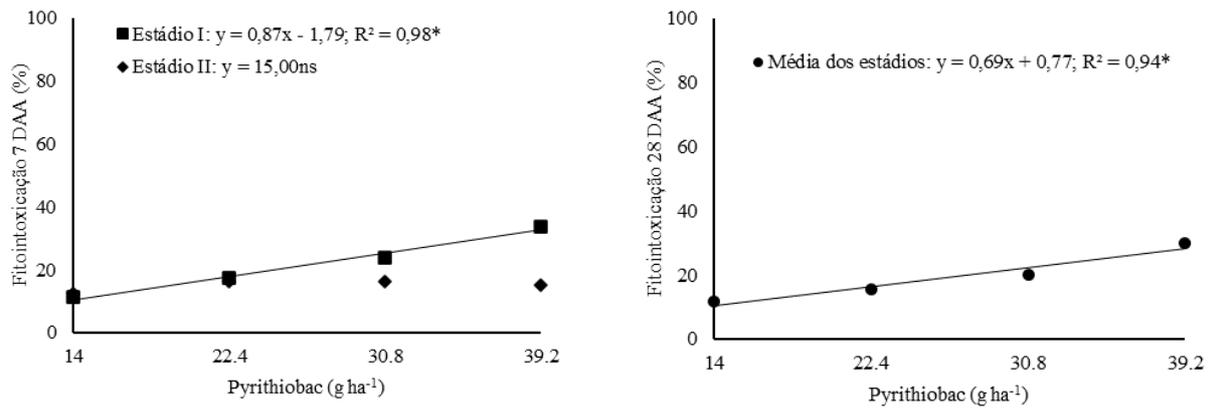


Figura 3. Fitointoxicação de plantas de crotalária submetidas à aplicação de doses crescentes de pyriithiobac-sodium em dois estádios fenológicos. Estádio I = 3 folhas e Estádio II = 6 folhas.

Figure 3. Intoxication of showy crotalaria plants submitted to the application of increasing doses of pyriithiobac-sodium in two phenological stages of voluntary soybean. Stage of development I = 3 leaves and Stage of development II = 6 leaves.

Quando o pyriithiobac-sodium foi aplicado no estágio de três folhas verdadeiras da crotalária, observou-se redução na massa seca da parte aérea com o incremento das doses do herbicida. Contudo, o aumento das doses do pyriithiobac-sodium não influenciou na massa seca da parte aérea da crotalária, quando as aplicações foram realizadas no estágio de seis folhas verdadeiras (Figura 4). Além disso, as doses de 22,4 e 39,2 g ha<sup>-1</sup> do herbicida, aplicadas no estágio de três folhas verdadeiras, e as doses de 14,0; 22,4; 30,8; e 39,2 g ha<sup>-1</sup>, aplicadas no estágio de seis folhas verdadeiras, diferiram da testemunha capinada, propiciando menor acúmulo de massa seca na parte aéreas das plantas de crotalária (Tabela 2). Ademais, todos os tratamentos que receberam aplicações do pyriithiobac-sodium, independentemente da dose e do estágio de aplicação, não diferiram da testemunha sem capina.

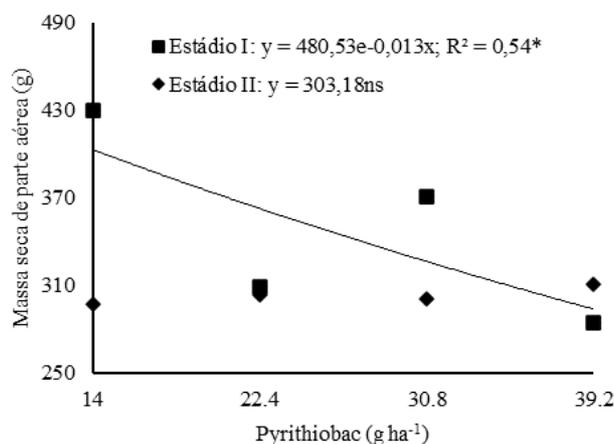


Figura 4. Massa seca de parte aérea de plantas de crotalária submetidas à aplicação de doses crescentes de pyriithiobac-sodium em dois estádios fenológicos. Estádio I = 3 folhas e Estádio II = 6 folhas.

Figure 4. Dry mass of aerial part of showy crotalaria plants submitted to application of increasing doses of pyriithiobac-sodium in two phenological stages. Stage of development I = 3 leaves and Stage of development II = 6 leaves.

### Uso de ethoxysulfuron visando o controle de soja voluntária em áreas cultivadas com crotalária

Em relação ao controle de soja voluntária pelo herbicida ethoxysulfuron, foi verificada interação entre os fatores dose do herbicida e estágio de aplicação apenas na avaliação realizada ao 14 DAA. Na avaliação realizada aos 7 DAA foi constatado apenas efeitos isolados dos dois fatores avaliados, porém aos 28 DAA apenas o fator estágio fenológico da soja voluntária na ocasião da aplicação influenciou a eficácia de controle do herbicida. Em todas as avaliações realizadas (7, 14 e 28 DAA) foi observado melhor controle das plantas de soja voluntária quando a aplicação do ethoxysulfuron foi realizada no estágio V7, independentemente da dose do herbicida (Tabela 3). No entanto, na avaliação final (28 DAA) o controle

médio das plantas de soja voluntária no estágio V3 foi de 94%, o que demonstra que o herbicida ethoxysulfuron pode ser considerado eficaz no controle desta espécie, seja em aplicações em V3 ou em V7. Ademais, todas as doses avaliadas do ethoxysulfuron (18, 30, 42 e 54 g ha<sup>-1</sup>) foram eficientes no controle da soja voluntária em ambos os estádios de desenvolvimento.

Aos 7 DAA, foi constatado que o aumento das doses do ethoxysulfuron promoveu um incremento linear no controle das plantas voluntárias de soja, independentemente do estágio das plantas no momento da aplicação (Figura 5). Todavia, aos 14 DAA, esse incremento no controle foi mais acentuado quando a aplicação do herbicida foi realizada no estágio V7. COSTA et al. (2020), avaliando a possibilidade do uso do ethoxysulfuron para o controle de soja voluntária na cultura do feijão, observaram que o incremento das doses de ethoxysulfuron ocasionou em todas as épocas avaliadas aumento do controle da soja voluntária, e que a dose de 12 g ha<sup>-1</sup> promoveu 95% de controle das plantas em V2, aos 30 DAA.

Apesar da boa performance apresentada pelo ethoxysulfuron no controle de soja voluntária, é oportuno destacar que o uso deste herbicida com esta finalidade pode apresentar restrições quanto ao controle em se tratando de cultivar de soja contendo em sua base genética a tecnologia STS, uma vez que para estes materiais há uma tolerância aos herbicidas do grupo químico das sulfonilureias (SILVA et al. 2020). Desta forma, recomenda-se que os técnicos vinculados ao setor agrícola que optarem pela utilização do ethoxysulfuron com o propósito de controlar a soja voluntária tenham o conhecimento da genética da cultivar de soja antes de recomendar a aplicação do herbicida.

Tabela 3. Controle de soja voluntária em dois estádios fenológicos, fitointoxicação e massa seca de parte aérea de plantas de crotalaria submetidas a aplicação de doses crescentes de ethoxysulfuron.

Table 3. Volunteer soybean control, intoxication and shoot dry mass of showy crotalaria plants submitted to ethoxysulfuron application.

Ethoxysulfuron (g ha <sup>-1</sup> )	Controle 7 DAA (%) - soja		Controle 14 DAA (%) - soja		Controle 28 DAA (%) - soja	
	V3	V7	V3	V7	V3	V7
18	25	45	65	75	89	98
30	33	45	70	83	95	99
42	36	53	74	90	98	100
54	39	50	80	98	95	100
Média	33 b	48 a	72 b	86 a	94 b	99 a
CV (%)	6,56		5,89		9,20	
	Fitointoxicação 7 DAA (%) - crotalaria			Fitointoxicação 28 DAA (%) - crotalaria		
	3 folhas		6 folhas		3 folhas	
18	21	15	30	21	21	21
30	28	18	28	25	25	25
42	34	19	40	29	29	29
54	34	20	45	35	35	35
Média	29 a	18 b	36 a	28 b	28 b	28 b
CV (%)	9,82			7,20		
	Altura de plantas (cm) - crotalaria			Massa seca de parte aérea (g) - crotalaria		
	3 folhas		6 folhas		3 folhas	
18	84	66 <sup>yz</sup>	340	264 <sup>yz</sup>	340	264 <sup>yz</sup>
30	81 <sup>yz</sup>	64 <sup>yz</sup>	291	262 <sup>yz</sup>	291	262 <sup>yz</sup>
42	79 <sup>yz</sup>	68 <sup>yz</sup>	281	251 <sup>yz</sup>	281	251 <sup>yz</sup>
54	82 <sup>yz</sup>	59 <sup>yz</sup>	290	203 <sup>yz</sup>	290	203 <sup>yz</sup>
Média	82 a	64 b	301 a	245 b	301 a	245 b
Capinada	96		486			
Sem capina	94		405			
CV (%)	6,60			18,45		

\*Letras distintas na linha diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade. <sup>y</sup> e <sup>z</sup> Difere das testemunhas capinada e sem capina, respectivamente, pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade.

Não foi constatada interação entre os fatores dose do herbicida e estágio de aplicação do ethoxysulfuron em relação à fitointoxicação das plantas de crotalaria nas avaliações realizadas ao 7 e 28 DAA, sendo que apenas efeitos isolados dos fatores de avaliação foram verificados.

Nas duas avaliações realizadas (7 e 28 DAA), independentemente da dose empregada, maior fitointoxicação das plantas de crotalaria foi verificada quando as aplicações do ethoxysulfuron foram realizadas no estágio de três folhas verdadeiras, sendo que a fitointoxicação se intensificou na segunda

avaliação (Tabela 3). De maneira análoga ao observado para o experimento realizado com pirithiobac-sodium, os sintomas visuais e intoxicação da crotalaria submetida à aplicação do ethoxysulfuron em pós-emergência se relacionaram ao amarelecimento do tecido foliar e ligeira redução no porte das plantas.

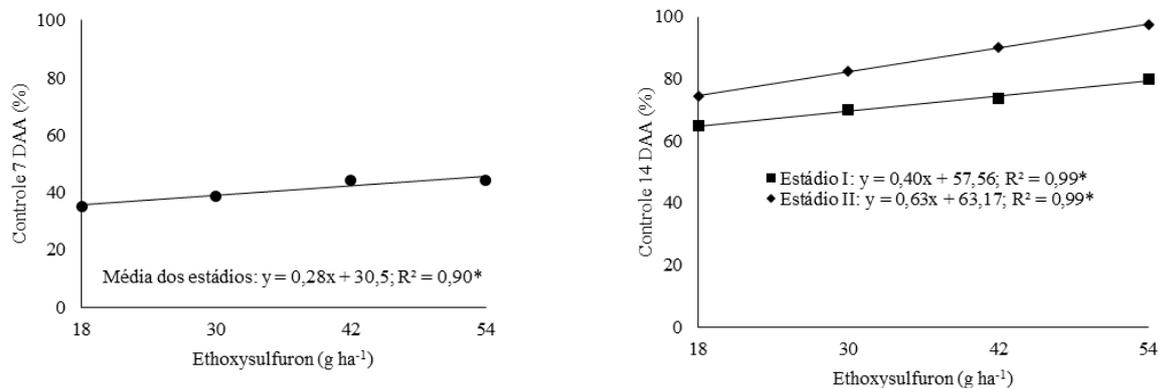


Figura 5. Controle de soja voluntária em dois estádios fenológicos após a aplicação de doses crescentes de ethoxysulfuron. Estádio I = V3 e Estádio II = V7.

Figure 5. Volunteer soybean control after the application of increasing doses of ethoxysulfuron in two phenological stages. Stage of development I = V3 and Stage of development II = V7.

Tanto aos 7 como aos 28 DAA, foi observado que a fitointoxicação das plantas de crotalaria se tornava mais severa com o incremento das doses do ethoxysulfuron, independentemente do estágio das plantas de crotalaria na ocasião da aplicação do herbicida (Figura 6), o que demonstra que a escolha da dose é um fator importante para preservar o crescimento/desenvolvimento das plantas de crotalaria, visando a utilização futura do ethoxysulfuron na cultura. PAULA et al. (2020), avaliando a seletividade de herbicidas para crotalaria, verificaram fitointoxicação visual de 15 e 25%, respectivamente, para as doses de 12 e 24 g ha<sup>-1</sup> do ethoxysulfuron, aplicado quando as plantas de crotalaria se encontravam na fase de emissão de folhas no caule principal.

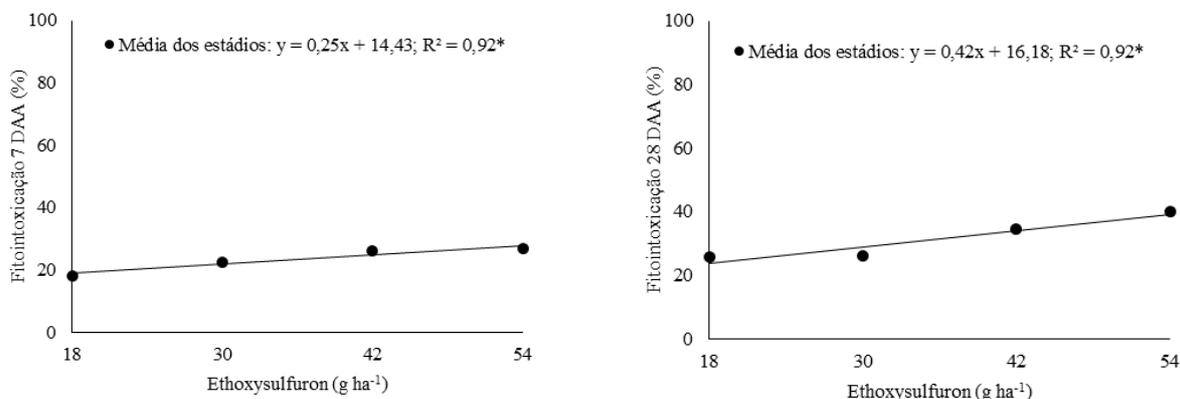


Figura 6. Fitointoxicação de plantas de crotalaria submetidas à aplicação de doses crescentes de ethoxysulfuron em dois estádios fenológicos (3 e 6 folhas).

Figure 6. Intoxication of showy crotalaria plants submitted to the application of increasing doses of ethoxysulfuron in two phenological stages (3 and 6 leaves).

Entre as variáveis avaliadas, verificou-se que o estande de plantas de crotalaria não foi influenciado pela dose utilizada do herbicida ethoxysulfuron ou pelo estágio de desenvolvimento das plantas de crotalaria no momento da aplicação do herbicida. No entanto, o estágio de aplicação afetou significativamente a altura e a massa seca da parte aérea das plantas de crotalaria, avaliadas aos 28 DAA.

A aplicação do ethoxysulfuron quando as plantas de crotalaria estavam com seis folhas verdadeiras acarretou maior redução na altura e na massa seca das plantas de crotalaria em comparação à aplicação realizada com três folhas verdadeiras, independentemente da dose utilizada do herbicida (Tabela 3). Apenas a aplicação da dose de 18 g ha<sup>-1</sup> do herbicida em V3 não ocasionou redução significativa da altura das plantas de crotalaria em relação às testemunhas sem capina e capinada. Ademais, todas as doses

avaliadas do herbicida aplicadas quando as plantas de crotalária estavam com seis folhas verdadeiras no momento da aplicação ocasionaram reduções significativas na massa seca da parte aérea em relação às testemunhas sem capina e capinada, o que demonstra que a definição da dose e do estágio de aplicação é fundamental para se obter seletividade do ethoxysulfuron em áreas cultivadas com crotalária. DIAS et al. (2017) verificaram 16% de redução na massa seca da parte aérea da crotalária após a aplicação de  $15 \text{ g ha}^{-1}$  do ethoxysulfuron, quando as plantas de crotalária se encontravam no estágio de folhas unifolioladas, mesmo com esse resultado, os autores consideraram o ethoxysulfuron na dose testada seletivo à crotalária.

De acordo com os resultados obtidos em ambos os experimentos, o herbicida pyriithiobac-sodium na dose de  $30,8 \text{ g ha}^{-1}$  pode ser recomendado para o controle de soja voluntária em plantas no estágio V3 e as plantas de crotalária apresentando três folhas verdadeiras. Ademais, o herbicida ethoxysulfuron na dose  $18 \text{ g ha}^{-1}$  pode ser recomendado para o controle quando as plantas de soja voluntária estiverem em V3 ou V7 e a crotalária com três folhas verdadeiras. Ambos os herbicidas apresentam potencial para serem registrados para uso em áreas de cultivo de crotalária (*Crotalaria spectabilis*).

## CONCLUSÃO

O pyriithiobac-sodium nas doses  $30,8$  e  $39,2 \text{ g ha}^{-1}$  proporciona controle satisfatório de soja voluntária em aplicações realizadas sob plantas no estágio fenológico V3. Em doses inferiores neste estágio ou em aplicações sob plantas de soja no estágio V7, o pyriithiobac-sodium não apresenta eficácia de controle.

Independentemente do estágio da crotalária na ocasião da aplicação, bem como da dose de pyriithiobac-sodium, o uso deste herbicida em pós-emergência das plantas não influencia o estande e a altura da crotalária.

Aplicações do pyriithiobac-sodium em áreas cultivadas com crotalária promovem maior intoxicação visual quando são posicionadas em plantas com três folhas verdadeiras. Todavia maior prejuízo no acúmulo de massa seca da parte aérea ocorre quando as plantas se encontram com seis folhas verdadeiras no momento da aplicação.

O ethoxysulfuron aplicado em doses a partir de  $18 \text{ g ha}^{-1}$  apresenta eficácia no controle de soja voluntária, independentemente do estágio fenológico das plantas na ocasião da aplicação (V3 ou V7).

No intervalo de doses avaliados, o ethoxysulfuron não influencia o estande de plantas de crotalária, independentemente do estágio de desenvolvimento das mesmas. Todavia, o uso deste herbicida acarreta em reduções na altura das plantas, tendo como exceção a dose de  $18 \text{ g ha}^{-1}$  aplicada quando as plantas de crotalária se encontram com três folhas verdadeiras.

Maior fitointoxicação visual nas plantas de crotalária é verificada quando o herbicida ethoxysulfuron é aplicado no estágio de três folhas verdadeiras, contudo aplicações no estágio de seis folhas verdadeiras ocasionam maiores danos ao acúmulo de massa seca da parte aérea.

## REFERÊNCIAS

- ASSIS ACDLP et al. 2014. Seletividade do ethoxysulfuron às culturas da soja e feijão. Revista Brasileira de Herbicidas 13: 117-124.
- BARBOSA IR et al. 2020. Dry matter production and nitrogen, phosphorus and potassium uptake in *Crotalaria juncea* and *Crotalaria spectabilis*. Pesquisa Agropecuária Tropical 50: e61011.
- BOCK R et al. 2020. Perdas na colheita mecanizada da soja em função da velocidade de deslocamento e índice de molinete. Brazilian Journal of Development 6: 34707-34724.
- BRAZ GBP et al. 2013. Alternativas para o controle de soja RR<sup>®</sup> voluntária na cultura do algodoeiro. Bioscience Journal 29: 360-369.
- BRAZ GBP et al. 2015. Seleção de herbicidas visando ao uso em sistemas cultivados com crotalária. Planta Daninha 33: 521-534.
- BRAZ GBP et al. 2016a. Plantas daninhas como hospedeiras alternativas para *Pratylenchus brachyurus*. Summa Phytopathologica 42: 233-238.
- BRAZ GBP et al. 2016b. Selectivity of herbicides applied in post-emergence of showy crotalaria. Revista Caatinga 29: 918-926.
- COSTA BS et al. 2020. Manejo de soja voluntária infestante do feijoeiro com o herbicida ethoxysulfuron. Revista Brasileira de Herbicidas 19: 1-6.
- CRUZ TT et al. 2020. *Crotalaria* species in succession to soybean for the management of *Pratylenchus brachyurus*. Ciência Rural 50: e20190645.
- DEBIASI H et al. 2016. Práticas culturais na entressafra da soja para o controle de *Pratylenchus brachyurus*. Pesquisa Agropecuária Brasileira 51: 1720-1728.
- DIAS RC et al. 2017. Seletividade inicial de herbicidas aplicados em pós-emergência da crotalária. Revista Brasileira de Herbicidas 16: 76-83.

- GUERRA N et al. 2011. Seleção de espécies bioindicadoras para os herbicidas trifloxysulfuron-sodium e pyriithiobac-sodium. *Revista Brasileira de Herbicidas* 10: 37-48.
- HOLTZ V. et al. 2019. Perdas na colheita mecanizada de soja utilizando diferentes mecanismos na plataforma de corte. *PUBVET* 13: 1-6
- KAJIHARA LH et al. 2021. Ação in vitro e in vivo de fungicida sistêmico e multissítio sobre *Phakopsora pachyrhizi*. *Summa Phytopathologica* 47: 216-221.
- LEE JD et al. 2015. Reaction of soybean cyst nematode resistant plant introductions to root-knot and reniform nematodes. *Plant Breeding and Biotechnology* 3: 346-354.
- OLIVEIRA RR et al. 2015. First report of sclerotinia blight caused by *Sclerotinia sclerotiorum* on *Crotalaria spectabilis* in Brazil. *Plant Disease* 99: 1037–1037.
- PAULA SM et al. 2020. Selectivity of post-emergent herbicides in systems grown with crotalaria. *Research, Society and Development* 9: 1-18.
- RODRIGUES BN & ALMEIDA FS. 2018. Guia de herbicidas. 7.ed. Londrina: Edição dos autores. 764p.
- SANTOS HG et al. 2018. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.
- SBCPD. 1995. SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. Londrina: SBCPD. 42p.
- SILVA AFM et al. 2020. Herbicide management in glyphosate and sulfonylurea-tolerant soybeans. *Arquivos do Instituto Biológico* 87: e0372019.
- SILVA FAS & AZEVEDO CAV. 2016. The Assistat software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research* 11: 3733-3740.
- TAKAHASHI GO et al. 2020. Controle de soja voluntária com herbicidas registrados para algodoeiro. *Revista Brasileira de Herbicidas* 19: 1-8.